Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Збірник матеріалів

Міжнародної науково-технічної конференції

12 – 14 листопада 2019 р.

Електронне мережне наукове видання

Вінниця
ВНТУ
2019

УДК 620.9:624:628
Е-62

Редакційна колегія:

Грабко В. В., д. т. н., професор
Василевський О. М., д. т. н., професор
Павлов С. В., д. т. н., професор
Ратушняк Г. С., к. т. н., професор
Дудар І. Н., д. т. н., професор
Коц І. В., к. т. н., професор
Моргун А. С., д. т. н., професор
Ткаченко С. Й., д. т. н., професор
Степанов Д. В., к. т. н., доцент

Енергоефективність в галузях економіки України. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 12-14 листопада : збірник матеріалів. – Вінниця: ВНТУ, 2019.

ISBN 978-966-641-784-1

Е-62 У збірнику розміщені матеріали доповідей Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої проблемам розроблення та впровадження енергоефективних природозбережних технологій та обладнання в галузях економіки України.

УДК 620.9:624:628

Матеріали доповідей друкуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в матеріалах доповідей, та залишає за собою право не погоджуватись з думкою авторів з розглянутих питань.

ISBN 978-966-641-784-1

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2019

Зміст

Секція промислового та цивільного будівництва

Василь Васильович Шевчук ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РІЗНИХ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ОСІДАННЯ ПАЛЬ 1
Руслан Павлович Гріщенко АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ГРУНТОЦЕМЕНТУ ПРИ ЧАСТКОВІЙ ЗАМІНІ ГРУНТУ НА ЗОЛУ ВИНЕСЕННЯ 8
Володимир Миколайович Нестеренко, Гай Орінгель МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ПРОСТОРОВОМУ РОЗРАХУНКУ КАРКАСНОЇ БУДІВЛІ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ 13
Юлія Юріївна Капшієнко, Наталя Вікторівна Блащук ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ПО БОКОВІЙ ПОВЕРХНІ ЗАБИВНИХ ПАЛЬ 20
Артур Всеволодович Капшієнко АЛГОРИТМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСІДАННЯ ПАЛЬ ЗА РОЗВ'ЯЗАННЯМ ЗАДАЧІ ПРО ПЕРЕМІЩЕННЯ СТЕРЖНЯ В ПРУЖНОМУ ПІВПРОСТОРІ 25
Василь Олександрович Костенко ВИБІР ЕФЕКТИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ФУНДАМЕНТУ ВИСОТНОГО БУДИНКУ В УМОВАХ ДІЇ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ 27
Діана Мельничук МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ З ГРУНТОМ ПІДПІРНИХ СТІНОК НЕЛНІЙНОГО ОБРИСУ В ПЛАНІ 30
Владислав Миколайович Курдибаха НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ СУДНОНАВАНТАЖУВАЧІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ 35
Микола Попович, Сергій Барнасюк, Андрій Герій АНАЛІЗ СКЛАДІВ БЕТОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ЗАЗОРУ МІЖ ЗЕРНАМИ КРУПНИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ 44
Марина Сергіївна Гончарук, Ірина Вікторівна Маєвська МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АРМОВАНОЇ ОСНОВИ ГРУНТОЦЕМЕНТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ ВИНЕСЕННЯ 47
Микола Попович, Олександр Шикір АРОЧНИЙ ЕФЕКТ В ОГОРОДЖЕННІ КОТЛОВАНІВ ІЗ ПАЛЬ 54
Дмитро Олександрович Панченко РАЦІОНАЛЬНІ ФОРМИ ПІДОШВИ СТРІЧКОВОГО ФУНДА-МЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ 56
Марія Сергіївна Коровячук РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ МІСТКІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ARCHICAD 59
Богдан Миколайович Заворітний ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАВАНОГО СТАНУ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ 63
Олена Георгіївна Лялюк, Микола Закусило ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПОКРИТТЯ 65
Микола Дмитрович Вінярський ВЗАЄМОДІЯ ГРУНТУ ТА ЕЛЕМЕНТІВ АРМУВАННЯ ЗА БУРОЗМІШУВАЛЬНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ 68
Геннадій Юрійович Малиновський РОЗДІЛЮВАЛЬНІ ЕКРАНИ ЯК ЗАХИСНА КОНСТРУКЦІЯ ВІД ВПЛИВУ НОВОБУДОВ 71
Олександр Анатолійович Корчинський ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ, ПРИЧИН ПОШКОДЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ 73
Олександр Володимирович Христич, Євген Черевко ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ 78
Олександр Володимирович Христич, Дмитро Підопригора СУЧАСНІ ПЕРЕДУМОВИ ЩОДО НЕОБХІДНОСТІ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ 81
Тетяна Валеріївна Довгуцька ВЗАЄМОДІЯ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ З РОСТВЕРКОМ ПЛИТНО-ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ. 84
Назарій Вікторович Остапенко РОЗРОБКА АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО МАСИВУ 87
Вікторія Вікторівна Вітюк, Юрій Семенович Бікс СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З УРАХУВАННЯМ BIM МОДЕЛЮВАННЯ 91

Дмитро Васильович Смашнюк, Юрій Семенович Бікс ОГЛЯД МЕТОДИК ДЛЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН 93
Юрій Семенович Бікс, Ольга Георгіївна Ратушняк БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН З ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ 97
Віталій Вікторович Бевза, Юрій Семенович Бікс ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ "ARCHICAD" ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРА-МЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ СТІН 101
Валерій Михайлович Андрухов, Максим Сергійович Михнян ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ВКЛАДУ ВИЩИХ ФОРМ КОЛИВАНЬ В ПАРАМЕТРИ НДС ПРИ СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВАХ 104
Валерій Михайлович Андрухов, Микола Юрійович Томащук ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЙ ЕЛЕМЕНТІВ БЕЗРИГІЛЬНОГО КАРКАСУ НА СЕЙСМІЧНІ ВПЛИВИ ЗА ПРЯМИМ ДИНАМІЧНИМ РОЗРАХУНКОМ 106
Raimondas Cheslovivych Šadzevičius, Vincas Gurskis INVESTIGATION OF THERMAL CONDUCTIVITY OF CONCRETE COMPOSITES WITH HEN FEATHERS AND SHEEP WOOL 108
Василь Леонідович Борецький, Валерій Михайлович Андрухов ДОСВІД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРИКЛАДІ МУНІЦИПА-ЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ У ВІННИЦІ 115
Владислав Валерійович Багрій, Дмитро Олександрович Москаленко, Олександр Володимирович Христич ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ В ТЕПЛОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЗОВНІШНІХ ОБОЛОНОК ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ 122

Секція містобудування та архітектури

Вікторія Василівна Чепіжак ПРИНЦИПИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ГРОМАДСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ КВАРТАЛІВ 125
Ярослав Володимирович Гурман, Віктор Павлович Ковальський ВПЛИВ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЗБЛОКОВАНИХ БУДИНКІВ 127
Катерина Вікторівна Бойко, Лілія Василівна Кучеренко ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ПЛАНУВАЛЬНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ТУРИСТИЧНОЇ СИСТЕМИ 130
Віта Сергіївна Абрамович, Віктор Павлович Ковальський, Альона Василівна Бондар ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСТ 133
Ігор Михайлович Вознюк, Віктор Павлович Ковальський, Андрій В'ячеславович Ковальський ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ У БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ 137
Олена Георгіївна Лялюк, Андрій Лялюк ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОМАРКЕТИНГУ В БУДІВНИЦТВІ 141
Ельвія Анді Грефа, Володимир Петрович Очеретний МІСТОБУДІВНІ ТА АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ 144
Клара Індіра Ріваденейра, Володимир Петрович Очеретний ФОРМУВАННЯ ГОТЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В ЗОНАХ РЕКРЕАЦІЇ 148
Катерина Олександрівна Трофименко, Віктор Павлович Ковальський ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ М. ВІННИЦЯ 152
Владислав Максимович Бармалюк, Василь Романович Сердюк РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛОСКОЇ ІНВЕРСІЙНОЇ ПОКРІВЛІ 155
Тетяна Іванівна Белинь, Віктор Павлович Ковальський АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА СВІТОВОГО ДОСВІДУ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАКЛАДІВ КУЛЬТУРИ ТА ДОЗВІЛЛЯ 158
Олена Олегівна Червінська, Віктор Павлович Ковальський ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА 163
Артур Олегович Бричанський, Віктор Павлович Ковальский, Єлізавета Русланівна Матвійчук НАУКОВІ ОСНОВИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ГОТЕЛЬНИХ КОМПЛЕ-КСІВ НА ПРИКЛАДІ ГОТЕЛЮ ДОБРОДІЙ 168
Олена Георгіївна Лялюк, Яна Сергіївна Горовенко ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛО ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ 173
Катерина Андріївна Щербатюк, Ігор Никифорович Дудар ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ОФІСНО-ТОРГІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ 175
Анна Ігорівна Афанасьєва, Лілія Василівна Кучеренко МІСТОБУДІВНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЗМІШАНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В УМОВАХ НОВОГО БУДІВНИЦТВА 180

Лілія Русланівна Ніколюк ПЛАНУВАННЯ ГРОМАДСЬКОГО ЦЕНТРУ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД 183
Ймін Сюй, Михайло Лемешев ОСОБЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В КИТАЇ 185
Дмитро Черепаха, Михайло Лемешев МЕТАЛОНАСИЧЕНИЙ БЕТОН ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ 188
Олена Володимирівна Підгорна, Віталій Вікторович Швець ВПЛИВ ДОБУДОВ НА ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ МІСТА 191
Тетяна Геннадіївна Шулік, Лілія Василівна Кучеренко ПРОСТОРОВО-ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ОБ'ЄКТІВ МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА В ПРИМІСЬКИХ ЗОНАХ 193
Світлана Павлівна Жук, Світлана Володимирівна Риндюк ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛИХ ПОКРИТТІВ НА ВУЛИЦЯХ МІСТ 195
Наталія Романівна Петренко РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПОСТІНДУСТРІАЛЬНИХ ТЕРИТОРІЙ, ЯК МЕТОД ВВЕДЕННЯ ЇХ В СТРУКТУРУ МІСТА 197
Артур Олегович Бричанський, Віктор Павлович Ковальський, Єлізавета Русланівна Матвійчук ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНОВИДУ ІНВЕРСІЙНОГО ПОКРИТТЯ, А САМЕ «ЗЕЛЕНА» ПОКРІВЛЯ В ГОТЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСАХ 200
Світлана Володимирівна Риндюк, Дар'я Сергіївна Нікольченко ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ ТА ЇХ РОЛЬ В ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ 204
Олена Сергіївна Самойлюк ОСОБЛИВОСТІ АЕРАЦІЙНОГО РЕЖИМУ ПРИ РОЗВИТКУ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ 207
Олена Георгіївна Лялюк, Максим Дзюбанчук ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСУ В СХЕМІ ПІДІГРІВУ ТЕПЛОНОСІЯ В КАМЕРНІЙ СУШАРЦІ 211
Тетяна Василівна Сердюк, Катерина Лемішко РИЗИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ТАРИФІВ В СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ 213
Віктор Павлович Ковальський, Маріанна Олександрівна Постолатій ВИКОРИСТАННЯ ЛСТК ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МАНСАРДНОГО ПОВЕРХУ. ПЕРВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ЛСТК У БУДІВНИЦТВІ 215
Віктор Павлович Ковальський, Віктор Петрович Бурлаков ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ ТА БЕТОНІВ 218
Віктор Павлович Ковальський, Лілія Володимиорівна Янківська, Віктор Петрович Бурлаков ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ БУДИНКІВ 221
Світлана Володимирівна Риндюк, Катерина Андріївна Вознюк ВИКОРИСТАННЯ ПАСИВНОГО ЛАНДШАФТУ В ПЛАНУВАННІ ТЕРИТОРІЇ, ЯК ЕФЕКТИВНА БУДІВЕЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ 224
Віталій Валерійович Колісніченко ПРОБЛЕМА ОНОВЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ МІСТА 227
Альона Олександрівна Загоруйко, Віктор Павлович Ковальський АНАЛІЗ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ТЕАТРІВ 230
Тетяна Василівна Сердюк ЗАКОНОДАВЧІ ЗАСАДИ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГОСЕРВІСНИХ КОМПАНІЙ В УКРАЇНІ 233
Проданець Богдан Іванович, Катерина Володимирівна Бауман ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ПРИ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІНАХ 235
Юлія Григорівна Олійник СТВОРЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД 237
Василь Романович Сердюк, Світлана Франишина ОРГАНІЗАЦІЙНІ БАР'ЄРИ В ДОСЯГНЕННІ ВИСОКОГО РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 239

Секція теплогазопостачання та вентиляції

Оксана Юріївна Горюн, Георгій Сергійович Ратушняк ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕПЛОІЗОЛЮЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ 241

Олег Олегович Горюн ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІМПРЕГНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ БЕТОНУ ЗА РАХУНОК ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ ПРОСОЧУВАЛЬНОЇ РІДИНИ 244
Ольга Ігорівна Ободянська ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ 247
Ольга Ігорівна Ободянська, Костянтин Леонідович Харчилава ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ 250
Ольга Ігорівна Ободянська, Олександр Анатолійович Іванов ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ 253
Андрій Юрійович Гріділ СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ГРОМАДСЬКИХ БАСЕЙНІВ 256
В'ячеслав Васильович Джеджула ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ З ФЕНКОЙЛАМИ 259
Ольга Дмитрівна Панкевич, Олександр Сторожук ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ 261
Наталія Михайлівна Слободян, Ярослав Анатолійович Гончарук ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФАНКОЙЛІВ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ 263
Ігор Анатолійович Пономарчук ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ АВТОНОМНОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ ДВИГУНА СТІРЛІНГА 265
Володимир Степанович Дорошенко, Олександр Борисович Янченко ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА 267
Вадим Валерійович Миколаєнко КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ВУЗЛОВИХ З'ЄДНАНЬ (МІСЦЬ ПРИМИКАННЯ КОНСТРУКЦІЇ) ТА ЇХ ВПИВ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЛІ 269
Іван Васильович Коц РЕКОНСТРУКЦІЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ, ЗАХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ 271
Ольга Дмитрівна Панкевич СУЧАСНІ ПРОГРАМИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ В МІСТІ ВІННИЦЯ 274
Анастасія Анатоліївна Черепаха, Ігор Анатолійович Пономарчук АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ ПРИМІЩЕНЬ ЗІ ЗНАЧНИМИ ВОЛОГОНАДЛИШКАМИ 276
Іван Васильович Коц РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСІВ ПЕРИСТАЛЬТИЧНОГО ПРИНЦИПУ ДІЇ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПІНОБЕТОННИХ РОЗЧИНІВ 279
Дмитро Васильович Коцеруба, Іван Васильович Коц ЕФЕКТИВНІ КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ КОТЕДЖНОГО ТИПУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ282 ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ 282
Микола Сергійович Опарін ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЛОСКОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА ВІД ЙОГО КУТА НАХИЛУ 284
Олег Володимирович Бадяка ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЬ 287
Артем Вікторович Дем'янчук МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ВЕЛИКОГО ОБ'ЄМУ 289
Катерина Володимирівна Анохіна, Олег Володимирович Гладун СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ 291
Іван Васильович Коц, Андрій Анатолійович Трубаєнко ТЕХНОЛОГІЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ІН'ЄКТУВАННЯ ДЛЯ ГЛИБИННОГО НАСИЧЕННЯ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ СПОРУД 293
Іван Васильович Коц, Олена Володимирівна Дєдова СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ УТРИМУВАННЯ ТВАРИН 296
Іван Васильович Коц, Валерій Платонович Башинський, Михайло Іванович Побережний ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У БУДІВНИЦТВІ 299
Наталія Миколаївна Осадчук СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ У ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ 302

Юрій Петрович Куриленко, Іван Васильович Коц ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ГЛИБИННОГО ГІДРОІМПУЛЬСНОГО УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ 305
Оксана Миколаївна Черніченко, Леся Миколаївна Оцупок, Сергій Миколайович Коломієць ЕФЕКТИВНІ КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ГЕЛІОПОКРІВЛЕЮ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ КОТЕДЖНОГО ТИПУ 308
Станіслав Васильович Коновалов, Наталія Петрівна Коновалова ГІПОТЕЗА ЩОДО МОЖЛИВОСТЕЙ ВИДІЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ «ВОДЯНОГО ГАЗУ» У ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛАХ 311
Георгій Сергійович Ратушняк, Дмитро Анатолійович Шпіта ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК 314

Секція технічної теплофізики та промислової теплоенергетики

Наталя Вікторівна Волгушева, Ігор Ігорович Мукмінов, Оксана Станіславівна Бондаренко, Ірина Леонідівна Бошкова ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОДВОДА ТЕПЛОТЫ 317
Ірина Леонідівна Бошкова, Наталя Вікторівна Волгушева, Тамара Юріївна Дементьева ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОВОЛНОВО-КОНВЕКТИВНЫХ СУШИЛОК ДЛЯ ЗЕРНА 324
Михайло Костянтинович Безродний, Наталя Олександрівна Притула, Ірина Юріївна Опанасюк КОМБІНОВАНА ТЕПЛОНАСОСНА СХЕМА ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ З РЕКУПЕРАТОРОМ ТЕПЛОТИ ТА ЧАСТКОВОЮ РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ПОВІТРЯ 329
Павло Миколайович Гончарук, Наталя Олександрівна Притула ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛО ТА ХОЛОДОПОСТАЧАН-НЯ ПІДПРИЄМСТВА ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ З ВСТАНОВ-ЛЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСА OILON 333
Дмитро Вікторович Степанов ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕФЕКТИ БІОГАЗОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ 336
Елла Іллівна Альтман, Яків Григорович Верхівкер ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СИЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ 340
Сергій Олексійович Ословський, Михайло Костянтинович Безродний АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ 344
Станіслав Йосипович Ткаченко, Ксенія Олександрівна Іщенко, Дмитро Іванович Денесяк ЗРОСТАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ ЗА УМОВ РУЙНУВАННЯ РЕОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ СУБСТРАТУ 347
Михайло Костянтинович Безродний, Тимофій Олексійович Місюра АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОНАСОСНО-РЕКУПЕРАТОРНОЇ СХЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ШКІЛЬНІЙ БУДІВЛІ 351
Артем Вікторович Грич, Андрій Миколайович Радченко ДВОСТУПЕНЕВА СИСТЕМА КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ АВТОНОМНОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ 354
Олексій Валерійович Остапенко, Андрій Миколайович Радченко СТУПЕНЕВА ЕЖЕКТОРНО-АБСОРБЦІЙНА СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ГАЗОВОГО ДВИГУНА В ХОЛОД 358
Валентин Петрович Петренко ОСОБЛИВОСТІ КРИЗОВИХ РЕЖИМІВ В ПЛІВКОВИХ ВИПАРНИХ АПАРАТАХ ПІД ЧАС КОНЦЕНТРУВАННЯ ГУСТИХ ЦУКРОВИХ РОЗЧИНІВ 361
Михайло Костянтинович Безродний, Олександр Олександрович Майстренко ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОНАСОСНО-АДСОРБЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОНСЕРВУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ 365
Євген Олексійович Павлович, Станіслав Йосипович Ткаченко СПРЯЖЕНА ЗАДАЧА ТЕПЛООБМІНУ ЧЕРЕЗ ЦИЛІНДРИЧНУ ТОНКУ МЕТАЛЕВУ СТІНКУ МІЖ РІДИНАМ, РЕАЛІЗАЦІЯ РЕГУЛЯРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ 369
Ігор Васильович Фетов, Андрій Сергійович Гавриш ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ ДВУОКИСУ ВУГЛЕЦЮ В КОНДЕНСАТОРІ ТРИСТУПЕНЕВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ 371
Дмитро Вікторович Степанов, Михайло Ігорович Верещак ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ 374
Лілія Анатоліївна Боднар, Тетяна Анатоліївна Сологуб ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОГЕНЕРАТОРА Е - 1- 9 ПРИ ПЕРЕВЕДЕННІ НА СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ВИДІВ ПАЛИВ 377

Наталія Дмитрівна Степанова, Іван Олегович Коломієць ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА НА РІЗНИХ ВИДАХ ПАЛИВА 384
Борис Петрович Кудін, Alina Kudina-Lundstrom РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 387
Лілія Анатоліївна Боднар, Володимир Сергійович Софієв ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДАХ ПАЛИВА 391
Микола Олександрович Костюк, Юрій Миколайович Костюк, Тарас Юрійович Поповський ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИСОКОВОЛЬТНИХ СИСТЕМ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ 394
Наталія Дмитрівна Степанова, Станіслав Йосипович Ткаченко ОЦІНКА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ МЕТАНОГЕНЕЗУ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ 399
Наталія Дмитрівна Степанова, Анастасія Володимирівна Гарбуз ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ 402
Олександр Юрійович Співак, Володимир Іванович Мазур, Олександр Анатолійович Савенко, Олександр Ігорович Штуй ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА 405
Ольга Володимирівна Власенко, Станіслав Йосипович Ткаченко ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОСНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ОБ'ЄМІ РІДИННОГО СЕРЕДОВИЩА 409
Наталія Резидент НЕСТАЦІОНАРНИЙ ТЕПЛООБМІН В ОБМЕЖЕНОМУ ОБ'ЄМІ 412
Наталія Дмитрівна Степанова, Яна Сергіївна Горовенко ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ПРИМІЩЕННЯМИ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 416
Ірина Валеріївна Фіник, Олександр Юрійович Співак ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В КОЛОНКОВИХ СУШАРКАХ 419
Станіслав Йосипович Ткаченко УМОВИ СОЦІАЛЬНОЇ, ЕНЕРГО- І ЕКОЛОГОЕФЕКТИВНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ БІОГАЗОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ 422
Ірина Іванівна Булах, Олена Володимирівна Шиманська АНАЛІТИЧНИЙ ПОГЛЯД НА СИСТЕМУ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ 424
Дмитро Вікторович Степанов, Лариса Василівна Скородзієвська, Ілля Васильович Левадський ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОТЛА БГМ-35М ПРИ СПАЛЮВАННІ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА 428

УДК 624.131

В. В. Шевчук
І. В. Маєвська

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РІЗНИХ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ ОСІДАННЯ ПАЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано порівняльні розрахунки осідання забивних та бурових паль за методиками українських та російських норм. Показано, що в більшості випадків теоретичні методики дають завищене значення деформацій, а для бурових паль у піщаних ґрунтах – занижене значення.

Ключові слова: паля, осідання, умовний фундамент, пружне середовище

Annotation

Comparative calculations of sedimentation of hammering and drilling piles according to the methods of Ukrainian and Russian norms were performed. It is shown that in most cases theoretical methods give an overestimation of the deformations, and for drilling piles in sandy soils - an underestimated value.

Keywords:. piles, sediment, conditional foundation, resilient environment

Вступ

Незважаючи на тривалий досвід застосування пальових фундаментів та значну кількість досліджень взаємодії паль з ґрунтом, методи розрахунків одиночних паль та пальових фундаментів за першою та другою групами граничних станів мають недостатню достовірність. В окремих випадках похибка у визначенні несучої здатності, F_d, і осідання паль, s, сягає 300 % [1].

Наявні інженерні методи розрахунку осідання паль і пальових фундаментів базуються на припущеннях, в яких не враховані ті чи інші важливі аспекти напружено-деформованого стану системи «паля – ґрунтова основа». Спрощеність розрахункових схем призводить до невідповідності отриманих за розрахунками величин даним натурних спостережень. Тобто актуальною проблемою залишається удосконалення методики визначення осідання паль при вертикальному навантаженні, що ґрунтується на основних закономірностях взаємодії паль і пальових фундаментів з основою, забезпечує прийнятну точність результатів і є достатньо простою і наочною.

У даній роботі поставлена задача проаналізувати існуючі в різних нормах [2 - 4] методики розрахунку осідань паль і порівняти їх результати з даними статичних випробувань паль в натурних умовах.

Результати дослідження

При вирішенні поставленої задачі були використані результати статичних випробувань бурових, буроін'єкційних та забивних паль, виконаних у Науково-дослідному інституті будівельного виробництва, Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій м. Київ, та ЧП «Регіонспецбуд» м. Харків. Розглянуті результати натурних випробувань 4 бурових паль, 3 буроін'єкційних та 2 забивних паль з 8-ми різних площадок. Райони випробувань знаходяться в таких містах: м. Київ, с. Чайка Київської області та м. Харків. Майданчики мали різні ґрунтові умови з спиранням паль як на піщані, так і на глинисті ґрунти. Випробовувались палі різної довжини. Довжини паль знаходяться в діапазоні від 8,4 до 33,4 м. Діаметр ствола паль знаходиться в межах від 0,35 м до 0,83 м, одна з бурових паль має розширення в зоні нижнього кінця. Забивні палі мають переріз 0,3х0,3 м. Навантаження, яке може витримати конкретна паля, визначалося при досягнені межі осідання s = 40 мм.

Виконано порівняння осідань паль за даними випробувань з осіданнями, визначеними за рекомендованими чинними нормативними документами інженерними методиками України [2] та Росії [3, 4].

Чинними українськими нормами [2] рекомендовано два методи розрахунку осідання палі: метод стержня в пружному півпросторі та метод умовного фундаменту, причому метод умовного фундаменту рекомендується використовувати для забивних паль довжиною до 10…12 м. В даному дослідженні метод умовного фундаменту був проаналізований для всіх видів дослідних паль.

Чинними російськими нормами [3, 4] крім метода умовного фундаменту, який пропонується використовувати для великих пальових груп, рекомендовані два методи розрахунку осідань для одиночних паль: метод, регламентований СП 50-102-2003 [3] та метод, регламентований [4] або додатком 4 відміненого СНиП [5].

За результатами випробувань та розрахунків будувались графіки осідання-навантаження для всіх дослідних паль.

На рис. 1 - 4 для прикладу представлені результати порівняння залежностей осідання-навантаження, визначених розрахунками за методиками норм [2 - 4], та залежностей осідання-навантаження за результатами польових випробувань статичним навантаженням для чотирьох дослідних паль. У таблиці 1 наведені результати порівняльних розрахунків.

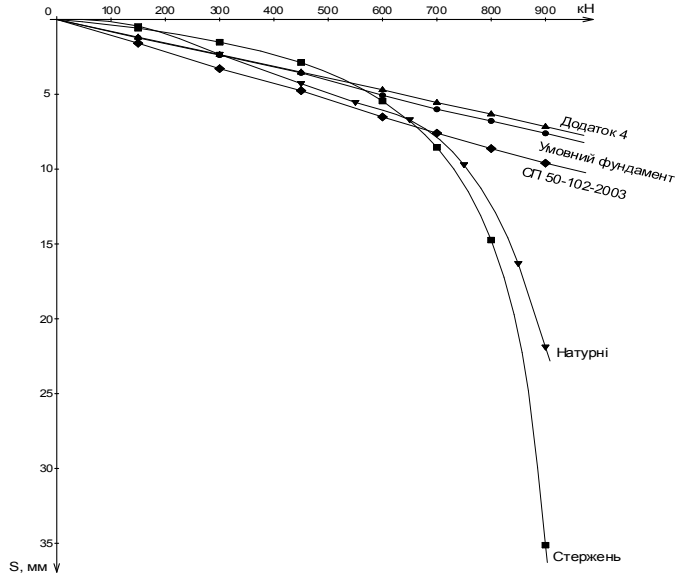


Рис 1. Залежність осідання – навантаження для забивної палі по вул. Бажана в м. Київ, яка спирається на пісок дрібний

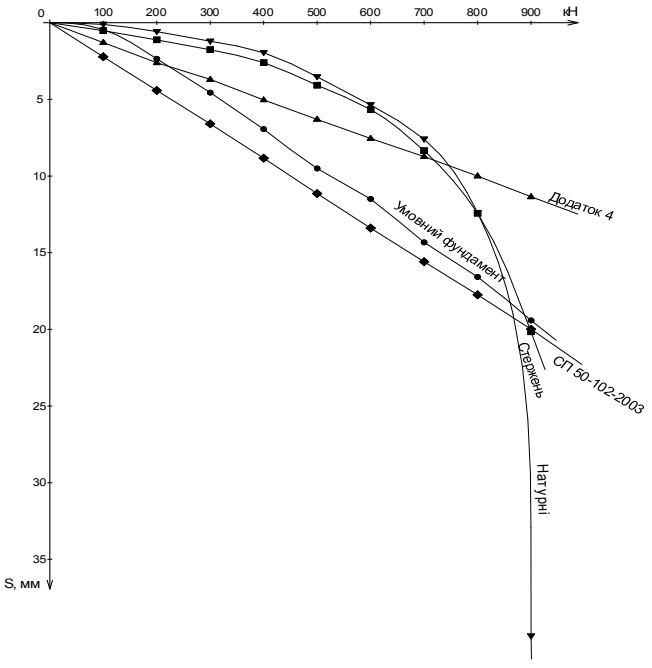


Рис. 2. Залежність осідання – навантаження для забивної палі по пров. Рогатинський в м. Харків, яка спирається на глину

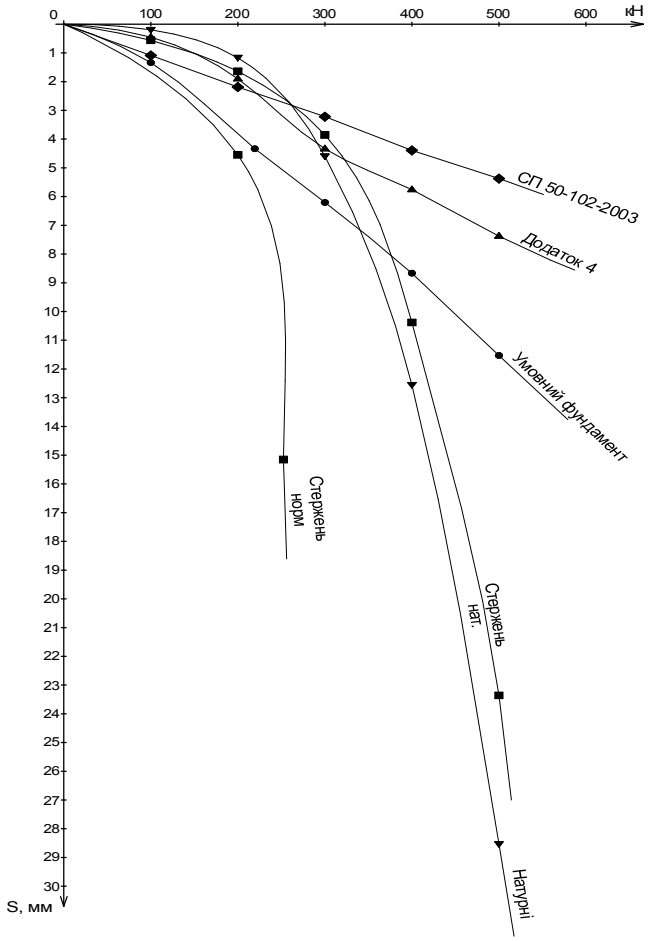


Рис. 3. Залежність осідання – навантаження для бурової палі в м. Бобровиця Київської обл., яка спирається на супісок

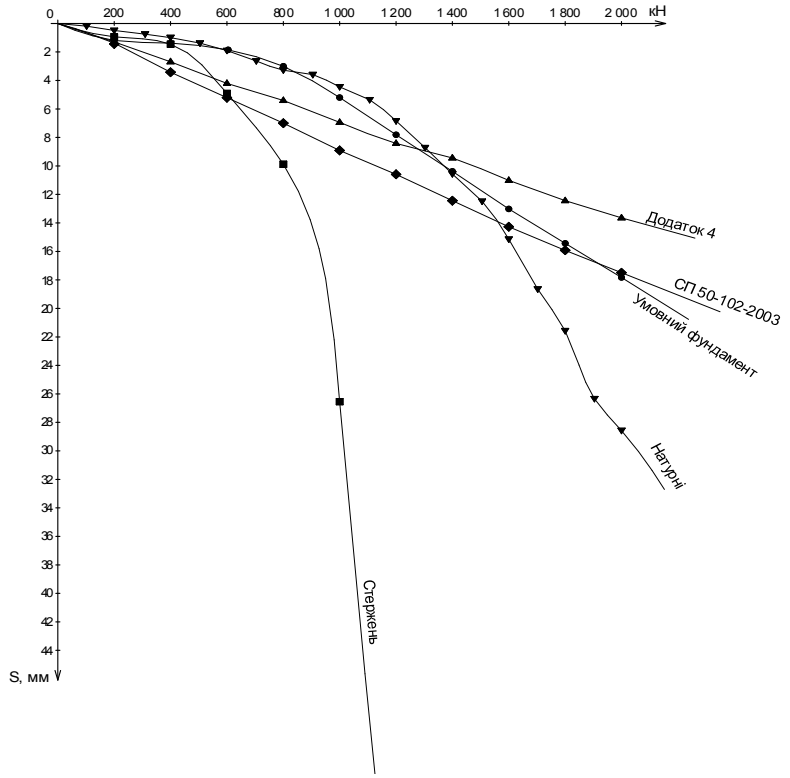


Рис. 4. Залежність осідання – навантаження для бурової палі в м. Київ, Спортивна площа (ИС-2), яка спирається на пісок пилуватий щільний

Таблиця 1 - Результати порівняльних розрахунків осідання паль різними методами з даними статичних випробувань натурних паль

№ досліду	Майданчики розміщення дослідних паль	Параметри паль			Грунт під нижнім кінцем палі	Грунти по бічній поверхні палі	Осідання палі при навантаженні, яке дорівнює несучій здатності, визначеної теоретичним шляхом (F_d), мм				
		вид палі	довжина, м	діаметр або сторона, м			при натурних випробуваннях	за методом умовного фундаменту	за методом стержня в пружному півпросторі	за СП 50-102-2003	За дод. 4 СНиП 2.02.03-85
1	м. Київ, Печерський р-он, Спортивна площа, ИС-1	Бурова з розширенням	33,4	0,83 / 1,60	Глина, I_L =0,17; E = 22 МПа	Пісок пил., суглинок, пісок сер.	23,0	21,0	>40	35,0	>40
2	“ ИС-2	Бурова	10,8	0,83	Пісок пил., щільний, E=20 МПа	Суглинок, пісок сер.	4,2	5,0	20,0	8,5	7,0
3	м. Київ, Печерський р-он, вул. Мечникова, ИС-2	Буроін’єкційна	23,0	0,62	Глина, I_L =0,11; E = 30 МПа	Супісок, пісок пил., суглинок	5,0	10,2	26,0	13,0	14,0
4	Київська обл., с. Чайка	Бурова (буріння насухо)	20,0	0,62	Пісок сер. крупн., E=35 МПа	Пісок сер. крупн.	20,0	6,0	30,0	15,0	12,0
5	м. Київ, Голосіївський р-он, вул. Трутенко, ИС-1	Буроін’єкційна	16,0	0,62	Глина тверда, I_L < 0; E = 20 МПа	Супісок, пісок дрібн.	3,0	18,5	25,0	16,0	11,3

Продовження таблиці 1

№ досліду	Майданчики розміщення дослідних паль	Параметри паль			Грунт під нижнім кінцем палі	Грунти по бічній поверхні палі	Осідання палі при навантаженні, яке дорівнює несучій здатності, визначеної теоретичним шляхом (F_d), мм				
		вид палі	довжина, м	діаметр або сторона, м			при натурних випробуваннях	за методом умовного фундаменту	за методом стержня в пружному півпросторі	за СП 50-102-2003	За дод. 4 СНиП 2.02.03-85
6	Київська обл., м. Бобровиця, ИС-1	Бурова	10,0	0,35	Супісок з вкл. жорстви, I_L =0,76; E = 25 МПа (через 2,0 м E=8,2 МПа)	Супісок, суглинок	2,4	4,5	8,0	2,6	3,3
7	м. Харків, пров. Рогатинський, ОЗС 3	Забивна	8,4	0,3х0,3	Глина, I_L = 0,17; E = 14 МПа	Суглинок, пісок дрібн.	40,0	19,3	20,5	20,0	10,2
8	м. Київ, Дарницький р-он, вул. Бажана, ИСЗ-3	Забивна	9,85	0,3х0,3	Пісок дрібний, E=29 МПа	Пісок дрібний	12,0	6,8	14,6	8,6	6,5
9	м. Київ, Дарницький р-он, вул. Григоренко, ИСЗ-3	Буроін’єкційна	16,0	0,62	Пісок різнозерн., щільний, E=32 МПа	Пісок пилуватий	40,0	9,6	4,3	13,0	9,8

Метод стержня в пружному півпросторі, запропонований українськими нормами [2], враховує нелінійний характер деформацій основи палі за межами межі пропорційності, решта методів засновані на пружній моделі ґрунту незалежно від прикладеного навантаження. Перевагою методу стержня в пружному півпросторі є також врахування деформацій ствола палі при дії стискуючого навантаження.

Аналіз використання метода стержня в пружному півпросторі (рис. 1 - 4, табл. 1) показав, що добру збіжність з результатами натурних випробувань він дає як раз для забивних паль довжиною до 10 м. Для бурових паль, особливо великої довжини, метод дає завищені значення. Однією з причин таких результатів є низька точність теоретичних методів визначення несучої здатності палі (P_u) та межі пропорційності на графіку осідання – навантаження (P_e), заснованих на теоретичному значенні допустимого навантаження на палю F_d. За рекомендаціями [1, 2] ці значення слід визначати за результатами натурних випробувань ґрунтів палями, а теоретичними емпіричними формулами користуватись за їх відсутності. Спроба побудови залежності осідання – навантаження за методом стержня в пружному півпросторі, заснованого на дослідних даних P_u та P_e, показала значне покращення збіжності результатів з натурними випробуваннями. На рис. 3 наведені дві криві осідання-навантаження за методом стержня в пружному півпросторі: перша з використанням дослідних даних P_u та P_e, а друга з використанням теоретичних формул норм. Для наведеного на рис. 3 прикладу маленької бурової палі (довжина 10 м, діаметр 0,35 м) використання дослідних даних призвело до практичної збіжності з результатами статичних випробувань натурної палі. Для паль більшої довжини використання дослідних даних наближає результати розрахунку осідання до фактичних, але все рівно вони виявляються завищеними. При цьому слід зауважити, що за наявності польових випробувань потреба в теоретичній методиці визначення осідання практично відпадає.

Метод умовного фундаменту переважно дає завищені значення осідань на початкових стадіях навантаження палі, але при наближенні до граничного значення навантаження дає прийнятні для практики прогнози величини осідання. Недоліком методу є те, що при відсутності дослідних даних статичного випробування палі граничне значення навантаження визначається доволі приблизно з імовірною значною похибкою. Слід відзначити, що для довгих паль, розташованих у піщаних ґрунтах (дослідні палі № 4 та 9), метод умовного фундаменту дає занижені значення. Хоча занижені значення для таких паль дають практично всі проаналізовані методики. Можливо це пов’язане з неточністю визначення модуля деформації піщаного ґрунту.

Методи російських норм мають такі самі недоліки, як і метод умовного фундаменту.

Одним з варіантів вдосконалення визначення напружено-деформованого стану (НДС) системи «паля – основа» є застосування чисельного моделювання. Планом подальшого дослідження є застосування програмного комплексу «Plaxis 3D Faundation», за допомогою якого моделюватиметься напружено-деформований стан системи.

Висновки

1. Осідання одиночних паль під дією навантаження, рівного несучій здатності ґрунту її основи F_d, визначені за рекомендаціями чинних нормативів, у більшості випадків перевищують дослідні на велину 20 -200%. Для довгих паль на піщаних ґрунтах теоретичні значення осідань занижені.

2. Характер кривих розрахункових осідань, отриманих за рекомендаціями чинних нормативів, за виключенням методу стержня в пружному півпросторі, лінійний, що не відповідає дійсному графіку осідань. Така невідповідність може призвести до значних похибок у визначенні деформованого стану споруд.

3. Методики розрахунку осідань паль потребують вдосконалення..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мелашенко Ю. Б. Взаємодія пальових фундаментів з грунтовою основою при вертикальному навантаженні: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.23.02 / Ю. Б. Мелашенко; Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК). - Київ, 2009. - 20 с.

2. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).

3. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов» - М .: Госстрой России, 2004. – 102 с.

4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты : актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – [Введен в действие с 2011–05–20]. – М.: Минрегион России, 2010. – 48 с.

5. Свайные фундаменты : СНиП 2.02.03-85. – [Введен в действие с 1–01–1987. Отменен с 1.07.11]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.

Шевчук Василь Васильович — магістрант гр. Б-18мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет. Вінниця, e-mail: viryss2009@ukr.net.

Науковий керівник: ***Ірина Вікторівна Маєвська*** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: irina.-mayevskaja@gmail.com.

Vasyl Shevchuk - Master hr. B-18mi, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University.

Supervisor **Irina V. Majewska** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

УДК 624.016.7

Гріщенко Р. П.
Маєвська І. В.

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ҐРУНТОЦЕМЕНТУ ПРИ ЧАСТКОВІЙ ЗАМІНІ ҐРУНТУ НА ЗОЛУ ВИНЕСЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *В даній роботі наведено результати експерименту з визначення міцності ґрунтоцементну при введенні у склад суміші золи-винесення у значній кількості. Мінявся вміст золи-винесення від 30 до 50% від ваги ґрунту при сталому вмісті цементу.*
Ключові слова: ґрунтоцемент; зола-винесення, міцність.

Abstract. This paper presents the results of an experiment to determine the strength of soil cement introducing the mixture of ash-removal in a significant amount into the composition. Changed content of fly ash from 30 to 50% by weight of soil with a constant content of cement.
Keywords: soil cement; ash-bearing, strength.

Вступ

В останні роки отримав поширення метод влаштування штучних основ шляхом армування слабких ґрунтів вертикальними жорсткими елементами з ґрунтоцементу. Ефект такого армування основ полягає у тому, що у певному об'ємі слабкого ґрунту частина його замінюється жорстким матеріалом із достатньо великим модулем деформації. Модуль деформації утвореної штучної основи значно збільшується у порівнянні з модулем деформації природного ґрунту. Він може регулюватися за рахунок зміни відстані між сусідніми елементами армування та їх розмірів [1, 2].

На даний момент успішно впроваджуються в будівництво змішувальні методи виготовлення ґрунтоцементу: струменевий, буро-змішувальний і струменево-змішувальний.

При виготовленні ґрунтоцементного елемента буро-змішувальним методом в процесі буріння свердловини розпушується природний ґрунт без виїмки його зі свердловини за рахунок введення в нього спеціального змішувача. У зону розпушування нагнітають цементний розчин під тиском 0,2 - 0,5 МПа, який робочим органом ретельно перемішується з розпушеним ґрунтом. Розпушення ґрунту, подача цементного розчину і перемішування його з ґрунтом виконується по всій довжині ґрунтоцементного елементу. Після затвердіння суміші утворюється міцний ґрунтоцементний елемент циліндричної форми, який не розмокає у водному середовищі [1 - 3].

Питання використання ґрунтоцементу як матеріалу паль та укріплення основи будівель протягом останніх років вивчають учені Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка, зокрема д.т.н., проф. М. Л. Зоценко, к.т.н. Ш. Ш. Ларцева, к.т.н. Р. В. Петраш, к.т.н. М. В. Петруняк та інші.

Міцність і стисливість ґрунтоцементну залежать від наступних факторів:

- вміст цементу і його якість;
- властивості ґрунтів (піщаний ґрунтоцемент завжди більш міцний, ніж глинистий);
- термін і умови затвердіння цементу: за рік міцність ґрунтоцементу збільшується вдвічі в порівнянні з 28-добовим терміном;
- за умови додаткового ущільнення ґрунтоцементу при виготовленні його зразків у лабораторних умовах можна досягти характеристик скельних ґрунтів при значному тиску ущільнення і термічній обробці.

Оскільки до міцності ґрунтоцементних елементів не ставляться надто високі вимоги, то для економії цементу можна пропонувати введення різноманітних мінеральних добавок. Зокрема такою добавкою може бути зола винесення, яка успішно використовується в якості мінеральної добавки при виготовленні бетону [4]. З 2018 року при кафедрі БМГА ВНТУ виконувались дослідження властивостей ґрунтоцементу, у склад в'яжучого якого на заміну цементу надавалась зола винесення у кількості від 20 до 80% від ваги цементу [5]. Дослідження показали, що застосування золи в якості

мінеральної добавки при виготовленні ґрунтоцементу дає позитивний ефект. За допомогою додавання оптимальної кількості золи може бути підвищена міцність ґрутноцементних конструкцій.

Оскільки зола винесення приймає участь у структуроутворенні ґрунтоцементу, то була поставлена задача дослідити варіант з додаванням у склад суміші значної кількості золи, замінюючи нею не цемент, а ґрунт у складі суміші.

Виклад основного матеріалу дослідження

Вихідними матеріалами для виготовлення ґрунтоцементу прийнято цемент, зола винесення Ладижинської ТЕС, глинистий ґрунт, вода.

В якості в'яжучого для виготовлення експериментальних зразків і їх дослідження використовувався цемент марки 400. Цемент виготовлений згідно з вимогами ДСТУ Б В. 2.7-46-96.

Для виготовлення досліджуваних зразків ґрунтоцементу був використаний ґрунт – суглинок лесоподібний, жовто-коричневий, твердий, високопористий, карбонатний, просадочний з такими характеристиками: щільність ґрунту $\rho = 1{,}78$ г/см$^{3;}$ вологість ґрунту $W = 0{,}18$; вологість на межі розкочування $W_P = 0{,}17$; вологість на межі текучості $W_L = 0{,}24$.

Для приготування ґрунтоцементних зразків використовувалась вода гідрокарбонатно-кальцієва, слабомінералізована, слаболужна, показник pH = 8, яка не містить шкідливих домішок, що перешкоджає нормальному твердінню цементу.

Зола винесення Ладижинської ТЕС - полімінеральний тонкодисперсний порошок, побічний продукт спалювання твердого палива на ТЕЦ. Фізико-механічні властивості золи виносення такі: гідравлічна активність 0,4 МПа; насипна густина 1150 кг/м^3; істинна густина 1,95 г/см^3; питома поверхня 2000…3000 см^2/г.

Відсоток в'яжучого у складі ґрунтоцементу за даними попередніх дослідників коливається в межах від 10 до 30 %. При дослідженнях виконано дві серії зразків, відсоток цементу в яких прийнято сталим і таким, що складає відповідно 20 та 10%.

При дослідженнях частина ґрунту замінювалась на золу винесення згідно з програмою, що наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Програма дослідження

№ серії	Цемент, % від ваги ґрнуту	Цемент, г	Зола, % від ваги ґрнуту	Зола, г	Ґрунт, г	Вода, г
1	20	400	50	1000	1000	330
	20	400	40	800	1200	330
	20	400	30	600	1400	330
2	10	200	50	1000	1000	330
	10	200	40	800	1200	330
	10	200	30	600	1400	330

Методика виготовлення ґрунтоцементної суміші полягала в наступному. Цемент та вода у необхідній кількості перемішувались вручну до отримання однорідного стану, так званого цементного молока. Потім в отриманий розчин додавався ґрунт з певною вологістю та зола виносення – отримана суміш перемішувалась до однорідної маси. Після перемішування ґрунтоцементну суміш було викладено у форми (рис. 1). Розміри кубиків 70х70х70 мм.

На третю добу після формування кубики витягувались з форм і зберігались до випробування у воді протягом 28 діб (час набору міцності).

Після набору міцності випробування проводились згідно з ДСТУ Б В.2.7-214:2009 як для бетонів з урахуванням ДСТУ Б В.2.1-4-96. Зразки випробовувались за допомогою пресу. На кожне випробування було виготовлено по 3 зразки однієї серії (однаковий вміст ґрунту, цементу, В/Ц).

Прикладення навантаження проводилось до руйнування зразка (рис. 2). На рисунку 3 показано структуру зразків грунтоцементу.

У таблиці 2 та на рис. 4 наведені результати випробувань.

Рис. 1 – Процес укладання ґрунтоцементної суміші у форми

Рис. 2 – Зразок грунтоцементу після руйнування на пресі

Рис. 3 – Структура ґрунтоцементу

Таблиця 2 – Значення міцності ґрунтоцементу із різним вмістом золи винесення

№ серії	Вміст цементу, %	Вміст золи винесення, %	Середня міцність на стиск за результатами випробування трьох кубиків, МПа
1	20	50	4,47
	20	40	2,95
	20	30	2,38
2	10	50	1,71
	10	40	1,29
	10	30	1,36

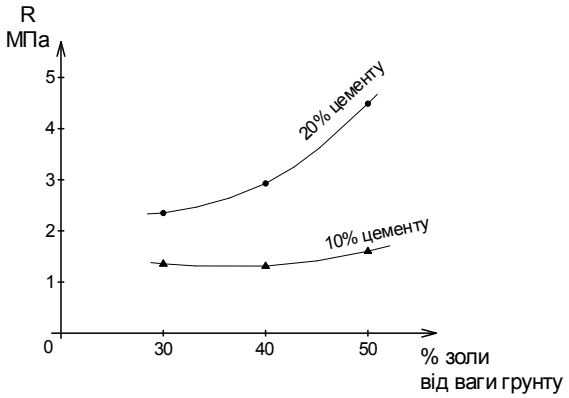


Рис. 2 – Графік залежності міцності ґрунтоцементу на стиск від вмісту золи винесення

З таблиці та графіку видно, що збільшення вмісту золи винесення призводить до збільшення міцності ґрунтоцементу. При вмісті цементу 20% від ваги ґрунту міцність ґрунтоцементу коливається в межах 2,3 – 4,5 МПа, при вмісті цементу 10% від ваги ґрунту міцність ґрунтоцементу коливається в межах 1,4 – 2,4 МПа.

Досвід використання ґрунтоцементу говорить про те, що така міцність достатня для цілей армування ґрунту, а в певних умовах і для влаштування ґрунтоцементних паль.

При подальших дослідженнях буде проаналізована економічна доцільність використання ґрунтоцементу із значним вмістом золи винесення у порівнянні з традиційним складом ґрунтоцементу.

Висновок

Застосування золи винесення у складі суміші при виготовленні ґрунтоцементу дає позитивний ефект. За допомогою додавання оптимальної кількості золи може бути досягнена потрібна міцність ґрунтоцементних конструкцій.

При виробництві ґрунтоцементу велике значення мають реологічні властивості золи, особливо висока тонкість помелу, вигідне фракціонування і куляста форма її частинок. За допомогою оптимізування золовмістних ґрунтоцементних сумішей, є можливість запропонувати виробникам економічні склади сумішей, з дотриманням потрібних фізико-механічний властивостей. Використання золи веде до поліпшення технічних і економічних характеристик ґрунтоцементних виробів.

СПИСОК ВИКОРИСАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зоценко М.Л., Борт О.В., Бідношия М.В., Петраш Р.В. До оцінки механічних властивостей грунтоцементу залежно від умісту його складових. // Зб. наук. праць (галузеве машино буд., буд-во)/ Полт. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава: ПНТУ, 2007. – Вип. 19. – С. 44-52
2. Петраш, Р. В. Спільна робота ґрунту та елементів армування, які виготовлені за бурозмішувальною технологією автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: 05.23.02 / Р.В. Петраш. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – 20 с.
3. Крисан, В. І. Дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового масиву, армованого ґрунтоцементними елементами, що виготовлені по струминно-змішувальній методиці: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: 05.23.02 / В. І. Крисан. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 24 с.
4. Использование золы-унос ТЭС в качестве добавки при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций и изделий. - Режим доступу: http://www.cpi-web.ru/Archive/using_zola_7_05.htm
5. Маєвська І. В., Очеретний В. П., Гончарук М.С. Визначення впливу добавок золи-винесення на властивості ґрунтоцементу / Іноваційні технології в будівництві. Міжнародна н/т конф. ВНТУ, Вінниця, 2018. Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/view/6020

Гріщенко Руслан Павлович — студент групи Б-18мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rusyagrischen@gmail.com

Науковий керівник: ***Маєвська Ірина Вікторівна*** — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com

Grischenko Ruslan- student of the group B-18mi, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rusyagrischen@gmail.com

Supervisor: ***Maievskaya Irina Victorivna*** - associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com

УДК 624.131

В. М. Нестеренко
Орінгель Гай
І. В. Маєвська

МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ПРОСТОРОВОМУ РОЗРАХУНКУ КАРКАСНОЇ БУДІВЛІ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Виконаний просторовий розрахунок багатоповерхової каркасної будівлі за допомогою програмного комплексу «ЛИРА 9,6». Розрахунок виконаний з використанням моделі ґрунтової основи у двох варіантах: з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості та з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи. Проаналізовано два варіанти ґрунтів основи з різною піддатливістю. Показано, що перехід до просторового моделювання призводить до більш адекватної картини розподілу внутрішніх зусиль і дозволяє для багатоповерхової каркасної будівлі одержувати більш економічні рішення.

Ключові слова: каркасна будівля, сумісна робота, модель ґрунтової основи, піддатливість ґрунту.

Annotation

Spatial calculation of multi-storey frame building was performed with the help of the software program "LIRA 9,6". The calculation was performed using a soil foundation model in two variants: modeling the soil's flexibility using bars with a given rigidity coefficient, and using a continuous finite element model of the soil base. Two variants of soil with different pliability are analyzed. It is shown that the transition to spatial modeling leads to a more adequate picture of the distribution of internal forces and allows for multi-storey frame building to obtain more economical solutions.

Keywords: frame building, teamwork, soil foundation model, soil pliability.

Вступ

Останнім часом у зв’язку з інтенсивним розвитком обчислювальної техніки і програмного забезпечення, у тому числі для персональних комп’ютерів, використання для розрахунку систем “основа–фундамент–будівля” апробованих програмних комплексів стало традиційним [1 - 4].

Досить часто для складання розрахункових схем системи “основа–фундамент–будівля” використовуються континуальні кінцево-елементні моделі. Основа в таких розрахункових схемах представляється як лінійно чи нелінійно деформівне середовище. З огляду на складність моделювання основи як континуального середовища, часто вдаються до спрощених розрахункових схем у відношенні основи, таких як застосування моделей з використанням коефіцієнту жорсткості.

Але в літературі відсутні будь-які рекомендації щодо відмінності результатів, які можуть бути одержані при використання різних способів моделювання основи.

У даній роботі поставлені задачі:

1) скласти розрахункову модель для комплексного спільного розрахунку надземної частини каркасної будівлі, фундаментів і ґрунтової основи у двох варіантах:

- з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості;
- з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи.

2) проаналізувати відмінність напружено-деформованого стану конструктивних елементів розглянутої будівлі при використанні різних моделей піддатливої основи.

Результати дослідження

Для розрахунку була обрана повнокаркасна чотирьох поверхова будівля з монолітними колонами та перекриттями, монолітною фундаментною плитою і самонесучими полегшеними стінами. З’єднання елементів каркасу приймаються жорсткими, що сприяє збільшенню зусиль в елементах

каркасу при виникненні нерівномірних деформацій ґрунтів основи. Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою елементів каркасу.

Для аналізу вводимо два варіанти ґрунтової основи:

1. Слабкі глинисті грунти з відносно невеликими модулями деформації;
2. Піщаний грунт з високим модулем деформації.

Розрахунки виконані за допомогою програмного комплексу Лира 9,6.

Для спрощення побудови моделі будівлі в програмі ЛИР-Визор виконуємо спочатку побудову основних вузлів майбутньої моделі в графічному редакторі AutoCAD з наступним імпортом їх у ЛИР-Визор.

Для моделювання конструкцій використовуємо такі кінцеві елементи:

1. Для моделювання балок та колон – КЭ1.
2. Для моделювання плит перекриття, фундаментів та стін – КЭ44.

Моделювання плит перекриття, фундаментів та стін виконуємо по ключовим вузлам за домогою інструменту триангуляції по контуру. Для триангуляції приймаємо чотирикутну чарунку з розміром сторони до 0,4 м.

Після побудови всіх кінцевих елементів моделі задаємо їм жорсткості.

Наступним кроком в побудові моделі будівлі являється формування завантажень. Для зручності побудови таблиці РСН (розрахункові сполучення навантажень) створюємо окремі завантаження для кожного з видів навантажень, що діють на будівлю. Приймаємо такі завантаження: власна вага конструкцій; вага конструкцій покрівлі, підлоги та ґрунту засипки; вага перегородок; вага стін з газобетону; вага сходів; корисне навантаження на плити перекриття; снігове навантаження.

Розрахунок при моделюванні ґрунтової основи за допомогою коефіцієнтів жорсткості (постелі)

Для введення коефіцієнтів жорсткості необхідно приєднати до моделі будівлі попередньо створену модель ґрунта за допомогою спеціального діалогового вікна в програмі ЛИР-Визор, і далі для елементів фундаментів задати коефіцієнти С1 та С2.

Після задання моделі ґрунта можна проводити розрахунок. Після розрахунку необхідно сформувати таблицю РСН та перенести результати визначених тисків під підошвою ґрунта в початкову розрахункову схему для перерахунку коефіцієнтів жорсткості. Операцію перерахунку повторювати до тих пір коли перестане змінюватись загальний вид розподілень тисків під підошвою фундамента.

Далі можна виконувати розрахунок армування в програмі ЛИР-Арм.

Розрахунок при моделюванні ґрунтової основи за допомогою моделювання просторових елементів ґрунтової основи.

Для моделювання просторових елементів ґрунтової основи необхідно спочатку приєднати до моделі будівлі попередньо створену модель ґрунта за допомогою спеціального діалогового вікна в програмі ЛИР-Визор. Процес моделювання ґрунтової основи здійснюється за допомогою підпрограми ГРУНТ, як показано на рисунку 1.

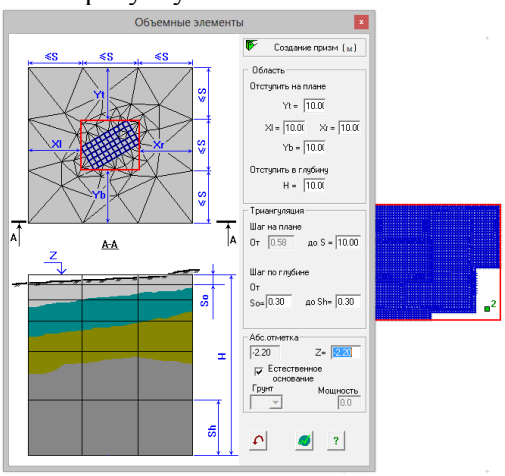


Рис. 1 – Моделювання просторових елементів грунтової основи за допомогою підпрограми ГРУНТ

Після роботи підпрограми ГРУНТ в програмі ЛИР-Визор генеруються просторові елементи грунтової основи, з'єднані спільними вузлами з побудованою раніше моделлю будівлі. Для цих елементів автоматично створюються нелінійні жорсткості, як показано на рисунку 2.

Перед виконанням розрахунку необхідно створити нелінійні завантаження для кроково-ітераційного розрахунку як показано на рисунках 2 - 4.

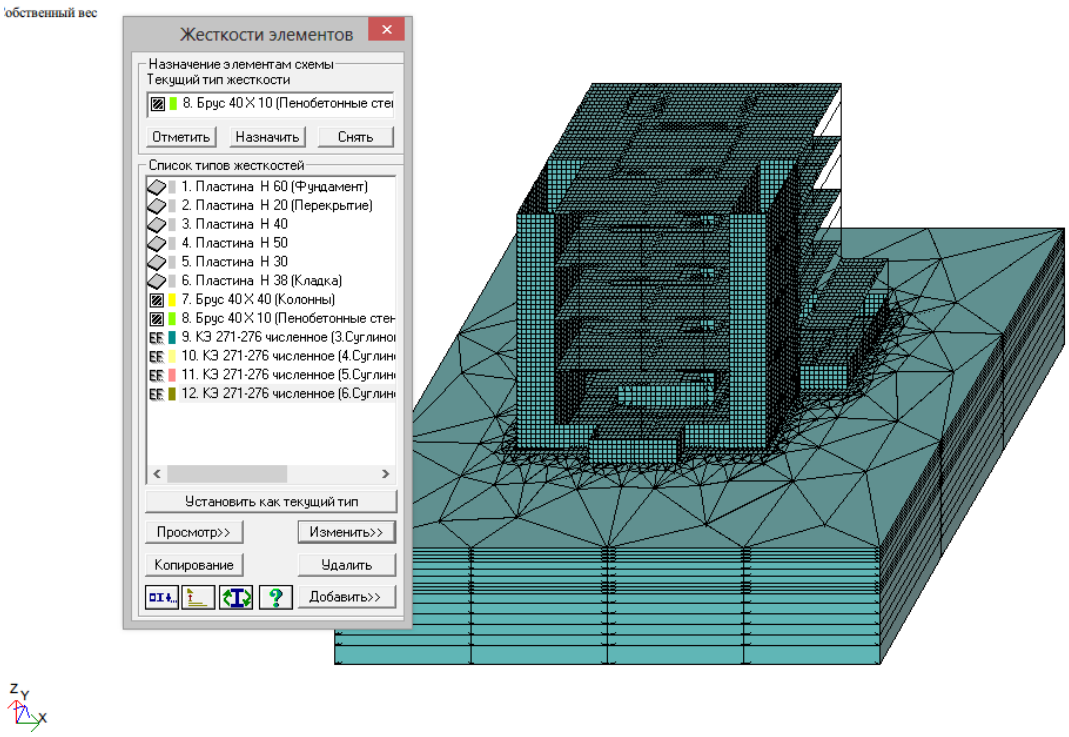


Рис. 2 – Жорсткості моделі будівлі разом із жорсткостями елементів грунтової основи

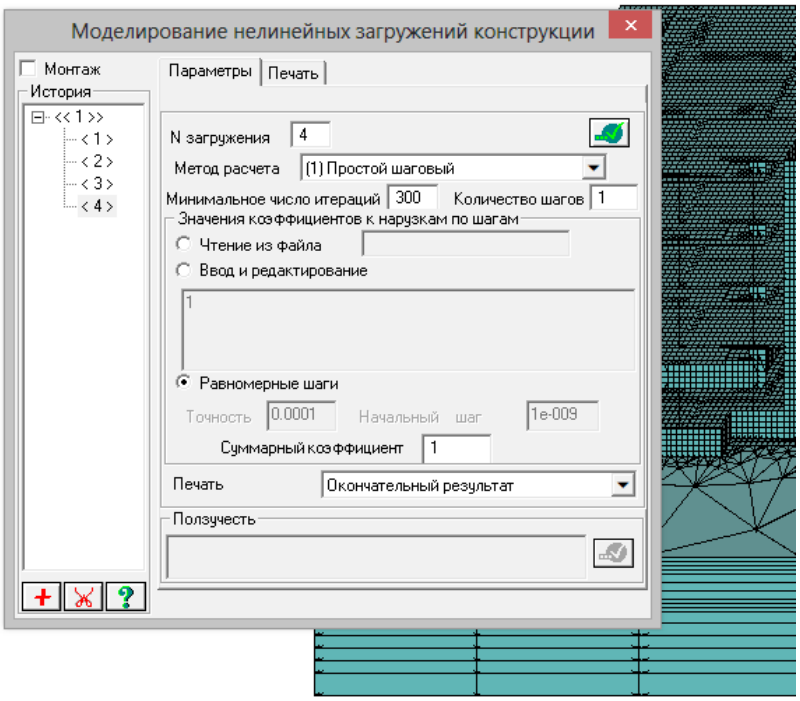


Рис. 3 – Створення нелінійних завантажень

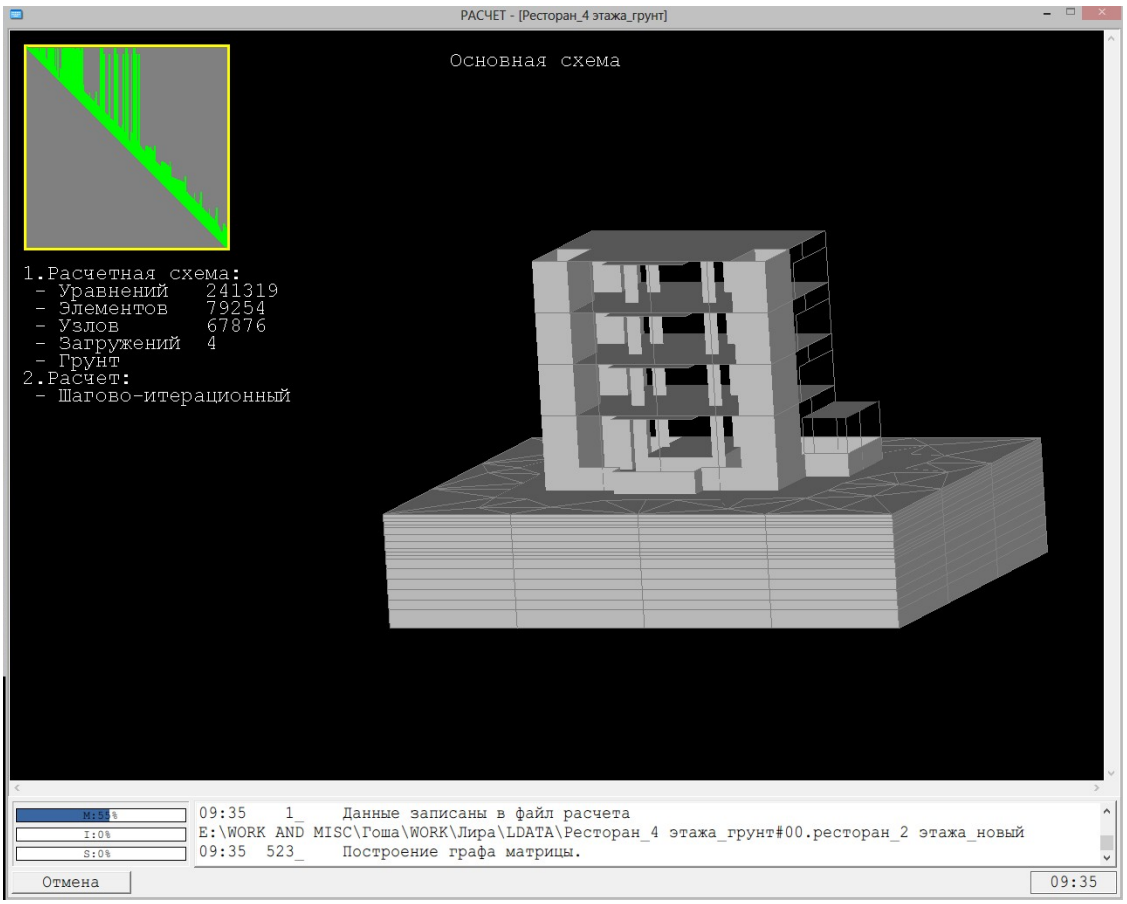


Рис. 4 – Крокового-ітераційний розрахунок моделі

Результати розрахунків в програмі Лира

Результати розрахунку армування плити перекриття будівлі вздовж нижньої грані показані на рисунках 5 – 8.

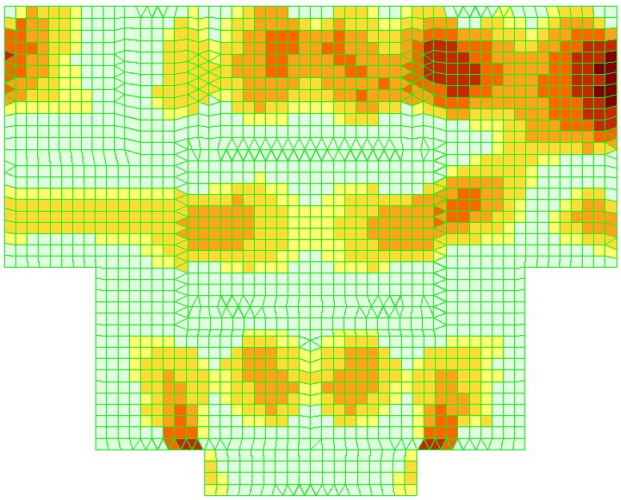


Рис. 5 – Ізополя армування плити перекриття при розрахунку за допомогою побудови просторових елементів грунта (глинисті грунти)

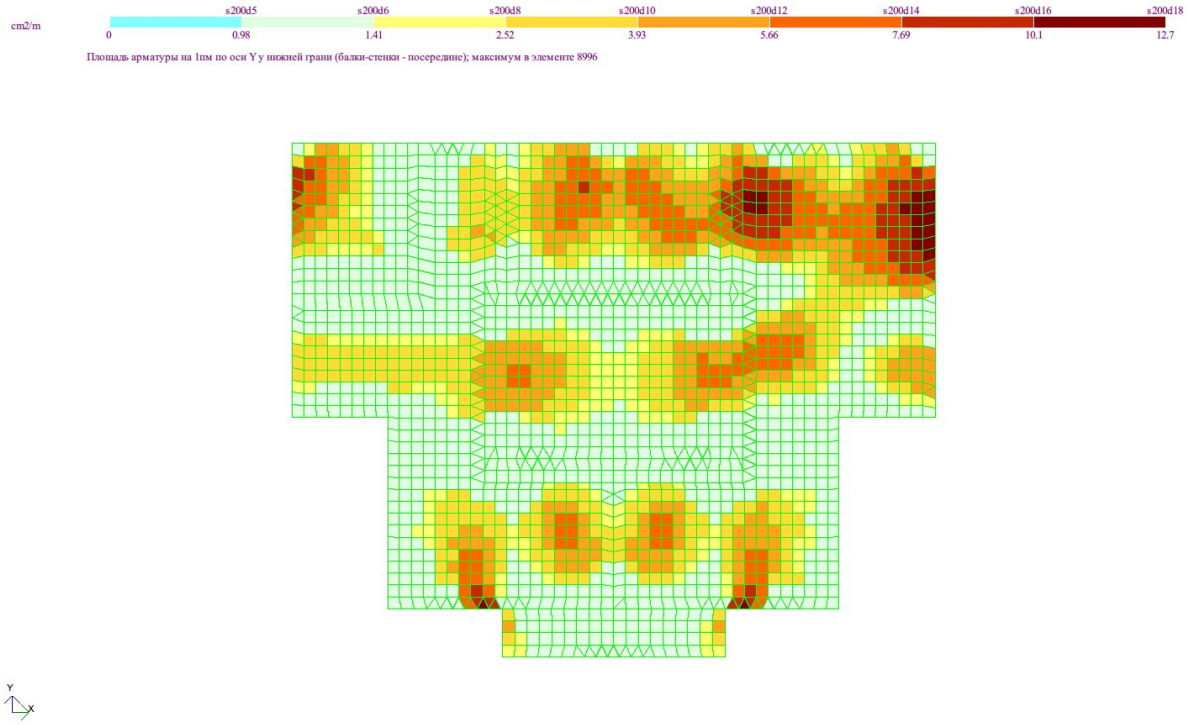


Рис. 6 – Ізополя армування плити перекриття при розрахунку за допомогою коефіцієнтів постелі (глинисті грунти)

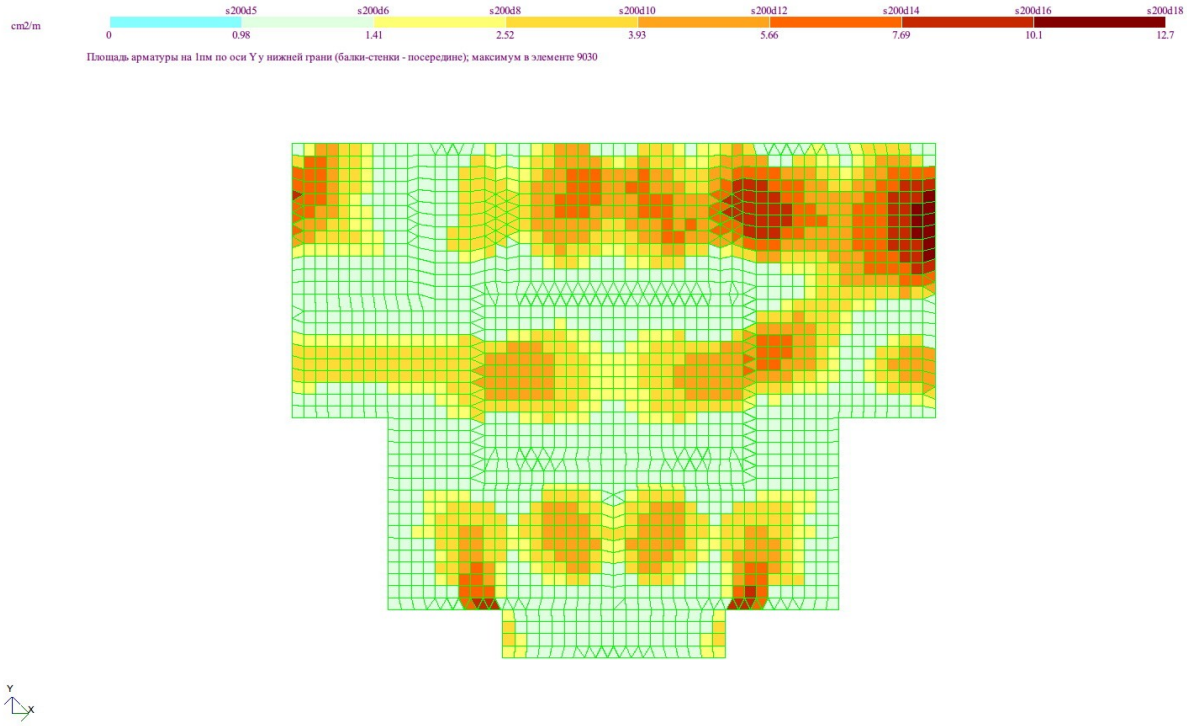


Рис. 7 – Ізополя армування плити перекриття при розрахунку за допомогою побудови просторових елементів грунта (піщані грунти)

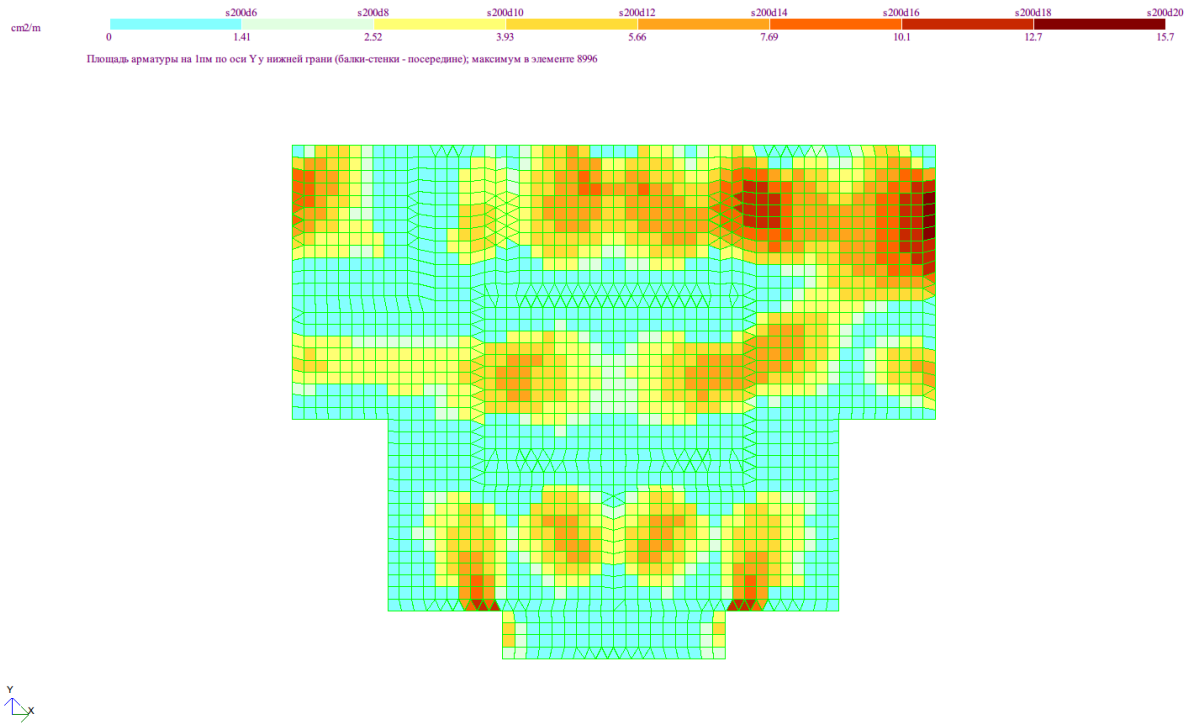


Рис. 8 – Ізополя армування плити перекриття при розрахунку за допомогою коефіцієнтів постелі (піщані грунти)

За результатами розрахунку були побудовані діграми залежностей кількості арматури від методів розрахунку та ґрунтів основи. Діаграми показані на рисунку 9.

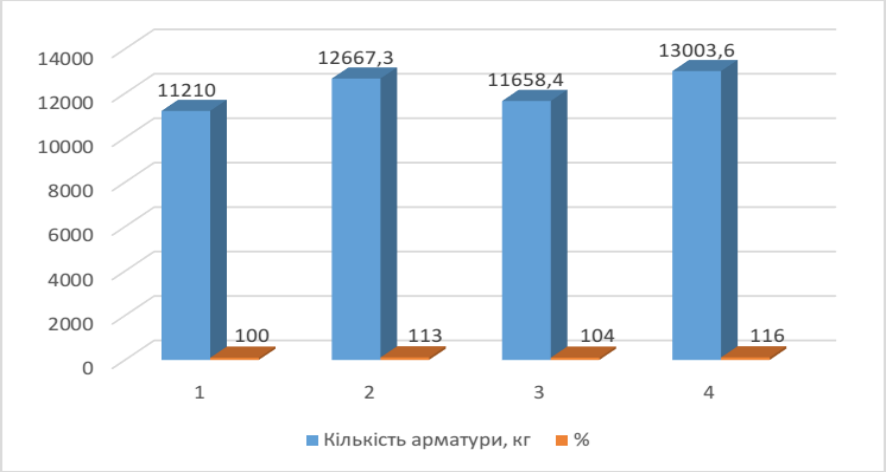


Рис. 9 – Діаграма залежності армування від методу розрахунку.
Пункти 1-4 на діаграмах:
1.Розрахунок на глинистих грунтах за допомогою просторових елементів грунта.
2.Розрахунок на глинистих грунтах за допомогою коефіцієнтів постелі.
3.Розрахунок на піщаних грунтах за допомогою просторових елементів грунта.
4.Розрахунок на піщаних грунтах за допомогою коефіцієнтів постелі.

Як видно з діаграм найбільший економічний ефект від вибору правильного методу розрахунку можна досягнути для будівлі з жорстким монолітним каркасом на глинистих більш піддатливих грунтах.

Висновки

Перехід до просторового моделювання призводить до більш адекватної картини розподілу внутрішніх зусиль і дозволяє для багатоповерхової каркасної будівлі одержувати більш економічні рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: [підручник]/ [М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлєв, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников].- Полтава, 2003. - 446 с.

2. Клепиков С. Н. Расчет сооружений на деформируемом основании. – К.: НИИСК, 1996. – 204 с.

3. Федоровский В.Г., Безволев С.Г. Прогноз осадок фундаментов мелкого заложения и выбор модели основания для расчета плит //Основания, фундаменты и подземные сооружения.-2000.-№4.

4. ПК ЛИРА, версия 9.0. Програмный комплекс для расчёта и проектирования конструкцій. /Справочно-теоретическое пособие под ред. Академіка АИН Украины А. С. Городецького. - К.-М.: 2003 -464 с.

Володимир Миколайович Нестеренко — магістрант гр. Б-18мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет. м.Вінниця, e-mail:nenyav@rambler.ru

Орінгель Гай - студент гр. Б-17мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет. М, Вінниця. Громадянин Ізраєля.

Науковий керівник: ***Ірина Вікторівна Маєвська*** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: irina.-mayevskaja@gmail.com.

Volodymir Nesterenko - Master hr. B-18mi, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University.

Oringel Guy - student of gr. B-17ms, faculty of construction thermal power engineering and gas supply, Vinnitsa National Technical University. M, Vinnytsia. Citizen of Israel.

Supervisor **Irina V. Majewska** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

УДК 624.154

Ю. Ю. Капшієнко
Н. В. Блащук

ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ПО БОКОВІЙ ПОВЕРХНІ ЗАБИВНИХ ПАЛЬ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Установлені значні систематичні розбіжності у величинах несучої здатності призматичних паль по боковій поверхні, що визначені наступними методами: за таблиця норм та за формулою з використанням характеристик міцності ґрунту,за американською методикою та моделюванням у Plaxis 3D.

Ключові слова: паля, несуча здатність, опір по боковій поверхні, питоме зчеплення, кут внутрішнього тертя грунту.

Abstract

Significant systematic differences in the values of the bearing capacity of the prismatic pales on the lateral surface are determined, which are determined by the following methods: for the table of norms and the formula using the characteristics of the strength of the soil, according to the American method and modeling in Plaxis 3D.

Keywords: pile, bearing capacity, lateral surface resistance, specific gravity, angle of internal friction of soil.

Вступ

Норми проектування пальових фундаментів [1] передбачають визначати їх несучу здатність аналітичними методами із використанням довідкових узагальнених таблиць або за характеристиками міцності на основі закону Кулона, також передбачається визначення за даними польових випробувань на статичне чи динамічне навантаження занурених паль, випробувань паль-зондів або статичного зондування ґрунтів. Несуча здатність паль найчастіше визначається аналітично. Метод розрахунку несучої здатності палі за характеристиками міцності на основі закону Кулона з'явився лише в нормах редакції 2009 р. і проектувальники досі користуються в більшості аналітичним методом із використанням довідкових узагальнених таблиць.

Метою даної роботи є порівняння опору по боковій поверхні забивних призматичних паль, що визначений за різними аналітичними методиками з результатами статичного зондування і моделювання у Plaxis 3D.

Результати дослідження

В нормативному документі для забивних паль рекомендується визначати опір по боковій поверхні або за таблицею Н.2.2 [1] або за формулою:

$$f_{2i} = \sigma_{zg,i} \frac{\nu_i}{1-\nu_i} tg\varphi_{I,i} + c_{I,i} \qquad (1)$$

де $\sigma_{zg,i}$ - напруження від власної ваги грунту в середині і-го розрахункового шару ґрунтової основи, кПа;

ν_i - коефіцієнт Пуассона і-го розрахункового шару ґрунтової основи;

$\varphi_{I,i}$ - кут внутрішнього тертя ґрунту і-го розрахункового шару ґрунтової основи, град.;

$c_{I,i}$ - питоме зчеплення ґрунту і-го розрахункового шару ґрунтової основи, кПа.

Таблиця Н.2.2 [1] в нормах була створена в результаті статистичної обробки даних випробувань паль в різних ґрунтових умовах на території колишнього радянського союзу. Дані в таблиці наведені з певною обережністю. Опір по боковій поверхні за допомогою таблиці визначався не один десяток років і, слід зауважити, що в сусідніх країнах і сьогодні він є основним для теоретичного розрахунку.

Для оцінки запропонованих в нормах підходів було визначено опір по боковій поверхні за таблицею Н.2.2 [1] та формулою Н.2.2 [1] (1.20), за американською методикою [51] та моделюванням у Plaxis 3D для різних ґрунтових умов на глибину 20 м. Глибина, для якої велись розрахунки, максимальна довжина призматичних паль згідно ДСТУ Б.В.2.6-65:2008.

На рис. 1 наведено графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару в однорідних ґрунтових умовах:

- для піску середньої крупності, середньої щільності $e = 0{,}55$, $\gamma_I = 18$ кН/м^3, $c_I = 1{,}33$ кПа, $\varphi_I = 34{,}5°$, $\vartheta = 0{,}3$;
- для піску дрібного, середньої щільності $e = 0{,}65$, $\gamma_I = 18$ кН/м^3, $c_I = 1{,}33$ кПа, $\varphi_I = 29{,}1°$, $\vartheta = 0{,}3$;
- для піску пилуватого, середньої щільності $e = 0{,}75$, $\gamma_I = 18$ кН/м^3, $c_I = 1{,}33$ кПа, $\varphi_I = 22{,}61°$, $\vartheta = 0{,}3$.

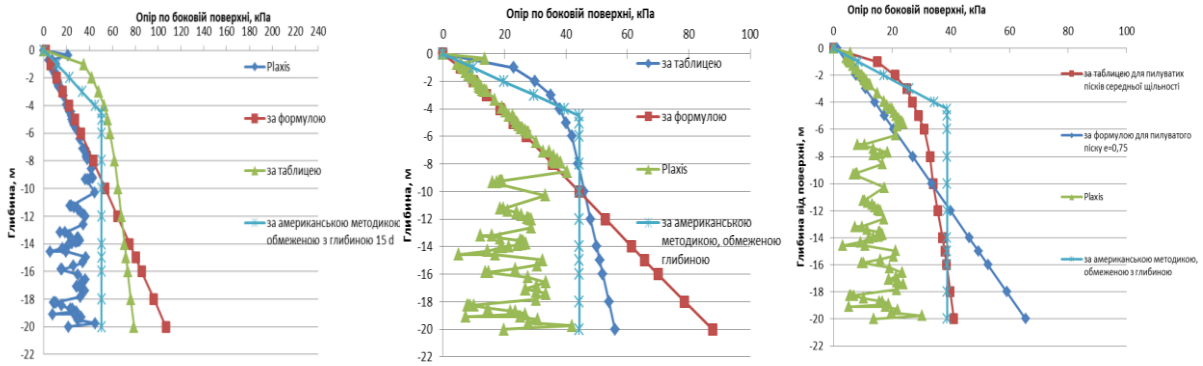


Рис. 1. Графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару для пісків

З рис. 1 для піщаних ґрунтів видно, що на глибині до 10-12 м опір по боковій поверхні за міцнісними характеристиками ґрунту менший за табличні значення, з глибиною він зростає і різниця складає від 20 до 60 %.

На рисунку 2 наведено графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару в однорідних ґрунтових умовах для супіску $0{,}25 < I_L \leq 0{,}75$, $e = 0{,}65$, $\gamma_I = 18$ кН/м^3, $c_I = 8{,}67$кПа, $\varphi_I = 20{,}9°$, $\vartheta = 0{,}3$.

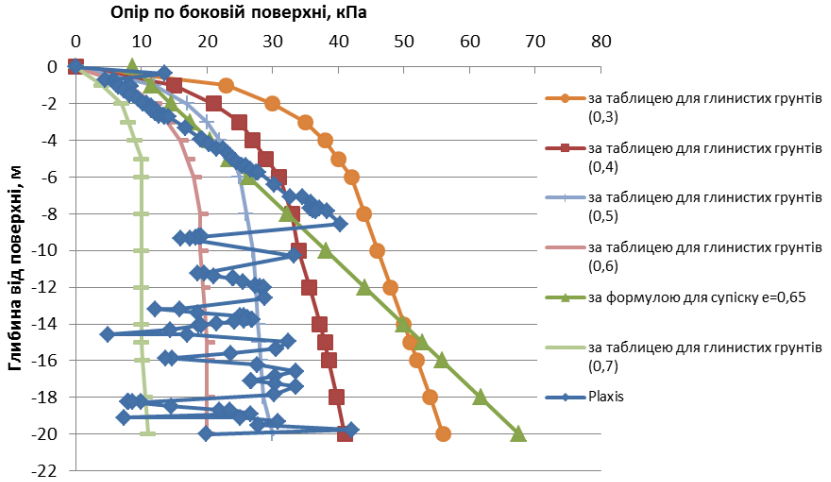


Рис. 2. Графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару для супіску $0{,}25 < I_L \leq 0{,}75$

З рис. 2 видно, що розбіжності між опором по боковій поверхні можуть бути дуже значними, особливо для супісків з коефіцієнтом пористості e=0,65 в твердому стані. Різниця в окремих випадках наближається до 300 %. У формулі (1) враховується напруження від власної ваги ґрунту, тому закономірним є суттєве зростання опору по боковій поверхні з глибиною.

На рисунку 3 наведено графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару в однорідних ґрунтових умовах для суглинку $0,25 < I_L \leq 0,5$, $e = 0,75$, $\gamma_I = 18$ кН/м^3, $c_I = 15,3$ кПа, $\varphi_I = 18,3°$, $\vartheta = 0,35$;

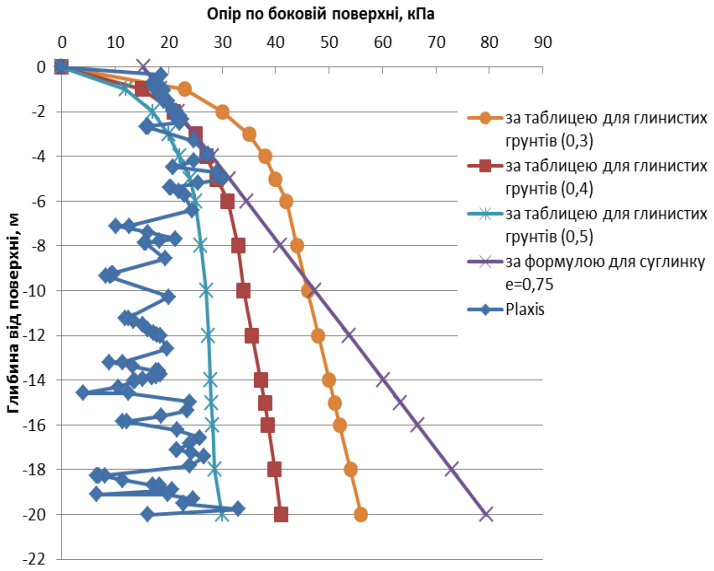


Рис. 3. Графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару для суглинку $0,25 < I_L \leq 0,5$

Для суглинків на рис. 3 характер розбіжностей аналогічний як для супісків (рис. 2). З глибиною різниця також збільшується.

На рисунку 4 наведено графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару в однорідних ґрунтових умовах для глини $0,25 < I_L \leq 0,5$, $e = 0,85$, $\gamma_I = 18$ кН/м^3, $c_I = 28,67$ кПа, $\varphi_I = 13,9°$, $\vartheta = 0,42$;

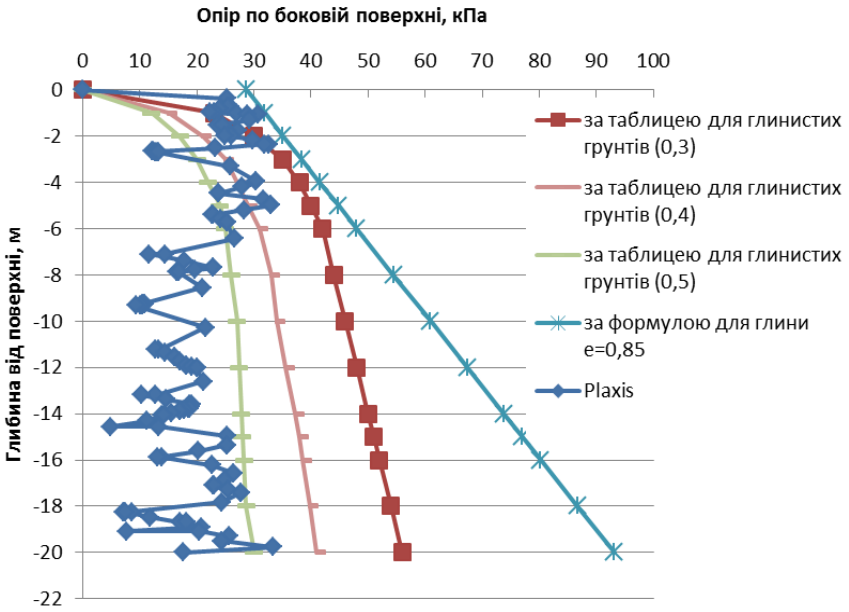


Рис. 4. Графік залежності бокового опору від глибини розташування і-го шару для глини $0,25 < I_L \leq 0,5$

Як видно з рис.4 для глин значення опору по боковій поверхні паль, що визначений за таблицею Н.2.2 та формулою (1) суттєво різняться. Опір за формулою (1), тобто за міцнісними характеристиками ґрунту більший, це пояснюється значною величиною питомого зчеплення. Опір по боковій поверхні, що визначений за формулою (1), з глибиною суттєво зростає та перевищує табличне значення до 3 раз. Різниця суттєво зростає для ґрунтів з більшим показником текучості.

З рис. 1- 4 також можна зробити висновок, що методика розрахунку опору по боковій поверхні палі за міцнісними характеристиками ґрунту повинна бути доопрацьована і апробована у порівнянні з результатами польових випробувань, можливо варто ввести умову щодо обмеження зростання опору з глибиною.

Для порівняння теоретичних розрахунків було використано дані статичного зондування. Опір по боковій поверхні за результатами статичного зондування можна отримати в тому випадку, якщо при випробуваннях використовувався зонд II типу. Такі випробування проводять рідше. Для порівняння використано матеріали статичного зондування УкрНДІпроцивільсільбуд в с. Чайки Києво-Святошинського району при багатоповерховій житловій забудові з об'єктами соцкультпобуту.

Статичне зондування виконано на глибину 18 м. При теоретичному розрахунку використовувались міцнісні характеристики ґрунту, що визначенні при статичному зондуванні. Ґрунти будівельного майданчику в місці статичного зондування переважно піщані: середні та мілкі піски середньої щільності. Рівень ґрунтових вод на відмітці -13,6 м. На рис. 5 наведено графіки опору по боковій поверхні, що визначений за даними статичного зондування та теоретично розрахований за характеристиками міцності та за таблицею Н.2.2 [1], а також за американською методикою та моделюванням в ПК Plaxis 3D 2013.

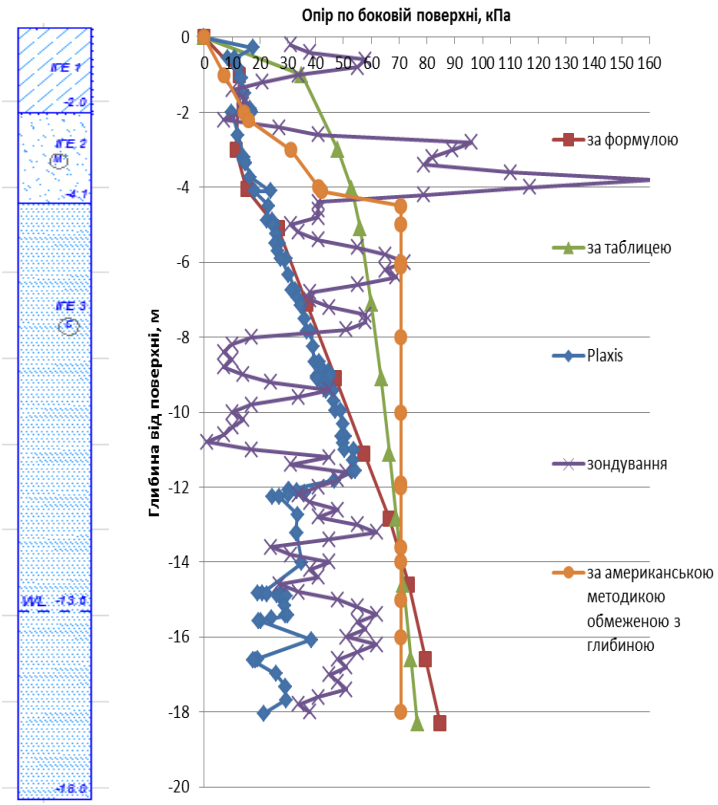


Рис. 5. Графік залежності бокового опору від глибини розташування для умов будівельного майданчику в с. Чайки Києво-Святошинського району

Як видно з рис. 5 дослідні дані (статичне зондування) мають розбіжності з теоретичними розрахунками, при чому з глибиною теоретичні розрахунки перевищують дослідні у 2 рази. Результати опору одержані в ПК Plaxis 3D 2013 до певної глибини подібні до теоретично розрахованого за характеристиками міцності.

Висновки

Методика розрахунку опору по боковій поверхні палі за міцнісними характеристиками ґрунту повинна бути доопрацьована і апробована у порівнянні з результатами польових випробувань та чисельного моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: Зміна №1 ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с. – (Національні стандарти України).

Капшієнко Юлія Юріївна — студентка групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Блащук Наталя Вікторівна — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: vernatav@ukr.net.

Науковий керівник: ***Блащук Наталя Вікторівна***— кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kapschiyenko Yuliya Y. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Natalia V. Blashchuk — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vernatav@ukr.net.

Supervisor: ***Natalia V. Blashchuk*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 624.154

А. В. Капшієнко

АЛГОРИТМ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСІДАННЯ ПАЛЬ ЗА РОЗВ'ЯЗАННЯМ ЗАДАЧІ ПРО ПЕРЕМІЩЕННЯ СТЕРЖНЯ В ПРУЖНОМУ ПІВПРОСТОРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконано розробку та реалізацію алгоритму для розрахунку осідання паль за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі за ДБН В.2.1-10-2009. Реалізацію здійснено у вигляді програми для розрахунку осідання паль, який є доволі трудомістким для виконання вручну.

Ключові слова: паля, переміщення стержня, осідання.

Abstract

This work includes the development and implementation of the algorithm for calculation the settlement of pile by solving the problem of moving the rod in elastic half-space DBN V.2.1-10-2009. The implementation made in the form of the program for calculation the settlement of pile, which is quite laborious to perform manually.

Keywords: pile, *moving the rod*, *settlement*.

Вступ

На допомогу інженерам, проектувальникам та конструкторам будівельних конструкцій все частіше приходять розрахункові програми чи програмні комплекси. Це значно прискорює процес розрахунку і проектування. Однак, в зв'язку з постійним оновленням нормативної бази в будівельній галузі, виникає проблема в оновленні програмного забезпечення та алгоритмів розрахунку, що в ньому реалізуються.

Для розрахунку фундаментів відповідно діючим нормам проектування таких програм не вистачає. Виконання розрахунку осідання паль вручну є доволі трудомістким, тому існує необхідність для створення програми.

Метою роботи є розробка алгоритму для розрахунку осідання паль за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі.

Результати дослідження

Було складено алгоритм для розрахунку осідання паль за розв'язанням задачі про переміщення стержня в пружному півпросторі за ДБН В.2.1-10-2009 та реалізовано його у вигляді програми «Розрахунок осідання паль» для практичного розрахунку (рис. 1).

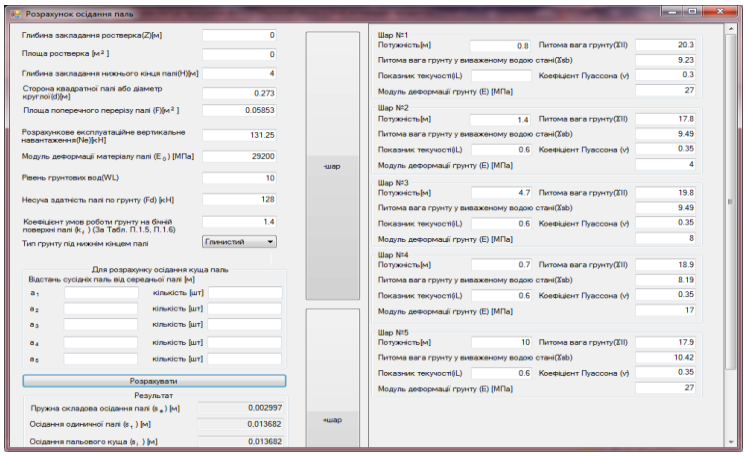


Рис. 1. Загальний вигляд програми для розрахунку осідання паль

Програму розроблено у середовищі для розробки програмного забезпечення Microsoft Visual Studio мовою C Sharp.

Розрахунок осідання виконується по введеним шарам ґрунту. Щоразу перевіряється чи досягнуто глибину закладання вістря палі, також порівнюється глибина пройденого шару з глибиною закладання ростверку. При потужності першого введеного шару менше 2-х метрів всі його показники записуються в відповідні динамічні масиви, та товщина цього шару записується в результуючий масив розбивки по *i*-тим шарам (h_i). Ці записи відбуваються синхронно, так що при одному індексу цих масивів отримуємо дані цього шару при глибині закладання відповідній до вже записаної в результуючому масиві з цим же індексом. Якщо введена потужність шару більша 2 м, то в результуючий масив розбивки цей шар розбивається на менші шари товщиною по 2 м з відповідними показниками та залишком, який менше 2-х метрів.

Щоразу перевіряється чи досягнуто рівень ґрунтових вод, якщо так, то будуть використані показники водонасиченого ґрунту. Підсумовується власна вага вже розбитих шарів ґрунту і записується в динамічні масиви на кожному етапі розбивки.

Для визначення пружної складової осідання палі напружена зона навколо неї поділяється на дві частини: напружена зона по бічній поверхні з середнім модулем деформації E_f (осереднення здійснюється в межах бічної поверхні палі) та напружена зона під нижнім кінцем палі з середнім модулем деформації E_p, яка визначається в межах одного діаметра (або сторони) палі d_0 вище і чотирьох нижче позначки нижнього кінця палі.

Програма автоматично обраховує середнє значення коефіцієнта Пуассона в межах напруженої зони ν, модуль деформації ґрунту під нижнім кінцем палі в межах одного діаметру вище і чотирьох діаметрів нижче позначки нижнього кінця палі E_p, осереднений у межах довжини палі модуль деформації ґрунтової основи E_f, відношення усереднених модулів деформації під нижнім кінцем і в межах бічної поверхні палі k_E, приведений радіус палі *r*.

Відповідно до проведених розрахунків згідно інтерполяції відповідних табличних значень [1] закладених в алгоритм, визначаються: коефіцієнт, що визначає частину навантаження, яка передається нижнім кінцем b; коефіцієнт умов роботи ґрунту вздовж бічної поверхні палі k_f; коефіцієнт умов роботи піщаного ґрунту під нижнім кінцем палі k_p та коефіцієнт осідання *c*.

Після проведених інтерполяцій виконуються розрахунки приведеного модуля деформації ґрунту, пружної складової осідання палі та осідання одиночної палі.

За необхідності можна виконати розрахунок осідання куща паль, взявши за основну одну з середніх паль ,тоді у вихідних даних потрібно вказати відстані паль від середньої.

Висновки

Розроблено власний алгоритм та реалізовано його у вигляді програми для розрахунку, за допомогою якої можна визначити пружну складову осідання палі, осідання одиночної палі або пальового куща.

Результати розрахунків протестовані для різних видів паль і повністю співпадають з проведеними вручну розрахунками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти будівель та споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. Зміна 1 – [Чинні від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 –55 с. – (Державні будівельні норми України).

Капшієнко Артур Всеволодович – студент групи Б-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, vinartemon@gmail.com.

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Kapshiienko ArthurV. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, email : vinartemon@gmail.com.

Supervisor **Natalia V. Blashchuk** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

УДК 624.15+519.624

І.М.Меть
В.О.Костенко

ВИБІР ЕФЕКТИВНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ФУНДАМЕНТУ ВИСОТНОГО БУДИНКУ В УМОВАХ ДІЇ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дослідження проводиться числовим моделюванням системи «основа – фундамент – надземні конструкції», розрахунок і дослідження напружено-деформованого стану проводяться за допомогою ПК "Мономах-САПР 2013" та ПК «Ліра-САПР 2013».

Ключові слова: конструкції фундаменту, висотне будівництво, навантаження.

Annotation

The study is carried out by numerical modeling of the system "basis-foundation-constructions above ground", the calculation and study of stress-strain state is carried out using PC "Monomakh-CAD 2013" and PC "Lira-CAD 2013".

Keywords:foundation designs, hige-rise construction, load.

Вступ

При будівництві фундаментів висотних будівель виникає ряд особливостей, які необхідно враховувати при проектуванні:

- тиск по підошві фундаменту висотних будівель може бути на порядок вище, ніж для будівель заввишки до 75 м, що вимагає проведення спеціальних лабораторних і польових досліджень;
- особливості інженерно-геологічних вишукувань;
- великі навантаження, що передаються на грунт основи, призводять до збільшення зони розподілу напружень в грунті в плані і по глибині;
- збільшення розмірів (глибини і ширини) стиснутої товщини в масиві грунту призводить до збільшення термінів завершення консолідації грунту;
- збільшення розмірів області деформування грунту основи призводить до зростання впливу на навколишні будинки чи споруди, в тому числі водонесучі комунікації, що необхідно враховувати в розрахунку.

Однак слід підкреслити, що в розрахунку пальового поля основним показником є не несуча здатність одиночної палі, а деформації грунту міжпальового простору і нижче п’яти палі. У зв'язку з цим розрахунок пальового фундаменту повинен виконуватися числовим методом в об'ємній постановці, що моделює поведінку кожної палі.

При розрахунках необхідно враховувати, поряд із зазначеними вище факторами взаємодію паль між собою в пальовому полі і з грунтом, перевантаженість крайніх паль в порівнянні з центральними, чутливість (високу залежність) результатів розрахунку до міцності грунту.

Результати дослідження

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати розрахунок за методом скінченних елементів.Виконуємо при кроці триангуляції стін, пілонів, плит перекриття та фундаментної плити 0,5м; скінченний елемент – чотирьохвузловий. Допустиме відхилення по вертикалі стін та пілонів прийнято рівним 0,001м. Всі коефіцієнти надійності – 1,0. Подальші маніпуляції з моделлю будинку з підземним простором в 4 поверхи паркінгу не враховують тертя по бічній поверхні через незначну його складову в порівнянні з навантаженням на пальовий фундамент.

Подальше дослідження проводимо в ПК «Ліра САПР-2013», де моделюємо грунтовий масив, враховуючи геологічні особливості майданчика будівництва.

Під час задання пальового поля використовуємо скінченний елемент №51.

Крім цього СЕ-51 необхідно попередньо задавати з розбиттям через 1м, або менше, якщо вузол потрапляє на межу ІГЕ. Посилаючись на геологічний розріз проведено розбиття на 5 ІГЕ. Відстань між скопійованими СЕ-51 повинна дорівнювати довжині палі (30м). В подальшому грунтовий масив буде продовжено на 15 м нижче п’яти палі. Палі в програмі створюються з одновузлового скінченного елементу шляхом «видавлювання», після чого елементу призначається жорсткість.

Грунтовий масив задано з використанням об’ємного скінченного елемента.

При цьому задаються наступні характеристики:

-модуль деформації;

-коефіцієнт Пуассона, як для лінійно-деформованої задачі.

. Стискаюче зусилля в пілоні визначається шляхом сумування зусиль, що виникають в його спільних з ростверком вузлах. Таким чином порівнюються зусилля в пілонах в стані нормальної експлуатації і після руйнування одного з них на першому поверсі. Досліджується перерозподіл зусиль між ними та зміни напружено-деформованого стану ростверку

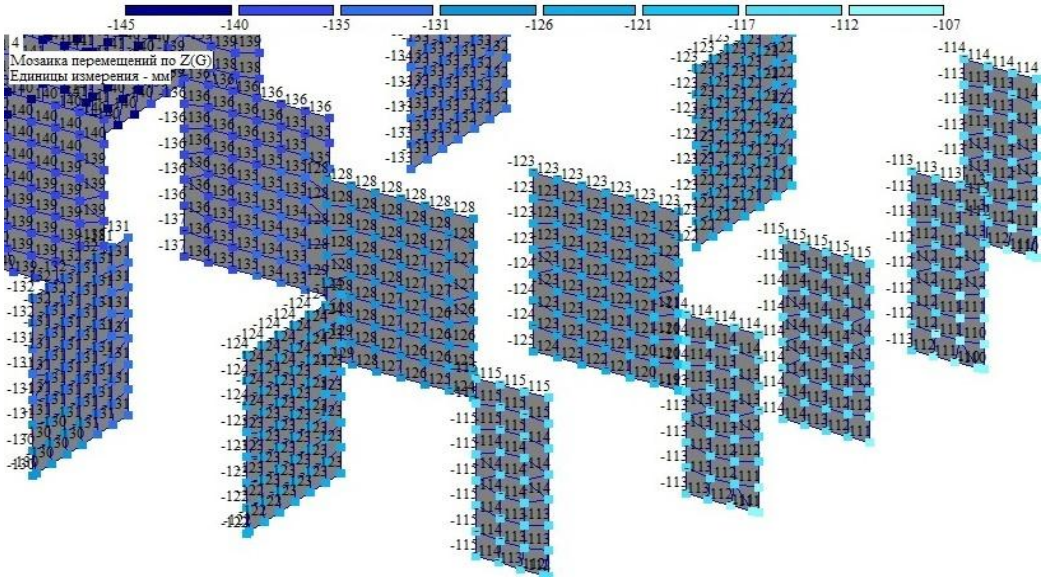


Рис. 1 - Деформований стан

Досліджуємо напружено-деформований стан ростверку при руйнуванні пілону першого поверху будівлі.

Необхідно порівняти його зі станом при нормальній експлуатації Для цього аналізуємо мозаїку згинальних моментів. Розглянуто розв’язання задачі, фундаментної плити, умови якої можуть виникнути при впливі техногенного характеру навантаження.

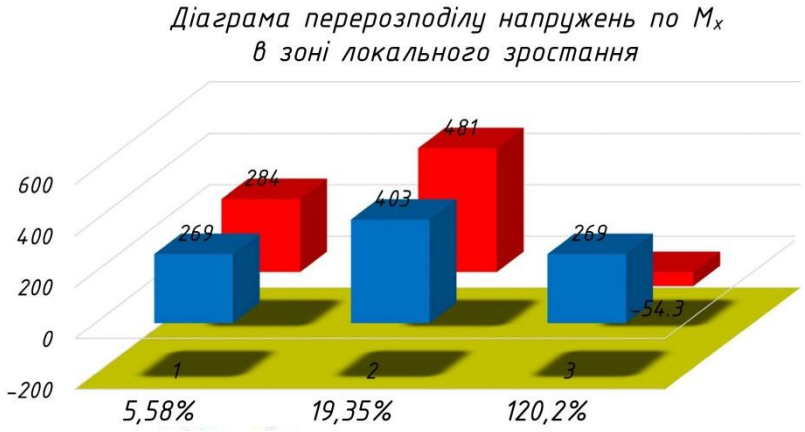


Рис. 2 – Діаграма перерозподілу напружень

Висновки

Досліджено, що зростання значень згинальних моментів ростверку, і перерозподіл зусиль між сусідніми елементами, відбуваються лише в обмеженій зоні, близькій до пілону, що руйнується. При цьому діапазон зростання згинальних моментів ростверку: **5,58-21,03%**, стискаючих зусиль в пілонах: **30-31,82%.** Значення осідань ростверку в зоні зі зруйнованим пілоном зменшуються в межах **9,8-21,8%** .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження та впливи"
2. ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування»
3. ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» (Зміна 1)
4. Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЛИРА-САПР® 2013 Учебное пособие .Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. – К.–М.: Электронное издание, 2013г., – 376 с.

Іван Миколайович Меть – канд.техн.наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Василь Олександрович Костенко – студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Ivan M. Met' - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Vasyl' O. Kostenko - Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 624.15

Д.А. Мельничук
І. В. Маєвська

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ З ГРУНТОМ ПІДПІРНИХ СТІНОК НЕЛНІЙНОГО ОБРИСУ В ПЛАНІ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджено напружено-деформований стан кутникової підпірної стінки Г-подібної форми в плані. Визначено розподіл напружень в бетонних конструкціях і грунтовому масиві. Метою є вивчення напружено-деформованого стану підпірної стінки Г- подібної форми у порівняні з лінійною підпірною стінкою. Описано основні етапи й особливості математичного моделювання взаємодії підпірної стіни й ґрунтової основи в умовах просторової задачі з допомогою програмного комплексу Plaxis 3d. На підставі проведених досліджень встановлено, що напруженно деформований стан залежить від форми стінки в плані досягається ефект перерозподілу напружень в місті повороту стінки.

Ключові слова: підпірна стінка, моделювання, напружено-деформований стан, розподіл напружень.

Abstract

The stress-strain state of the angular retaining wall of the G-shaped form in the plan is investigated. The stress distribution in concrete structures and soil mass is determined. The purpose is to study the stress-strain state of the retaining wall of the G-shaped in comparison with the linear retaining wall. The basic stages and peculiarities of mathematical modeling of the interaction of the retaining wall and the soil base in the conditions of the spatial problem using the Plaxis 3d software are described. On the basis of the conducted researches it is established that the strongly deformed state depends on the shape of the wall in the plan the effect of redistribution of stresses in the city of rotation of the wall is achieved.

Keywords: retaining wall, modeling, stress-strain state, stress distribution.

Вступ

Для сьогодення характерне прагнення до раціонального використання міських територій, що призводить до розвитку та пошуку нових видів споруд, які були б більш економічні та менш трудомісткі. Тому все більше на теперішній час стали використовувати підпірні стіни, які утримують від сповзання і обвалення певний масив ґрунту. Ці споруди характеризуються великим обсягом капітальних витрат, складністю і неоднорідністю взаємодії конструкції і ґрунту, в умовах експлуатації вони знаходяться в складному напруженому стані. Особливу увагу приділяють методам розрахунку і проектування даних споруд в складних інженерно-геологічних умовах. Сучасні методи розрахунку дозволяють розрахувати навантаження на стіну, а також моделювання напружено-деформованого стану ґрунту за допомогою комп'ютерних технологій. Методи й програми для розрахунку підпірних стін розроблені на основі останніх досягнень в області будівельної механіки, теорії розрахунку залізобетонних конструкцій, механіки ґрунтів, теорії пружності, обчислювальної математики й практики. На сьогоднішній час програми розраховують підпірні стінки не залежно від їх виду (монолітні, збірні, тонкостінні з паль), змінного перерізу як вертикальної частини так і горизонтальної з урахуванням впливів сумісної роботи ґрунту і стінки. Але не дивлячись на розвиток методів розрахунку підпірних стінок та на можливості програмних комплексів, постає велика кількість питань при проектуванні таких споруд. Не менш важливе значення мають інженерно-геологічні умови ґрунтового масиву, де розташована підпірна стінка для обґрунтування її вибору при підготовці будівельного майданчика на схилових ділянках. Вибір конструкції підпірної стінки також залежить від планування поверхні, від будинків чи споруд, які розташовані поблизу, від способу влаштування при виконанні будівельних робіт, всі ці нюанси досить негативно впливають на проектування такого роду конструкцій на схилових ділянках.

Результати дослідження

Для порівняння та аналізу деформації сітки елементів в однорідних ґрунтових умовах підпірної стінки з розвантажувальною площадкою використаємо їх середні характеристики, які наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Ґрунти та їх характеристики

Назва ґрунту	Модуль деформації Е, МПа	Коефіцієнт зчеплення, с, кПа	Кут внутрішнього тертя ґрунту, φ	Коефіцієнт пористості, е
Суглинок	14	23	21	0,75

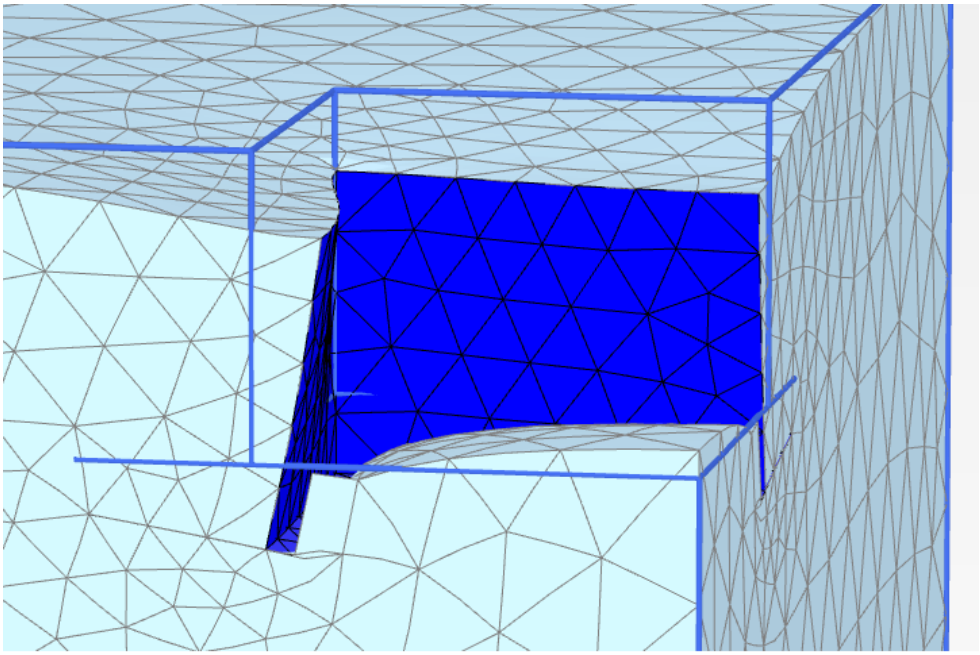


Рис. 1. - Схема деформування ґрунтової основи

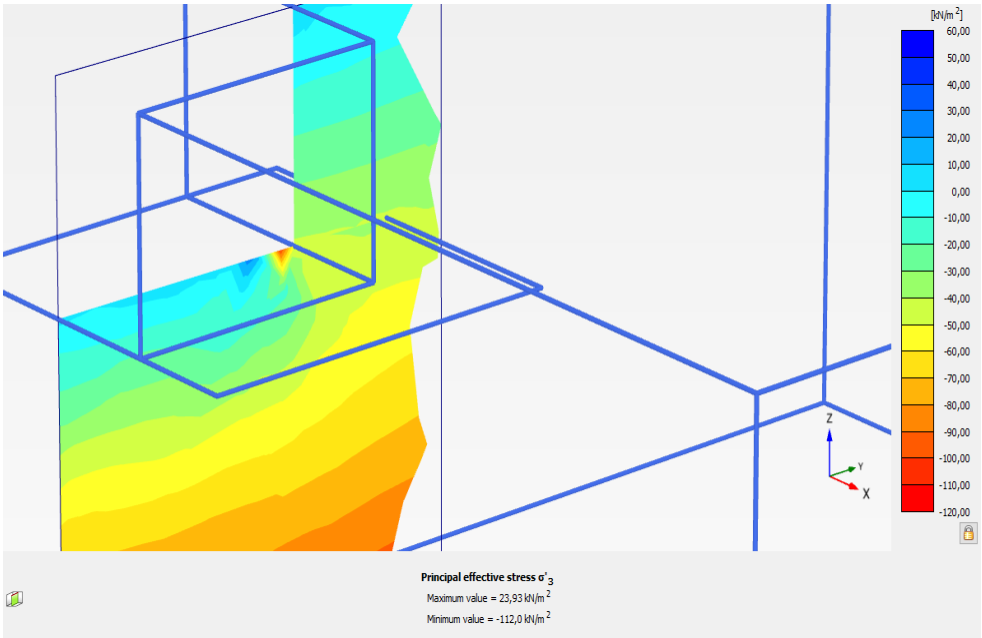


Рис. 2 – Напруження в підпірній стінці σ , кН/м2

σ_3

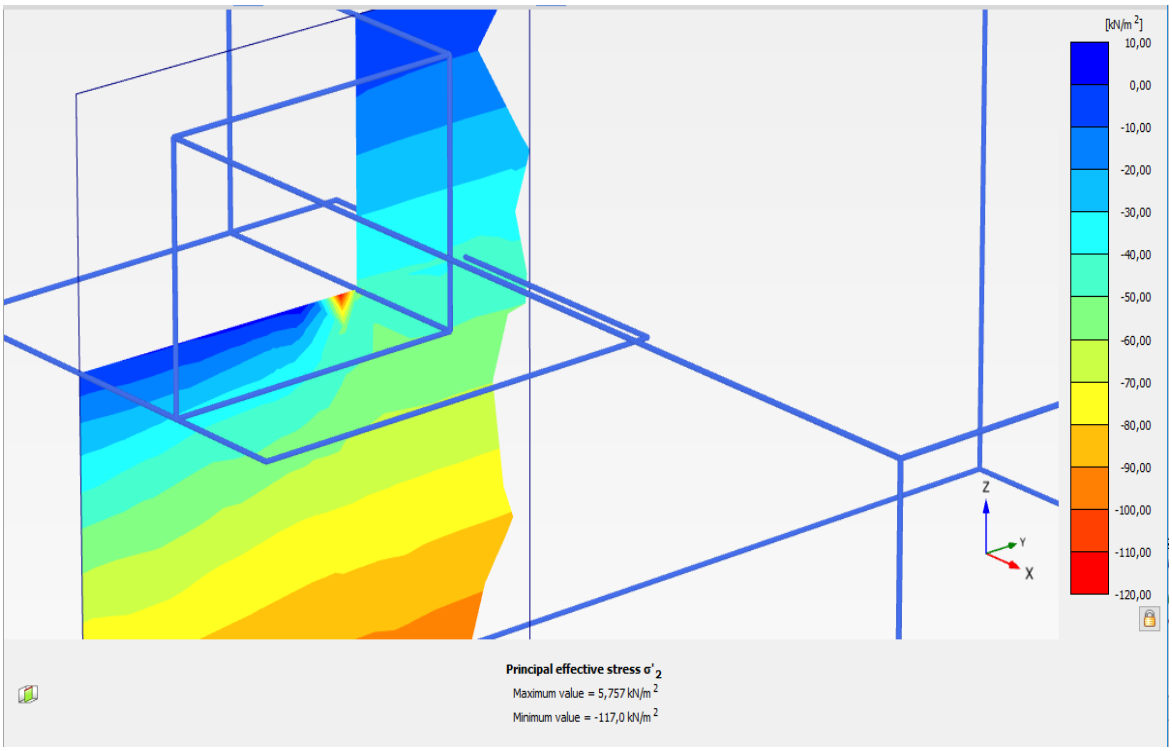


Рис. 3 – Напруження в підпірній стінці σ , кН/м2
σ_2

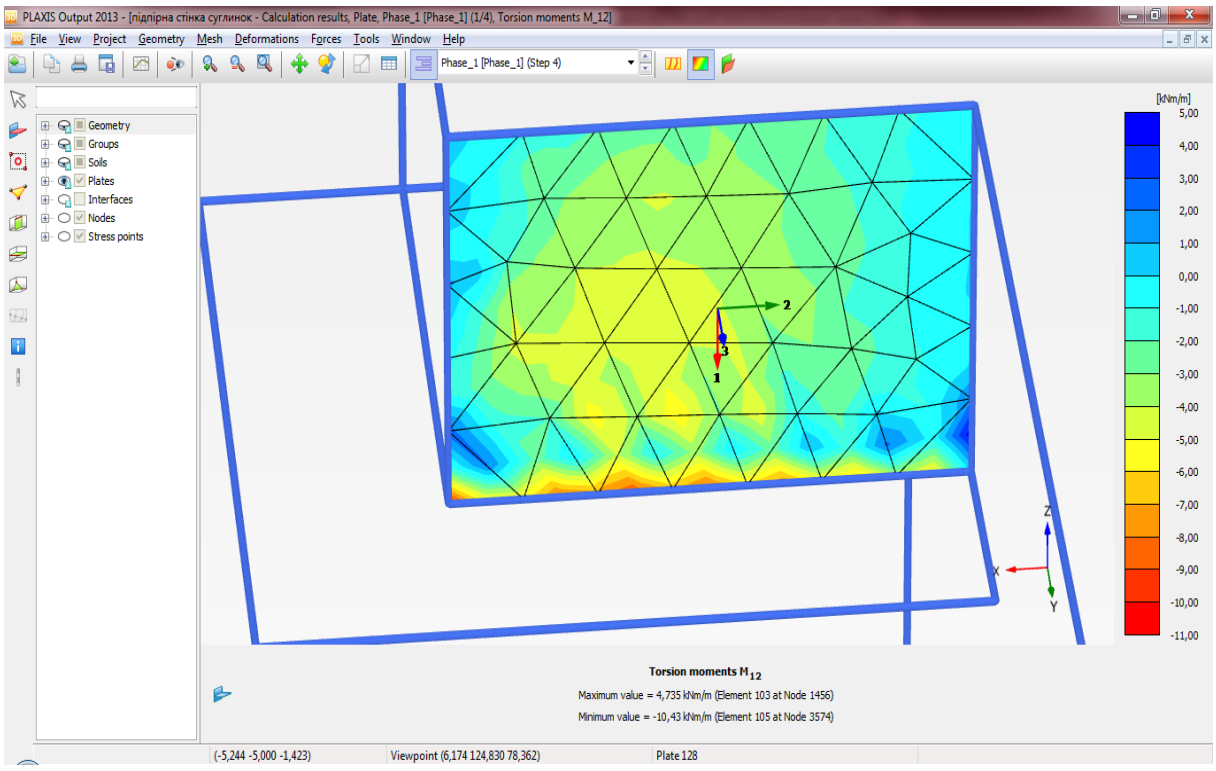


Рис. 4 – Загальні напруження в підпірній стінці σ , кН/м2 M_{12}

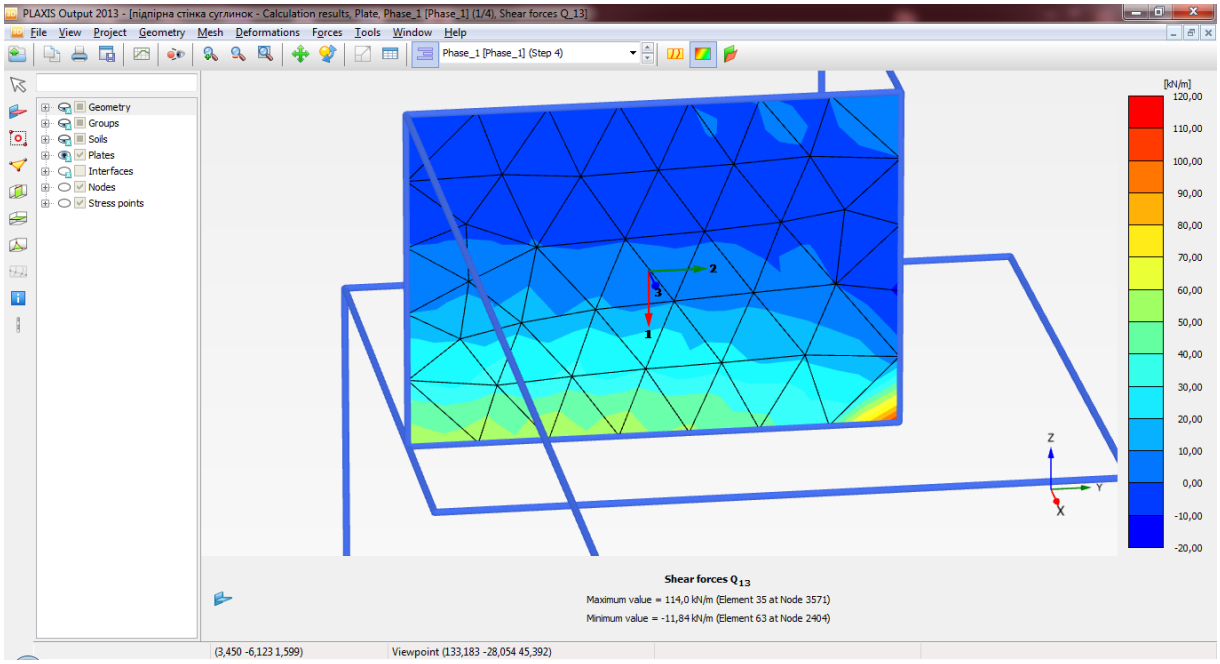


Рис. 5 – Загальні напруження в підпірній стінці σ , кН/м2 Q_{13}

Висновки

Отже, на даному етапі розвитку технологій розрахунку конструкцій підпірних стінок є можливість детального моделювання повної роботи системи, що дозволяє в повній мірі врахувати розподіл контактних напружень, які виникають при дії ґрунтового масиву на площину стінки. Метою дослідження є виконання перевірних розрахунків підпірних стінок з нерівною контактною поверхнею та порівняння отриманих результатів при розгляді плоскої задачі в магістерській роботі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кривошеєв П.І. Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами / П.І. Кривошеєв // Будівництво України. –2001. - №6. – С. 16 – 19.

2. Пат. 62715 Україна, МПК 8 Е 02D 29/02, Підпірна стінка / Вілку Ю.Г., Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Дмитрієва К.Ю., Бондар Ю.М. - № 2003054145; заявл. 08.05.2003; опубл. 15.12.2003, Бюл. №12. – 4 с.

3. Пат. 100518 А Україна, МПК 8 Е 02D 29/02, Збірна підпірна стінка блочного типу / Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О., Кадол Л.В., Попов С.О., Настич О.Б. - № 201501699; заявл. 26.02.2015; опубл. 27.07.2015, Бюл. № 14. – 5 с.

4. Пат. 100212 Україна, МПК 8 Е 02D 29/02, Збірна підпірна стінка кутникового типу / Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Савенко В.О., Настич О.Б. - № 201501700; заявл. 26.02.2015; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 15. – 6 с

Мельничук Діана Андріївна — студент групи Б-18мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Науковий керівник: ***Маєвська Ірина Вікторівна*** — канд. техн. наук, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Вінницький національний технічний університет.

Melnychuk Diana Andreevna — Student of B-18mi group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. dianamelnicuk019@gmail.com

Supervisor: ***Irina V. Mayevska*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. Irina.mayevskaja@ gmail.com

УДК 69.002.5

В.М. Курдибаха

В.О. Попов

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ СУДНОНАВАНТАЖУВАЧІВ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто застосування суднонавантажувачів в Україні. Виконано опис конструкції та принципу роботи стрічкових суднонавантажувачів закордонного виробництва, які використовують в більшості морських портів України. Наведено основні технічні характеристики машин, що досліджуються в ході наукової роботи. Проведено технічне обстеження суднонавантажувачів із замірами втрат перерізів елементів каркасу та міцності зварних і болтових з'єднань. Узагальнено інженерний досвід з обстеження та оцінки технічного стану будівельних конструкцій цих споруд, які протягом тривалої експлуатації зазнали втрат міцності та жорсткості від агресивної дії морської води та розчинених хімічних добрив, що подаються суднонавантажувачем. Змодельовано будівельні конструкції споруди за допомогою програмних комплексів і задано навантаження на окремі елементи каркасу з урахуванням зменшення перерізів від корозії. Моделювання та дослідження будівельних конструкцій було виконано методом скінчених елементів у програмному комплексі «SCAD». Проведено аналіз найбільш напружених елементів згідно результатів моделювання. Було пораховано прогини та міцність найбільш навантажених та пошкоджених корозією елементів. Виконано локалізацію найбільш значних дефектів на довгомірних та пластинчатих будівельних конструкціях На основі перевірки пошкоджених зон розроблено методику та схеми з підсилення. Доведено системний характер появи пошкоджень. Наведено рекомендації з раціоналізації підсилення конструкцій навантажувачів для недопущення у подальшому накопичення подібних дефектів. Розроблено заходи з охорони праці при виконанні робіт з підсилення та відновлення будівельних конструкцій суднонавантажувачів.

Ключові слова: *суднонавантажувач, механічна система, корозія, моделювання.*

Abstract

In the article has been described the designs and principles of operation of foreign-made ships loaders. Has been generalized an engineering experience of inspection and evaluation of the technical condition of the structures of these structures, which, due to long-term operation, have been subjected to significant losses of the cross section of the elements from the aggressive influence of sea water and chemical fertilizers dissolved in it. Has been localized the most significant defects on lengthy structures of ships loaders. Has been proven systemic nature of damage. Has been offered recommendations on the rationalization of ships loaders structures to prevent the occurrence of similar defects in the future.

Keywords: ships loader, mechanical system, corrosionб modeling.

Вступ

В Україні на цей час накопичилася значний обсяг технологічного устаткування, яке обслуговує підприємства хімічної, енергетичної, металургійної промисловості. Одним з типів таких конструкцій є суднонавантажувачі – висотні каркасні споруди, виготовлені, в основному з металу, що відвантажують готову продукцію на судна в умовах порту. Більшість суднонавантажувачів в Україні є зношеними внаслідок тривалої від дії навколишнього середовища та динамічних впливів. Це призводить до небезпеки подальшої експлуатації таких споруд, і, з часом, до виникнення аварійних ситуацій.

Тому доцільним дослідження будівельних конструкцій суднонавантажувачів з метою виявлення найбільш проблемних ділянок шляхом моделювання їх напружено-деформованого стану, а також, розробки методики усунення дефектів.

Основна частина

Для прикладу побудови скінчено-елементної моделі напружено-деформованого стану взятий металокаркас реальної споруди – суднонавантажувач № 7.1 Одеського припортового заводу, який розташований на території ДП «МТП «Южний» поблизу м. Южне Одеської області. Споруда розташована на території державного підприємства «Морський торговельний порт Южний», пересувається вздовж узбережжя по рейкових коліях на території першого та другого причалів. Цей суднонавантажувач типовий для морських портів України.

Суднонавантажувач № 7.1 являє собою металеву рамну конструкцію, яка призначена для завантаження судноплавних засобів сипучими речовинами (в основному – карбамідом).

Конструкція суднонавантажувача № 7.1, (рис. 3, 4) являє собою складну металеву систему, яка складається з металевих будівельних конструкцій та механічних машинних систем, а саме: опорного металокаркасу, стріли та висувної частини, транспортерів, елементів приводу підйому стріли.

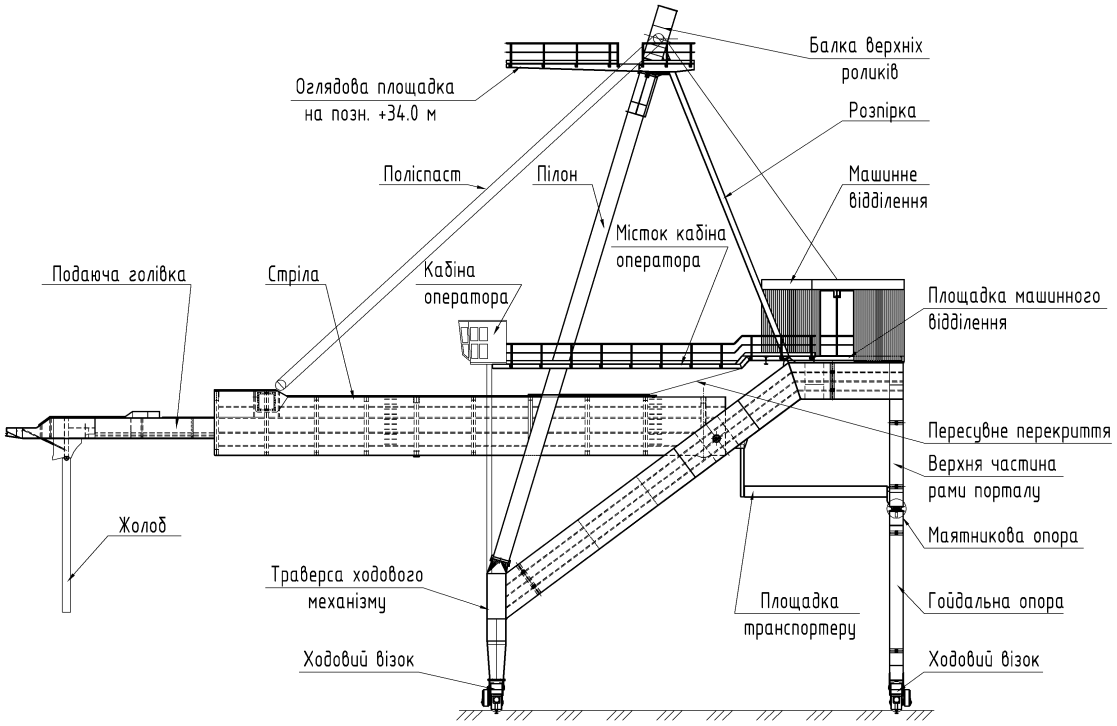


Рисунок 3 – Схема розташування головних конструкцій елементів суднонавантажувача № 7.1 (вигляд збоку)

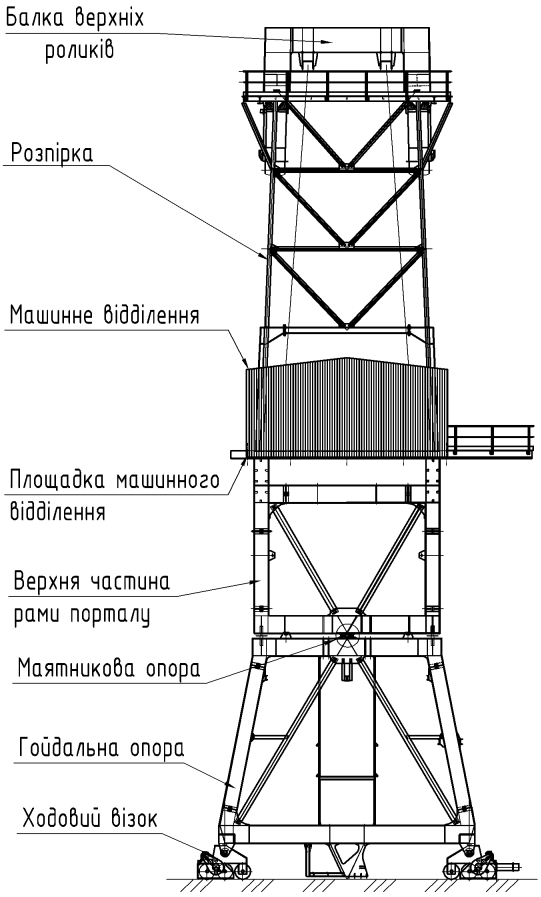


Рисунок 4 – Схема заднього виду споруди (зі сторони, протилежної від моря)

Загальна просторова жорсткість металокаркасу споруди забезпечується жорстким з'єднанням її елементів у просторовий геометрично незмінний блок, який при виключених приводах та зафіксованих гальмах утримується на поверхні рейок силою тертя.

Геометрична незмінність стріли в стаціонарному стані забезпечується шарнірною фіксацією її п'яти з одного боку та кріпленням гаками з іншого та силою тяжіння, геометрична незмінність стріли в робочому стані забезпечується двома тросами, які з допомогою гальмівних барабанів утримуються приводом з одного боку, а з іншого – жорстким запасуванням канату на поліспастовій системі, та силою тяжіння.

Метою моделювання є:

- виявлення найбільш навантажених і відповідно найбільш небезпечних ділянок конструкції;
- розробка ефективних заходів з підсилення елементів, що унеможливлюють явища резонансу внаслідок вітрового впливу;
- вивчення впливу факторів:
  - стійкості рівноваги;
  - стійкості від ковзання;
  - стійкості до корозії.

Опис моделі

Каркас споруди змодельовано як просторову систему з плоских рам (див. рис. 6). При моделюванні каркасу було враховано навантаження від вітру, ожеледі і сейсмічний вплив. Сніговим навантаженням знехтовано, оскільки при решітчастій системі рам каркасу, площа снігових заметів незначна.

Перелік плоских рам, які було змодельовано (рис. 5):

1. Траверса ходового механізму (коричнева).
2. Гойдальна опора (синя).
3. Основа рами порталу (червона).
4. Верхня частина рами порталу (фіолетова).
5. Рама пілону (блакитна).
6. Рама розпірки (жовта).
7. Плоска ферма верхнього поясу стріли (зелена).
8. Плоска ферма нижнього поясу стріли (салатова).
9. Балочна конструкція бічних стінок стріли (оранжева).
10. Конструкція подаючої голівки(сіра).
11. Площадка приводу підйому стріли (чорна).
12. Рама оглядової площадки (лілова).

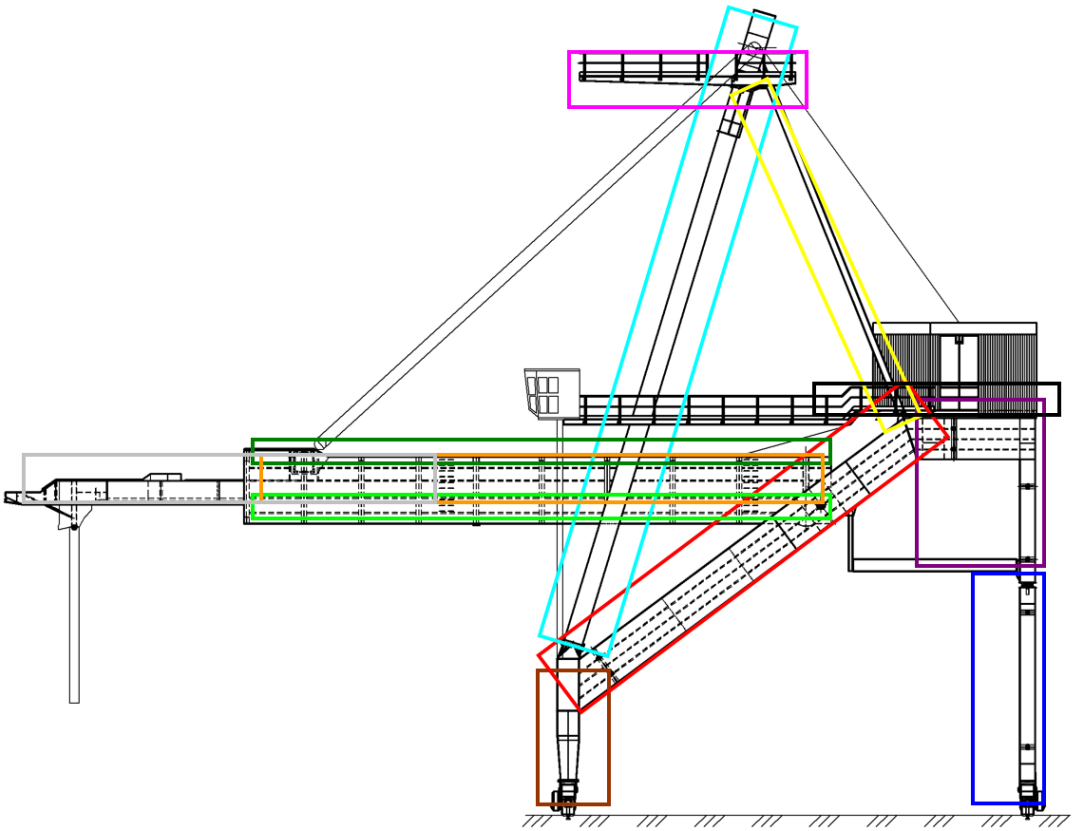


Рисунок 5 – Схема розташування плоских рам споруди, які розраховуються

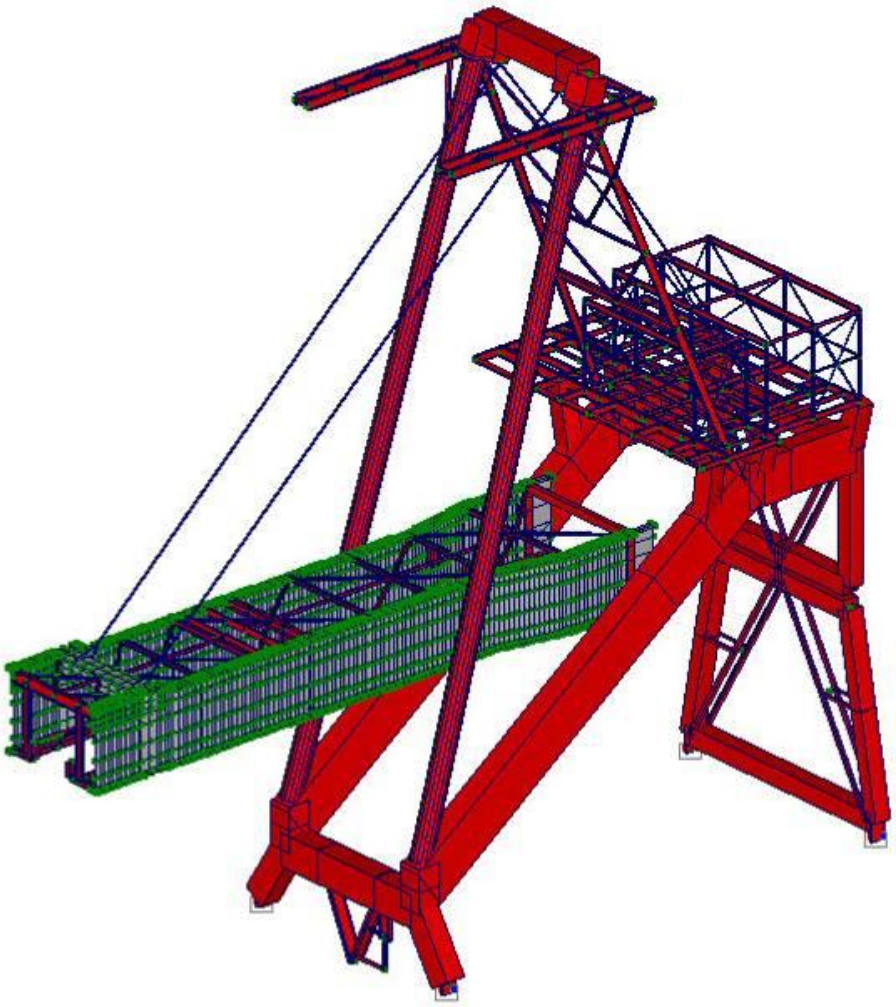


Рисунок 6 – Модель опорного металокаркасу споруди, що розраховується на кліматичні впливи

Траверсу ходового механізму змодельовано у вигляді “П”- подібного зварного коробчастого перерізу. Стійки мають ухил всередину та змінну по висоті ширину (розширюються догори), виготовлені з металевого листа товщиною 10…12 мм. До верхньої балки траверси за допомогою фланцевих з’єднань приєднано конструкцію рейкозахвату (“V”- подібну раму з листа, який забезпечує фіксацію суднонавантажувача від зміщень вздовж колій).

Гойдальну опору змодельовано як плоску рамну трапецеїдальну конструкцію з двох балок і двох похилих колон з листа 8…10 мм та трикутними зв’язками зі спареного тавра НЕ 260А (260 х 125 мм), з’єднаного планками у безроскісну ферму висотою 665 мм, які підтримують маятникову опору. До рами приварено внутрішню “Н”- подібну раму з швелера № 16.

До нижньої балки гойдальної опори приварено рейкозахват, аналогічний за конструкцією приєднаному до траверси.

Основу рами порталу змодельовано як похилу балку (всього дві дзеркально симетричні балки на суднонавантажувач) коробчастого перерізу (ширина 1000 мм, висота – 1820 мм), що жорстко з’єднані розпірною балкою коробчастого перерізу 1000х1000 мм, полиці – лист 12 та 14 мм, стінки – лист 10 мм. В середині короба стінки підсилені повздовжніми ребрами з нерівнополичних кутників 100х50х6, розташованих з кроком 450 мм. Верхня та нижня полиці з листа товщиною 10 мм, бокові стінки з листа товщиною 8 мм. Окрім повздовжніх влаштовано систему поперечних ребер з листа товщиною 8 мм з кроком близько 3,645 м. Ці балки з’єднують верхню частину рами порталу з одного боку та траверсу ходового механізму – з іншого. На відстані близько 13,7 м від точки приєднання балок до траверси ходового механізму на бічних гранях балок влаштовано підсилення бічних стінок (лист 10 мм), до яких приєднано потовщення у вигляді листів товщиною 40…65 мм та діаметром 600 мм, що мають зцентровані отвори діаметром 270 мм.

Верхню частину рами порталу змодельовано як просторову рамну нерозрізну конструкцію “Г”- подібної на виді збоку та прямокутної на виді спереду форм, розмірами 7,150 х 7,600 х 3,535 м. Рама складається з верхньої та нижньої балок, з’єднаних між собою двома стійками, на верхівці яких влаштовано коробчасті балочні відгалуження змінного по довжині перерізу 1820 х (1018…600) мм (з листа, полиці – 10 мм, стійки – 8 мм) з внутрішніми повздовжніми ребрами жорсткості з нерівно поличних кутників 100х50х6, влаштованих з кроком 450 мм. Нижня та верхня балки перерізом 720х685 мм (полиці – 10 мм, стійки – 8 мм з листа). Стійки коробчастого перерізу 685х600 мм (бічні грані – з листа 8 мм, інші дві грані – з листа 10 мм).

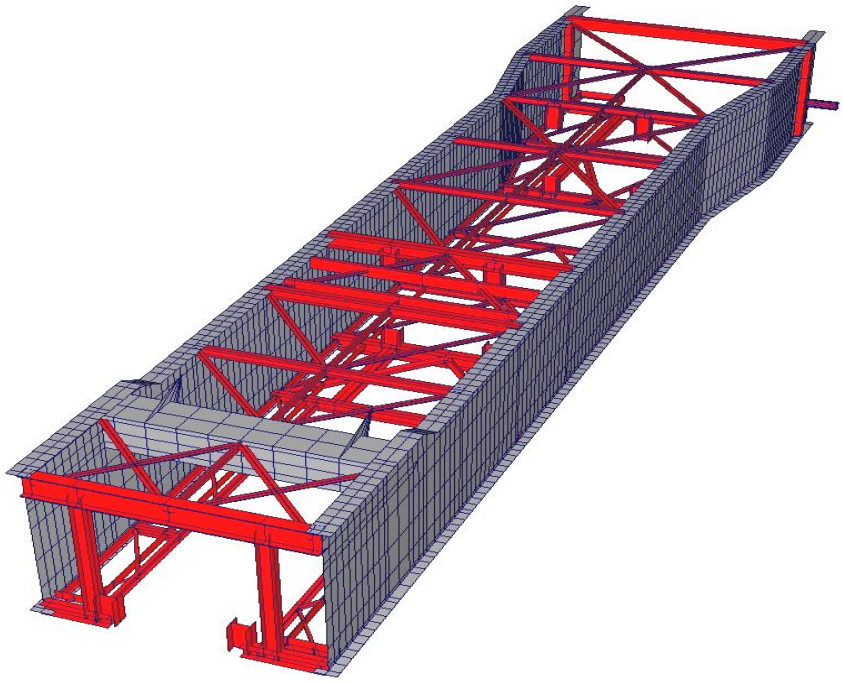
Пілон змодельовано як похилу “П”- подібну рамну конструкцію, яка складається з трубчастих зварних стійок діаметром 813 мм та товщиною стінки – 8 мм, які за допомогою зварювання приєднані до верхнього поясу нижньої частини основи рами порталу. На трубчасті стійки обпирається “П” - подібна балка верхніх роликів, яка складається з двох коротких стійок та балки коробчастого перерізу 1000 х 1024 мм (полички – з листа товщиною 12 мм, стінки – з листа 10 мм). До балки приєднано чотири фасонки з листа товщиною 30 мм, які призначені для влаштування роликів поліспасту.

Розпірка змодельована у вигляді похилої металевої ферми між основою рами порталу та балкою верхніх роликів у вигляді ферми з напіврозкісною системою ґрат, пояси якої складаються з двотаврів № 30 в верхній частині та складеного перерізу з двотавра №30 (I PE 300) та половини двотавра № 50 (1/2 I PE 500) (тавра), з’єднаних зварюванням. Розкоси та розпірки хрестоподібного перерізу зі спарених кутників, розкоси – № 75х7, розпірки – № 80х8, з’єднаних планками з квадратного прокату 15х15 та листів товщиною 8 мм. Нижня перемичка – з двотавра HEA 260.

Металоконструкцію стріли змодельовано як металеву рамну галерею (див. рис. 7), яка складається з двох металевих головних балок двотаврового перерізу з металевих листів (полиці – 350 х 12 мм, стійка – 3200 х 6 мм), що з’єднані з допомогою зварювання та розкріплені системою ребер жорсткості.

Рисунок 7 – Модель стріли суднонавантажувача

Вертикальні ребра жорсткості 2500…2900 мм з половини двотавра HE 220A, повздовжні ребра – з кутника 60х60х6, крок – 450…750 мм. В зоні влаштування осі шарніру п’яти стріли на балці



влаштовано підсилення стінки з листа у вигляді зварного короба з ребрами жорсткості, до якого приєднано втулку товщиною 100 мм, яка є основою для сферичного шарнірного підшипника типу GE 160 UK-2RS.

2.5 Результати розрахунку

Аналіз результатів розрахунку комп'ютерної моделі показав, що максимальні горизонтальні переміщення вузлів металоконструкцій суднонавантажувача від дії основних комбінації навантажень вздовж розрахункової осі Y дорівнюють 275.92 мм, що менше ніж 1/75 вильоту консолі стріли [27, п. 4.6] і становить 333мм (див. рис. 8).

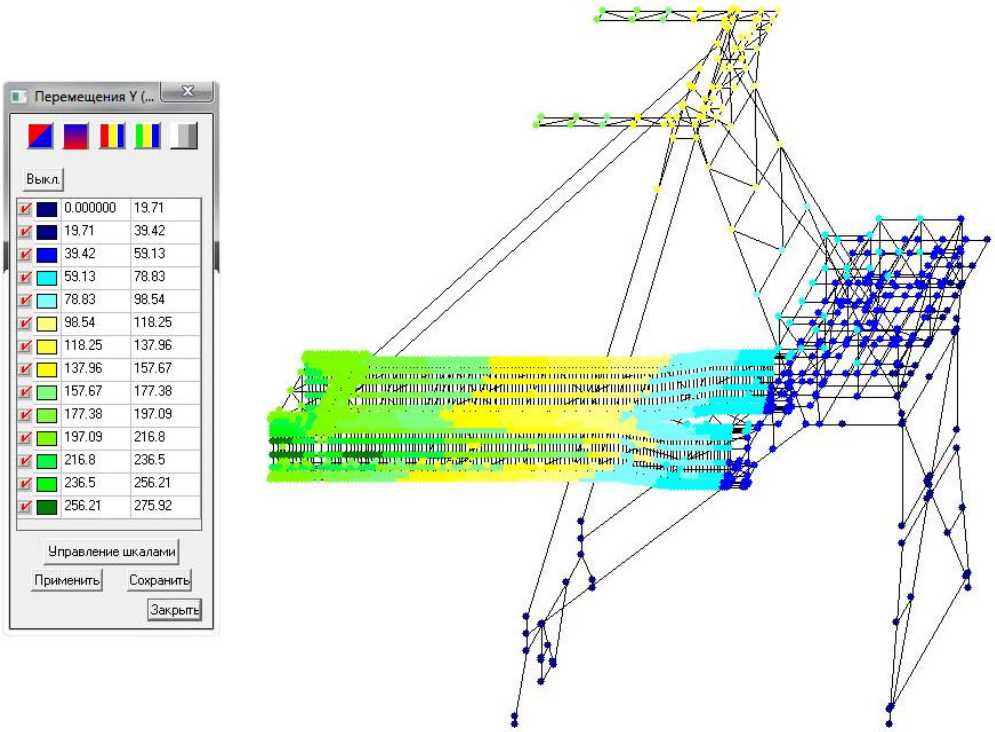


Рисунок 8 – Ізополя переміщень вздовж осі Y від дії основних сполучень навантажень

Горизонтальні переміщення при аварійних сполученнях навантажень (з врахуванням сейсмічних впливів) вздовж розрахункової осі Y дорівнюють 88.78 мм, що менше ніж 1/75 вильоту консолі стріли [6, п. 4.6] і становить 333мм (див. рис. 9).

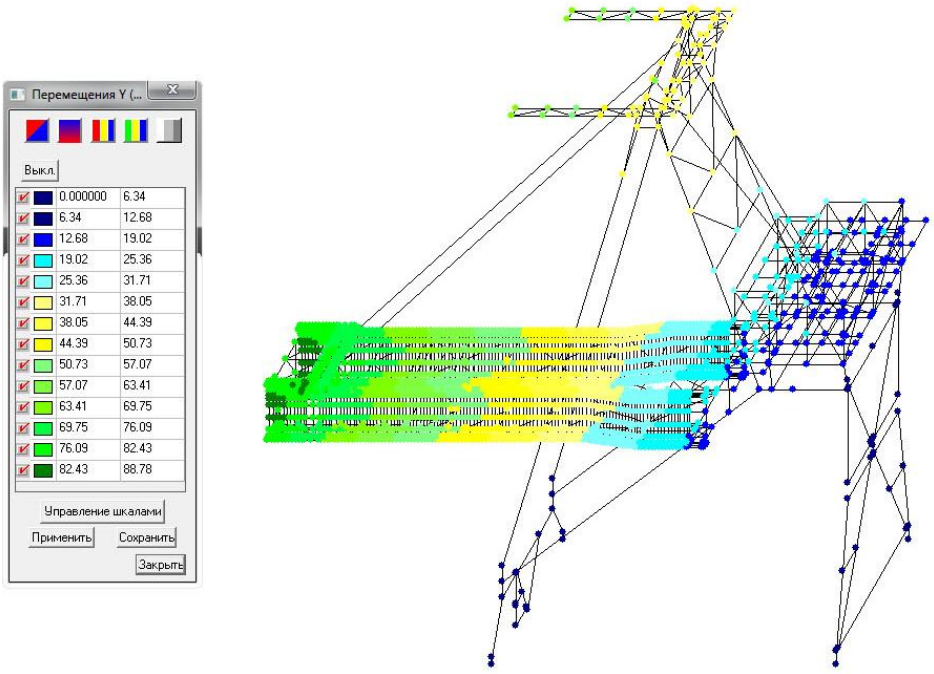


Рисунок 9 – Ізополя переміщень вздовж осі Y від дії аварійного сполучення навантажень (з врахуванням сейсмічних впливів)

За результатами розрахунку можна зробити висновок, що горизонтальні переміщення не перевищують граничних значень, однак оскільки горизонтальні переміщення є значними, умовами експлуатації передбачити виключно верхнє (неробоче) положення стріли на час вітрових впливів швидкість яких перевищує 15 м/с.

Виконано перевірочний розрахунок найбільш навантажених елементів конструкцій рам для основних і аварійних навантажень.

Висновки

В результаті проведеного дослідження було виявлено, що найбільший знос спостерігається в тонких і відкритих елементах каркасу – розкоси, балки, стійки.

Ці елементи виявились найбільше враженими корозією і потребують підсилення, захисту їх поверхні від подальшого впливу клімату.

Більший знос цих елементів пояснюється тим, що вони мають велику площу поверхні при незначній товщині перерізу, а також знаходять в місцях найбільш напружень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Портовые сооружения [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://stroy-technics.ru/article/portovye-portalnye-krany
2. Подобед В.А. Математическое моделирование ветровых нагрузок. – Москва - Набережные челны: Acceleration, 2010-2014. - 36 с.
3. Ерофеев Н.И. Математическая модель режима работы крановых установок. Автоматика и телемеханика, № 3, с.160-166, 1967.
4. Liu Pengfei, B. Lin. (2013). Safety and stability analysis of the ship loaders during shipping, pp. 21 5-224.
5. Чурбанов П.В., Лаврик В.П. Анализ возникновения дефектов в несущей металлоконструкции портальных кранов. - М.: ДМК Пресс, 2011,- 392 с.
6. Коновалов Д.М., Дарюхин А.О. Использование программного комплекса АРМ WinMachine для исследования остаточного ресурса портальных кранов,- М.: МГАВТ, 2013,- 39 с.
7. Mariusz Żółtowski, Ph. D. Michał Liss, Ms. C. Truss harbor cranes modal design elements research. -Polish Maritime Research 4(88) 2015 Vol. 22; pp. 84-92
8. Siwertell Cargotec Sweden AB Bulk Handling [Електронний ресурс] Режим доступу: www.cargotec.com/bulk handling.html
9. ДСТУ Б. В.2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу.
10. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва
11. Невзоров Л.А. Баштові крани. - М.: Вища школа, 1980.
12. Sagyrov U.G. Statics and dynamics of machines / B.L. Davidov, B.A. Skorodumov. – M.: ПрДТУ, 2012. – 58 p. (Ukr.)
13. ДСТУ Б В.2.6-193:2013. Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування
14. ДСТУ EN 1459:2014 Безпечність промислових навантажувачів. Самохідні навантажувачі з видвижним вантажопідйомником
15. ДНАОП 0.00-1.03-02. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.
16. ДБН В.1.1-12:2006. Ч. 2. Додатки. Будівництво у сейсмічних районах України
17. Повышение эффективности использования портовых кранов при ветровых нагрузках
18. Оценка эксплуатационной надежности портальных кранов
19. ДБН А.2.2.-3-2012. Склад та зміст проектної документації на будівництво: [Чинний з 1 липня 2012 р.] / Мінрегіонбуд України. – К., 2012. – 26 с.
20. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія: [Чинний з 1 листопада 2011 р.] / Мінрегіонбуд України. – К., 2011. – 123 с.
21. ДБН В.1.2-2-2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. Введ. З 1 січня 2007 р. на заміну СНиП 2.01.07-85 (крім розділу 10). К.: Мінбуд України, 2006. – 71 с.
22. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції.Норми проектування, виготовлення і монтажу. На заміну СНиП II-23-81*, окрім розділів 15*-19. [Остаточна редакція. Дата надання чинності 01.09.2011 р.] – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 202 с.
23. СНиП II-23-81*. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции. Нормы проектирования / Госстрой СССР. – Взамен СНиП II-В.3-72; СНиП II-И.9-62; СН 376-67 Введ. 01.01.82. – М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1991. – 96 с.
24. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення. Вимоги проектування. Введ. З 1 січня 2007 р. на заміну розділу 10 СНиП 2.01.07-85. К.: Мінбуд України, 2006. – 10 с.
25. СНиП 3.04.03-85. Защита строительных конструкций от коррозии / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
26. СНиП 2.09.03-85. Строительные нормы и правила. Сооружения промышленных предприятий. Введ. с 1 января 1987 г. Взамен СНиП II-91-77, 30. СН 302-65, СН 471-75. – М.: ЦИТП Госстроя СССР. 1986. – 58 с.

Попов Володимир Олексійович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: v.a.popov.vntu@gmail.com

Курдибаха Владислав Миколайович — студент 5 курсу, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: jjjust96@gmail.com

Popov Vladimir O. — Ph.D. docent of department of civil engineering, architecture and municipal economy, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: v.a.popov.vntu@gmail.com

Kurdybakha Vladyslav M. — student, Department of Building, Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, e-mail: jjjust96@gmail.com

УДК 691.322

М. М. Попович[1]
С. В. Барнасюк[2]
А. Б. Герій[3]

АНАЛІЗ СКЛАДІВ БЕТОНІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ЗАЗОРУ МІЖ ЗЕРНАМИ КРУПНИХ ЗАПОВНЮВАЧІВ

[1] Вінницький національний технічний університет
[2] ВТП «Декорбетон»
[3] ФОП Мальований

Анотація
Запропоновано спосіб визначення зазору між зернами крупного заповнювача в бетоні, який дозволив збільшити досконалість розрахунків складу бетону.
Ключові слова: бетон, крупний заповнювач, зазор, точність, пустотність.

Abstract
The method of determining the gap between grains of large aggregate in concrete is proposed, which allowed to increase the perfection of calculations of concrete composition.
Keywords: concrete, large aggregate, gap, accuracy, voidness.

Вступ

Часто в сфері виробництва бетонних та залізобетонних виробів при проектуванні різних складів бетонних (в тому числі дрібнозернистих та цементних бетонів) та їх аналізу використовують визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів у бетоні.

Метою роботи є демонстрація ефективного способу аналізу складів бетонів.

Результати дослідження

Контроль якості бетонних і залізобетонних робіт здійснюють на всіх етапах їх виробництва, починаючи з виготовлення бетонної суміші і кінчаючи твердненням укладеного бетону. Якість готового бетону залежить від складу бетонної суміші і якості складових матеріалів. Склад бетонної суміші підбирається в будівельній лабораторії з умови отримання при мінімальній витраті цементу бетону, що має необхідні міцність і властивості.

Заповнювачі утворюють в бетоні жорсткий скелет і зменшують усадку при твердінні цементного каменю. Зерна заповнювачів повинні бути твердими і міцними, нерозчинними у воді, не містити шкідливих домішок більше встановленої межі. З метою зменшення витрати цементу необхідно підбирати зерновий склад заповнювачів, що забезпечує щільну структуру бетону.

Вперше метод визначення зазору між зернами крупних заповнювачів для аналізу цементних бетонів з мінеральними наповнювачами використали автори роботи [1]. Для визначення середнього зазору між зернами крупного заповнювача в цементному бетоні автори використали формулу:

$$H_{\text{ср}} = \frac{r}{3\varphi}, \tag{1}$$

де r – середній радіус зерен заповнювача в мм*;*

φ – частка об’єму цементного бетону, який займає заповнювач*;*

Недоліком цього способу є недостатня точність визначення зазору. Він не враховує порожнин заповнювача, тому завищує показники зазору між зернами заповнювача.

В роботі [2] А. Шумков визначає зазор між зернами крупного заповнювача бетону по формулі*:*

$$z = \left(\sqrt[3]{1 + \Pi_{\text{кр}}(\alpha - 1)} - 1\right) \cdot \text{НК}, \tag{2}$$

де $П_{кр}$ – пустотність крупного заповнювача в неущільненому стані;

α – коефіцієнт розсуву зерен крупного заповнювача;

НК – максимальна крупність заповнювача в мм.

Даний спосіб визначення зазору між зернами крупного заповнювача має недостатню точність − суттєво занижує показники внаслідок неточного методу визначення пустотності крупного заповнювача бетону в неущільненому стані.

Для збільшення точності визначення зазору між зернами крупного заповнювача в бетоні автори роботи [3] запропонували новий спосіб визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів в бетонах за формулою:

$$z = \left(\frac{\sqrt[3]{1-П_{зу}}}{\varphi} - 1\right) \cdot d_{ср}, \quad (3)$$

де $d_{ср}$ – середній діаметр заповнювача, визначений за результатами розсіву;

φ – частка об'єму бетону, який займає крупний заповнювач;

$П_{зу}$ – пустотність крупного заповнювача в ущільненому стані.

Використовуючи дану корисну модель проаналізуємо цементний бетон з мінеральним наповнювачем роботи [4] з середнім діаметром 0,25 мм при об'ємній частці 0,2 (20%). Для аналізу цементного бетону з мінеральним наповнювачем припустимо, що 50% об'єму крупний наповнювач займе шахматну укладку з пустотністю 0,3, а 50% – рядову укладку з пустотністю 0,476 у відповідності до підручника [5]. Тоді середня пустотність складе 0,39. Використовуючи формулу (3) розрахуємо середній зазор між зернами крупного наповнювача цементного бетону, який складе 0,113 мм.

Середній зазор між зернами крупного наповнювача цементного бетону розрахованого по формулі (1) складає 0,208 мм. Тобто, формула (1) завищує середній зазор між зернами крупного наповнювача майже в 2 рази.

За допомогою формули (3) проаналізуємо склад бетону №6 патенту РФ №2500655 [6]. Для цього склад бетону перерахуємо на 1 $м^3$, який складе 8% від об'єму:

- цемент (ПЦ-500ДО) – 18,87%;
- щебінь фракції 2,5-5 мм – 47,17%;
- пісок з відсіву фракції 0,315-0,63 мм – 23,58%;
- фракція відсіву менше 0,14 мм – 4,72%;
- вода (при В/Ц=0,3) – 5,66%.

Крупний щебінь фракції 2,5-5 мм (середній розмір зерен 3,75 мм) займає частку об'єму 0,4717. Середню пустотність щебеню фракції 2,5-5 мм приймаємо 0,39. По формулі (3) визначаємо середній зазор між зернами крупного щебеню, який складе 0,34 мм. Середній розмір мілкого заповнювача фракції 0,315-0,63 мм складає 0,473 мм. Звідси можна зробити висновок, що зерна мілкого заповнювача не вміщуються між зернами крупного заповнювача бетону.

Запропонований авторами патенту РФ №2500655 склад бетону нереальний. Результат, отриманий ними можна пояснити тим, що змішування компонентів бетону проводилось в помольно-змішувальних бігунах. В результаті цього фракція відсіву 0,315-0,63 мм перейшла у фракцію 0,14-0,315 мм з середнім розміром зерен 0,23 мм.

Заявлений авторами фракційний склад бетону, який отриманий в результаті домолу при змішуванні компонентів бетону, не підлягає контролю.

По результатам аналізу складу бетону по патенту РФ 2500055 можна зробити висновок, що в цьому складі бетону фракцію відсіву 0,315-0,63 можна замінити на фракцію 0,16-0,315 мм і відмовитись від домолу під час приготування бетонної суміші.

Середній діаметр цієї фракції складає 0,24 мм. При середньому зазорі 0,34 мм між зернами крупного заповнювача бетону середня обмазка зерен фракції 0,16-0,315 мм цементним тістом складе 0,05 мм (50 мкм).

Авторами роботи [7] встановлено, що мінімальна обмазка зерен мілкого заповнювача (піску) цементним тістом повинна складати не менше 10 мкм.

Висновки

Корисна модель №127506 на спосіб визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів в бетонах по формулі (3) являється ефективним способом аналізу складів бетонів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Л.І. Дворкин, В.І. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновський, Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Киев, СССР: Будивэльнык, 1991, с. 8.

2. А.І. Шумков, «Компьютерная оптимизация состава тяжелого бетона,» Технология бетона, № 6, с. 14-16. 2006.

3. М.М. Попович, С.В. Барнасюк, А.Б. Герій, «Спосіб визначення середнього зазору між зернами крупних заповнювачів в бетонах» Патент України G01N 33/38. № 00986 МПК (2006), 10.08.2018.

4. Л.І. Дворкин, В.І. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновський, Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Киев, СССР: Будивэльнык, 1991, с. 20.

5. Ю.М. Баженов, Технология бетона: Учеб. Пособие для технол. спец. строит. вузов, 2-е изд. испр. М., СРСР: Высшая школа, 1987, с. 30-31.

6. Голубев А.И. «Способ проектирования состава тяжелого бетона,» МПК G01N 33/00. №2079839, 20.05.1997.

7. Л.І. Дворкин, В.І. Соломатов, В.Н. Выровой, С.М. Чудновський, Цементные бетоны с минеральными наполнителями. Київ, СССР: Будивэльнык, 1991, с. 114.

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: popovychnick@gmail.com;

Барнасюк Сергій Віталійович – інженер виробничо-торгівельного підприємства «Декорбетон», м. Вінниця;

Герій Андрій Багданович – інженер-проектувальник ФОП Мальований, м. Вінниця.

Popovych Mykola M. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, email: popovychnick@gmail.com;

Barnasyuk Sergiy V. - engineer of the production and trading enterprise "Decorbeton", Vinnitsa;

Gary Andriy B. - Design Engineer FOP Malovan, Vinnitsa.

УДК 624.016.7

Маєвська І. В.
Гончарук М. С.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АРМОВАНОЇ ОСНОВИ ГРУНТОЦЕМЕНТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ ВИНЕСЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *В даній роботі виконане математичне моделювання роботи армованої основи ґрунтоцементними елементами з використанням золи винесення. Розглянутий стрічковий фундамент для якого виконано оптимізацію ґрунтоцементного масиву. На прикладі оптимального варіанту проаналізовано вплив добавок золи винесення на напружено-деформований стан системи «фундамент-армована основа».*
Ключові слова: армуючий елемент; основа; грунтоцемент; мінеральна добавка; зола винесення; напружено-деформований стан.

Abstract. *In this work mathematical modeling of the work of reinforced substrate with soil cement elements using ash removal is performed. The tape foundation for which soil cement optimization is performed is considered. On the example of an optimal variant the influence of ash removal additives on the stress-strain state of the foundation-reinforced base system is analyzed.*
Keywords: reinforcing element; basis; soil cement; mineral additive; ash removal; stress-strain state.

Вступ

У попередніх дослідженнях було визначено фізико-механічні властивості грунтоцементу з додаванням золи винесення [1]. Проведені дослідження показали, що в залежності від вмісту золи винесення (від 20 % до 80 % від ваги в'яжучого) міцність грунтоцементу змінюється в межах 3,2-0,5 МПа. При цьому міцність грунтоцементу без використання золи складала 4,7 МПа. Модуль деформації грунтоцементу з використанням золи коливається в межах 2500-360 МПа а без використання золи складає 2760 МПа.

Отже можна зробити висновок про те, що при вмісті золи від 20 % до 60 % від ваги в'яжучого міцність грунтоцементу та його деформаційні властивості є прийнятними для використання у грунтоцементних палях при армуванні основ.

Для визначення економічної доцільності використання золи винесення потрібно проаналізувати роботу армованої основи при різних властивостях грунтоцементу, адже відомо, що у більшості випадків проектної практики не має потреби у значній міцності армуючих елементів.

В даній роботі була поставлена задача виконати математичне моделювання армованого ґрунтоцементними палями масиву при роботі стрічкового фундаменту з метою визначення прийнятного відсотку вмісту золи винесення.

Результати дослідження

Для аналізу був обраний стрічкових фундамент під середню стіну 4-поверхової будівлі з експлуатаційним навантаженням 243,29 кН/п.м. Ґрунтова основа представлена такими нашаруваннями (таблиця 1).

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики ґрунтової основи

№ ІГЕ	Найменування грунтів	Потужність шару, м	Питома вага	Вологість	Питома вага частинок грунту	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості	Вологість на межі текучості	Вологість на межі пластичності	Число пластичності	Показник текучості	Питоме зчеплення	Кут внутрішнього тертя	Модуль деформації	Коефіцієнт Пуассона	Розрахунковий опір грунту
			γ, кН/м^3	w	γ_s, кН/м^3	e	S_r	w_L	w_P	I_P	I_L	c, кПа	φ, град.	E, МПа	V	R_0, кПа
1	Рослинний шар	0,9-1,1	15,8	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Суглинок м'якопластичний, гумусований, жовто-бурий просадочний	6,0	18,7	0,18	26,8	0,73	0,70	0,24	0,15	0,09	0,99	14	14	7	-	200
3	Суглинок м'якопластичний, жовтий	необмеж.	18,8	0,27	26,8	0,81	0,89	0,28	0,19	0,09	0,90	15	16	8	-	-
Рівень грунтових вод – 7 м																

Оскільки основою фундаменту мілкого закладання є просадковий грунт ІГЕ №2, базовим варіантом влаштування фундаменту була стрічка шириною 2,4 м підібраною з умовою допущення просідання.

В якості альтернативного варіанту пропонується використати фундамент мілкого закладання на армованій основі. Армуючим елементом є ґрунтоцементна паля довжиною 6 м та діаметром 0,3 м. Довжина палі обрана з умови повного прорізання просадкової товщі оскільки відомо, [2] що армування просадкового грунту ґрунтоцементними палями призводить до відсутності прояву просадковості під час замочування.

Положення фундаменту в грунті наведено на рисунку 1.

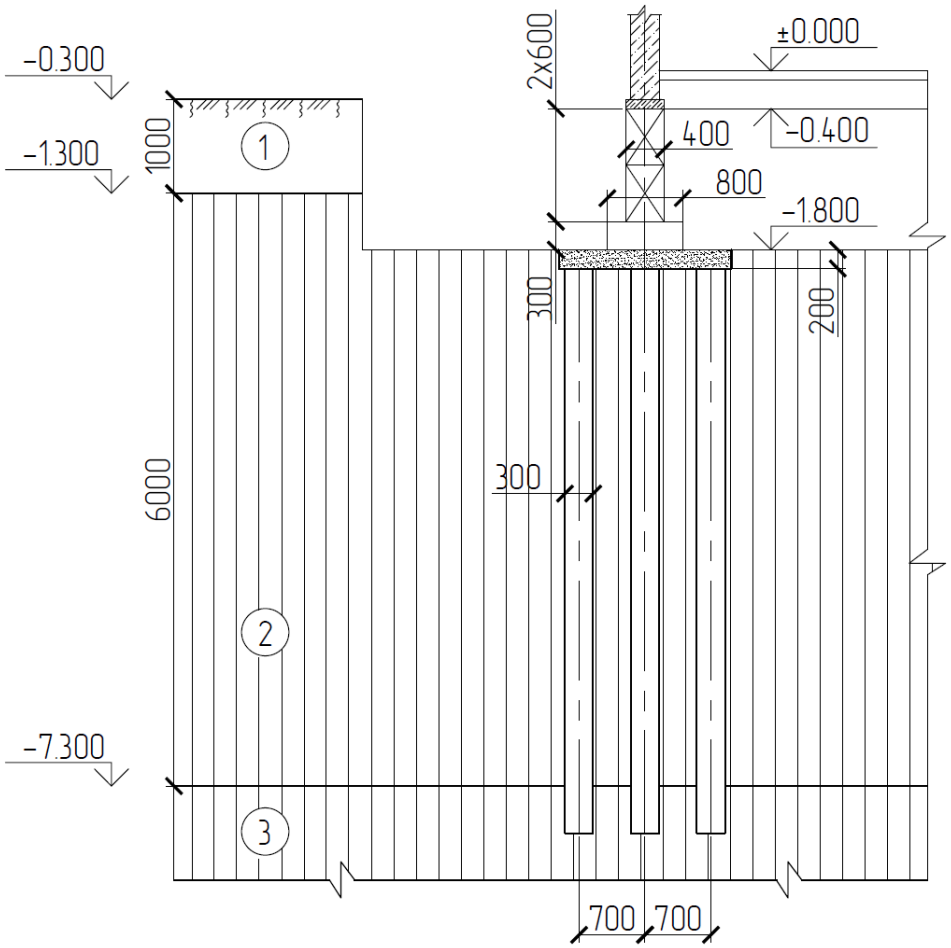


Рисунок 1 – Положення фундаменту з шириною підошви 0,8 м в грунті при трирядному розміщенні армуючих елементів

Моделювання роботи армованого ґрунтоцементними палями масиву виконувалось за допомогою програмного комплексу PLAXIS 3D Foundation. При моделюванні були прийняті наступні передумови і параметри:

- модель грунту основи – пружно-пластична модуль Кулона-Мора
- модель стрічкового фундаменту, що підсилюється, з співвідношенням сторін L/B ≥10
- армуючі елементи – циліндричні палі діаметром 0,3 м та довжиною 6 м
- спосіб влаштування армуючих елементів – з вийманням грунту
- розташування армуючих елементів в один, два та три ряди
- відстань між армуючими елементами не менше ніж 3d
- між армованим масивом та підошвою фундаменту передбачено прошарок піщаного грунту товщиною 200 мм
- розміри розрахункової області в плані 40x20x15 м
- за максимальне навантаження, що сприймається фундаментом прийняте навантаження на стіну будинку 243,29 кН/п.м

Модельні експерименти були розділені на такі підгрупи:

1 – визначення потрібного кроку та кількості рядів армуючих елементів за умови зменшення розмірів підошви до 0,6 та 0,8 м (тиск по підошві становив 863,33 кПа/м та 655 кПа/м відповідно). На даному етапі ґрунтоцементні палі приймались без вмісту золи з модулем деформації 2700 МПа. У таблиці 2 наведено програму математичного моделювання.

Таблиця 2 – Програма математичного моделювання

Ширина підошви фундаменту, м	0,6		0,8		
Кількість рядів армуючих елементів	1	2	1	2	3

2 – для обраного на попередньому етапі оптимального варіанту розміщення елементів підсилення і ширини підошви провести аналіз напружено-деформованого стану системи «фундамент-армована основа» в залежності від вмісту золи винесення у складі грунтоцементу.

Для початку було змодельовано базовий варіант фундаменту шириною 2,4 м який без армування масиву забезпечує надійну роботу, для того, щоб у подальшому графіки осідання-навантаження для армованого масиву порівнювались з графіком осідання базового варіанту.

Результати першого етапу досліджень

В результаті першого етапу досліджень були одержані мозаїки деформації грунту в основі фундаменту, які дозволили побудувати залежності осідання-навантаження для кожного випадку.

На рисунку 2 наведено розрахункову модель стрічкового фундаменту базового варіанту та модель стрічкового фундаменту на армованому масиві при трирядному розміщенні паль.

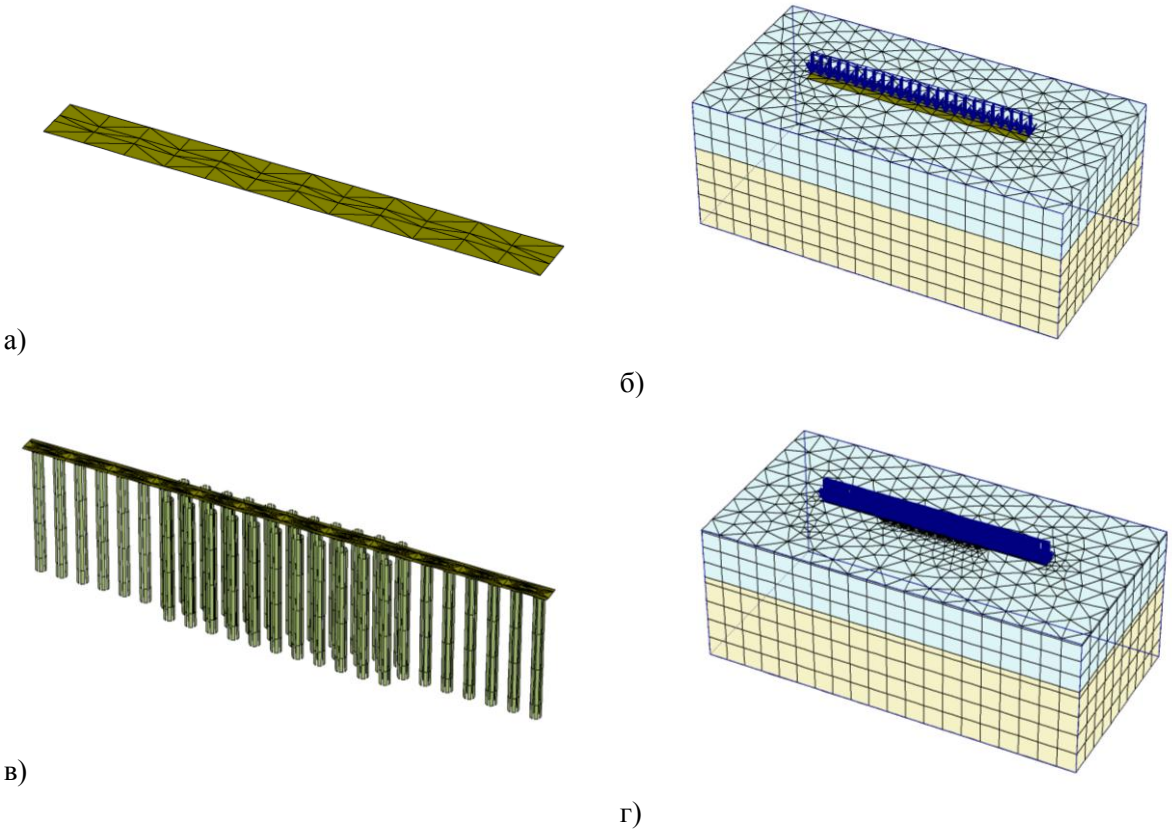


Рисунок 2 – Розрахункова модель стрічкового фундаменту базового варіанту (а) та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві грунту (б); розрахункова модель стрічкового фундаменту на армованому масиві при трирядному розміщенні паль (в) та розташування моделі під дією вертикального навантаження в масиві грунту (г)

На рисунку 3 наведено графік осідання при ширині підошви фундаменту на армованому масиві 0,6 м та при ширині підошви фундаменту на армованому масиві 0,8 м.

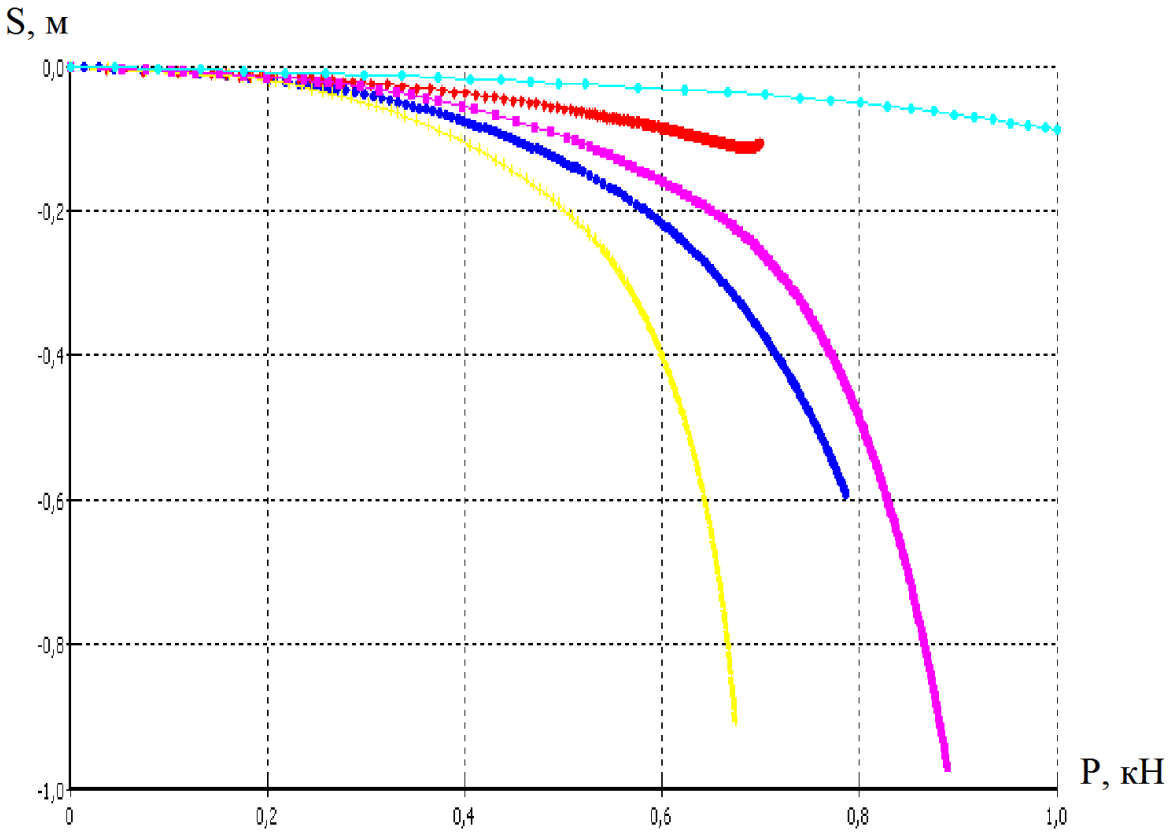


Рисунок 3 – Синій – графік осідання при однорядному розміщенні паль та ширині підошви 0,6 м; червоний – графік осідання при дворядному розміщенні паль та ширині підошви 0,6 м; жовтий – графік осідання при однорядному розміщенні паль та ширині підошви 0,8 м; рожевий – графік осідання при дворядному розміщенні паль та ширині підошви 0,8 м; зелений – графік осідання при трирядному розміщенні паль та ширині підошви 0,8 м

З графіків видно, що найбільш надійну роботу при заданому навантаженні забезпечує фундамент шириною 0,8 м при армуванні ґрунтоцементними палями розміщеними у три ряди, тому саме він був прийнятий в якості оптимального варіанту для подальшого дослідження.

Результати другого етапу досліджень

На другому етапі для оптимального варіанту було розглянуто п’ять варіантів грунтоцементних паль з різним відсотком вмісту золи винесення та відповідно з різним модулем деформації (таблиця 3).

Таблиця 3 – Значення модуля деформації ґрунтоцементу із різним вмістом мінеральної добавки

№	Вміст цементу, %	Вміст золи-виносу, %	Модуль деформації Е, МПа
1	100	0	2757,91
2	80	20	2506,33
3	60	40	2305,75
4	40	60	2154,03
5	20	80	363,31

В результаті було одержано графік осідання-навантаження, який наведено на рисунку 4.

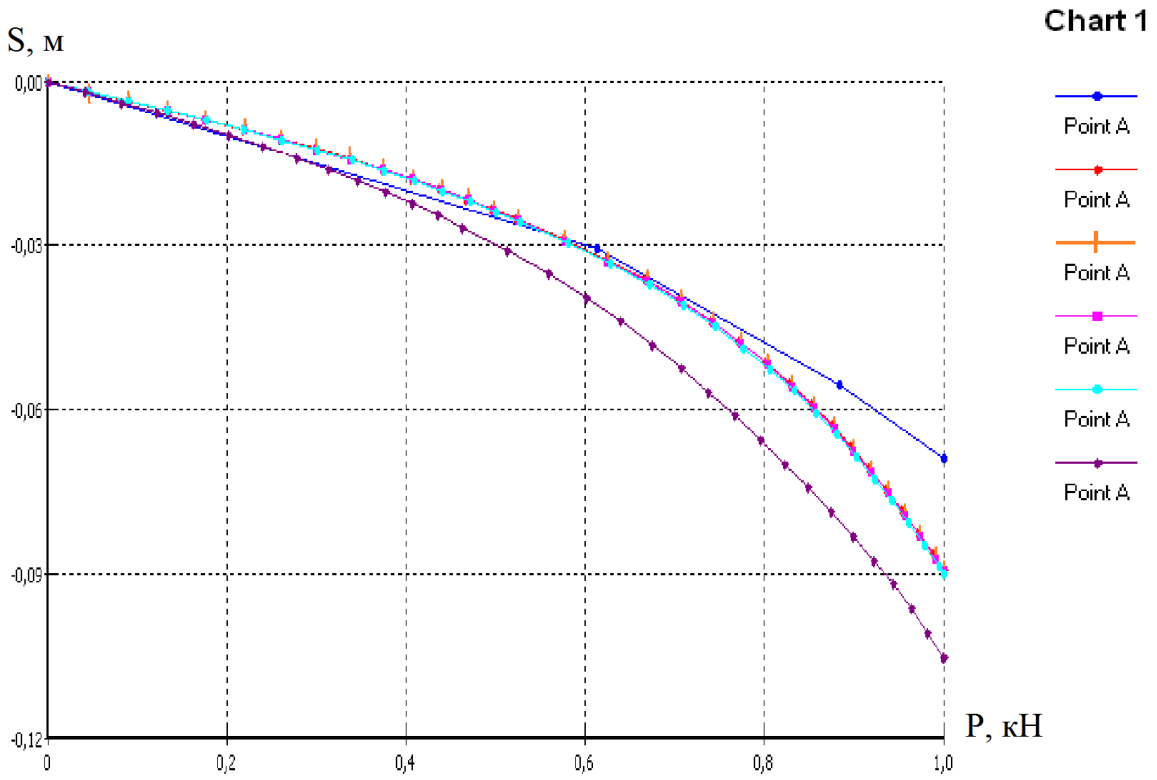


Рисунок 4 – Синій – графік осідання базового варіанту при ширині підошви 2,4 м; червоний – графік осідання при трирядному розміщенні паль та вмістом золи винесення 0 %; оранжевий – графік осідання при трирядному розміщенні паль та вмістом золи винесення 20 %; рожевий – графік осідання при трирядному розміщенні паль та вмістом золи винесення 40 %; зелений – графік осідання при трирядному розміщенні паль та вмістом золи винесення 60 %; фіолетовий – графік осідання при трирядному розміщенні паль та вмістом золи винесення 80 %;

Аналіз одержаних результатів показує, що збільшення вмісту золи винесення не суттєво погіршує роботу армованої основи, так як видно, що при додаванні золи винесення від 20 % до 60 % графіки майже проходять один біля одного. Виключення складає варіант армування при вмісті золи винесення 80 % при якому деформації фундаменту стають неприпустимими.

Висновок

1. При армуванні основи стрічкового фундаменту ґрунтоцементними елементами оптимальним варіантом є трирядне розміщення армуючих паль.
2. Використання у складі грунтоцементу золи винесення у кількості до 60 відсотків від ваги в'яжучого, дозволяє одержувати надійне рішення фундаменту із значним зменшенням ширини підошви.
3. Оскільки зола винесення є дешевим компонентом у порівнянні з цементом то заміна частини цементу на золу у складі в'яжучого призводить до зменшення вартості фундаментів.

СПИСОК ВИКОРИСАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маєвська І. В., Очеретний В. П., Гончарук М. С. Визначення впливу добавок золи-винесення на властивості грунтоцементу. *Інноваційні технології в будівництві:* тези науково-технічної конференції, м. Вінниця 14.11.2018 р. [Електронний ресурс]: http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/25669/34-39.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Петраш Р. В. СПІЛЬНА РОБОТА ҐРУНТУ ТА ЕЛЕМЕНТІВ АРМУВАННЯ, ЯКІ ВИГОТОВЛЕНІ ЗА БУРОЗМІШУВАЛЬНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ : дис. канд. техн. наук : 05.23.02 / Петраш Руслан Васильович – Полтава, 2009. – 216 с

3. Зоценко М.Л. Досвід і перспектива підсилення основ вертикальними ґрунтоцементними елементами у міському будівництві / М.Л. Зоценко, Ж.М. Бовкун, В.І. Маляренко // Бетон и железобетон в Украине. – 2006. - № 6. – С. 24-28
4. Армирование лессовых грунтов оснований зданий и сооружений / И.В. Степура, В.С. Шокарев, А.С. Трегуб, А.В. Павлов, В.П. Павленко // Международная конференция по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. – Пермь: ПГТУ, 2004. – С. 213-221
5. Проектирование и устройство оснований и сооружений из армированного грунта. Строительные нормы Республики Беларусь. Приложение П10-01 к СНБ 5.01.01-99
6. Крисан, В. І. Дослідження напружено-деформованого стану ґрунтового масиву, армованого ґрунтоцементними елементами, що виготовлені по струминно-змішувальній методиці: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: 05.23.02 / В. І. Крисан. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – 24 с.

Гончарук Марина Сергіївна — студентка групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: b16ms.plyatsok@gmail.com

Науковий керівник: ***Маєвська Ірина Вікторівна*** — доцент кафедри "Будівництва, міського господарства та архітектури". Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com

Honcharook Marina - student of the group B-18m, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: b16ms.plyatsok@gmail.com

Supervisor: ***Maievskaya Irina Victorivna*** - associate professor of the Department of "Building, Urban and Architecture". Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: irina.mayevskaja@gmail.com

УДК 624.131.383

М. М. Попович
О. О. Шикір

АРОЧНИЙ ЕФЕКТ В ОГОРОДЖЕННІ КОТЛОВАНІВ ІЗ ПАЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Запропоновано дослідити відомі конструкції пальових огороджень котлованів, характер роботи системи «паля - грунт» при різних розмірах та поперечних перерізах паль.
Ключові слова: котлован, грунт, паля, відстань, арочний ефект.

Abstract
It is suggested to investigate the known designs of pile hedges, the nature of the "pile - soil" system at different sizes and cross sections of piles.
Keywords: ditch, soil, piles, distance, arched effect.

Вступ

При будівництві часто розробка глибоких котлованів з природними укосами не тільки не доцільна, але й не можлива. Тому, велике практичне значення набувають способи розробки котлованів з вертикальними укосами. Практика будівництва показала, що розробка глибоких котлованів з вертикальними укосами в зв'язних ґрунтах при низькому рівні ґрунтових вод може бути ефективно здійснена при використанні утримуючої конструкції з розрідженого ряду паль. При визначенні граничної відстані між палями, які утримують укіс ґрунту, можливе застосування теорії арочного ефекту.

Метою роботи є дослідження арочного ефекту в огородженні котлованів із паль.

Аналіз публікацій

Для проектування огородження котлованів із паль необхідно виконання досліджень та розрахунків по визначенню оптимального кроку паль огородження. Дані дослідження включають в собі ряд завдань, основні з яких – виявлення закономірностей розподілу тиску на палі і міжпальовий простір в залежності від кроку паль, аналіз особливостей деформування ґрунтів при взаємодії з палями різного поперечного перерізу, визначення найбільш ефективної форми та кроку паль в утримуючій конструкції при «обтіканні» ґрунтом.

Основним завданням влаштування пальових елементів є підвищення запасу стійкості укосу. А. Н. Богомолов та А. А. Бартоломей в роботі [1] привели результати досліджень за утворенням зон з різними фізико-механічними властивостями: масиву ґрунту непорушеної структури, ущільненого ґрунту міжпальового простору і стовбура палі. На ділянках поверхні ковзання, які перетинають спорудження та області ущільненого ґрунту біля споруди, виникають додаткові сили опору, що зумовлюють підвищення загальної стійкості укосу. Для оцінки впливу зміни (відстані між рядами паль і їх кількість), параметрів споруди (діаметр і крок паль), а також характеристик матеріалу утримуючої споруди на величину коефіцієнта стійкості А. Н. Богомоловим запропоновано використання величини, представленої в роботі [2] у вигляді «тиску зв'язності» матеріалу в міжпальовому просторі:

$$G_{св}^{*} = G_{св}^{г} + \frac{n\pi D^2 \left(G_{св}^{б} - G_{св}^{г}\right)}{4\left[(n-1)b + D\right]}. \qquad (1)$$

Відповідно до робіт багатьох дослідників [2, 3, 4], проектування пальових огороджень необхідно виконувати виходячи з теорії пластичності і арочного ефекту. За допомогою застосування розглянутих теорій можна визначити крок паль в ряду з умовою непродавлювання ґрунту між пальовими елементами обумовлених утворенням несучого ґрунтового тіла (рис. 1).

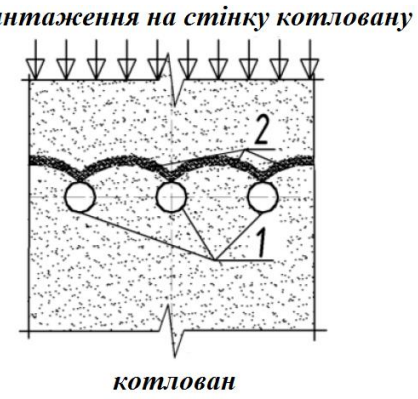


Рис. 1 - Схема утворення несучого ґрунтового тіла в міжпальовому просторі (арочний ефект)

До причин, що зумовлює "арочний" ефект у ґрунтах, належить переривчасте розташування опорних елементів і пов'язаний з ним обмежений рух часток ґрунту основи по криволінійних траєкторіях у порожнинах між опорними елементами, а також обмежене надходження часток ґрунту вище контактної поверхні опорних елементів.

У роботах [3, 4] введені допущення про форму несучого ґрунтового тіла у вигляді арки параболічної форми. Була отримана формула для визначення граничного кроку пальових елементів в однорядному огородженні (з умови руйнування арочного склепіння).

Однак, відстань між пальовими елементами, отримана за запропонованою формулою, може бути збільшено на ширину утримуючих елементів при врахуванні форми та способу влаштування паль.

Задачі досліджень

Мета даної роботи – розглянути пальові огородження стін котлованів. Для виконання поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- Ознайомитись з умовами, при яких виникає необхідність застосування кріплень стін котлованів;
- Вивчити класифікацію кріплень стін котлованів;
- Вивчити переваги та недоліки використання різних схем;
- Розглянути пальові огородження;
- Дослідити конструкцію та технологію влаштуванням;
- Зробити узагальнення та висновки щодо оптимального виду пальового кріплення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бартоломей, А. А. О влиянии удерживающей свайной конструкции на напряженное состояние и величину коэффициента устойчивости однородного откоса / А. А. Бартоломей, А. Н. Богомолов // Основания и фундаменты в геологических условиях Урала. – Пермь, 1987. – С. 3–9.

2. Богомолов, А. Н. Расчет несущей способности оснований сооружений и устойчивости грунтовых массивов в упруго-пластической постановке / А. Н. Богомолов ; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь: 1996. – 150 с.

3. Гинзбург, Л. К. О распределении давления грунта между рядами свай / Л. К. Гинзбург // Основания, фундаменты и механика грунтов. – М.: Стройиздат, 1985. – Вып. 2. – С. 28..

4. Лейер, Д. В. Исследование взаимодействия глинистых грунтов с противооползневыми сооружениями инженерной защиты опор эстакад / Д. В. Лейер, С. И. Маций, Е. В. Безуглова, Ф. Н. Деревенец // Интернет-журнал «Науковедение». –2014. – Вып. 5 (24). – htpp://naukovedenie.ru. – 35КО514.

5. Bru, G. Analysis of the Portalet Landslide Using Finite Element Method / G. Bru, J. A. Fernández-Merodo, J. C. García-Davalillo, G. HerreraStability // Engi-neering Geology for Society and Territory – Volume 2. Landslide Processes. – 2015. – pp. 1519-1524.

Попович Микола Миколайович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: popovychnick@gmail.com;

Шикір Олександр Олександрович – студент групи Б-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

e-mail: b16ms.shykir.sasha@gmail.com.

Popovych Mykola M. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: popovychnick@gmail.com;

Alexander Shikir - student of B-18m group, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: b16ms.shykir.sasha@gmail.com.

УДК 624.15

Д. О. Панченко
Н. В. Блащук

РАЦІОНАЛЬНІ ФОРМИ ПІДОШВИ СТРІЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто ефективні конструкції стрічкових фундаментів мілкого закладання, а саме фундаменти із суцільними пустотами в підошві фундаменту. Оцінено позитивні і негативні сторони цього їх використання.

Ключові слова: фундаментобудування, раціональна форма підошви фундаменту, перерозподіл напружень, арочний ефект, розрахунковий опір.

Abstract

Effective constructions of narrow foundation foundations of tape, namely, intermittent ribbon foundations, are considered. Positive and negative aspects of their use are assessed.

Keywords: foundation engineering, rational form of the sole of the foundation, redistribution of stresses, arched effect, design resistance.

Вступ

Вартість фундаментів при зведені будівель і споруд складає в середньому 13 % від його вартості, працевитрати нерідко досягають 16 % і більше від загальних витрат праці, а тривалість робіт по зведенню фундаментів досягає до 21 % загального терміну будівництва. При зведенні підземної частини будівлі, а також під час будівництва в важких грунтових умовах ці значення значно підвищуються. Відповідно, модернізація проектних і технологічних рішень в галузі зведення фундаментів приведе до заощадження коштів та трудовитрат, а це відповідно посприяє скороченню термінів зведення фундаментної частини будівель і споруд, що відповідно призведе до пришвидшеного будівництва в цілому.

Значне місце у фундаментобудуванні, особливо при зведенні житлових малоповерхових будівель, займають стрічкові фундаменти під стіни. В зв'язку з цим, питання впровадження нових конструкцій, удосконалення методів їх розрахунку, експериментальне і теоретичне вивчення роботи основ стрічкових фундаментів є на сьогодні актуальною задачею.

Серед відомих типів стрічкових фундаментів під будівлі перспективними з економічної точки зору є переривчасті фундаменти, а також стрічкові фундаменти з пустотними вирізами в підошві фундаменту різної форми та фундаменти з кутовими вирізами, що дає можливість економити кошти, які витрачаються на матеріали.

Ефективність таких конструкцій полягає у наступному:

- перерозподіл контактних напружень з країв фундаменту на центральну частину за рахунок зменшення жорсткості;
- границі пропорційної залежності між напруженнями і деформаціями основ під переривчастими фундаментами 1,1÷1,5 рази більше ніж під еквівалентними суцільними;
- покращення спільної роботи основи та фундаменту за рахунок інтервалів між блоками у переривчастих фундаментах та блочних пустот у стрічкових фундаментах із суцільними вирізами, які обраховуються в залежності від ширини потрібної підошви фундаменту (b, м), призводить до виникнення такого явища як «арочний ефект», теоретичні дослідження, які описанні в технічній літературі, доводять що цей ефект збільшує розрахунковий опір основи на 10-30%;

- застосування переривчастих фундаментів дозволяє виключити зайві запаси міцності, що з'являються у зв'язку із використанням типових фундаментних плит, розміри яких змінюються дискретно;

Результати дослідження

Переважна більшість будівель при будівництві зводяться на стрічкових фундаментах. Стрічкові фундаменти призначені для передачі на основу навантаження від будівлі по всьому периметру стін. Для утворення збірної підошви стрічкового фундаменту розроблені різні типи фундаментних плит: суцільні прямокутні і трапецеїдальні, ребристі, пустотні, гратчасті, деякі з них наведені на рис. 1 [1,3].

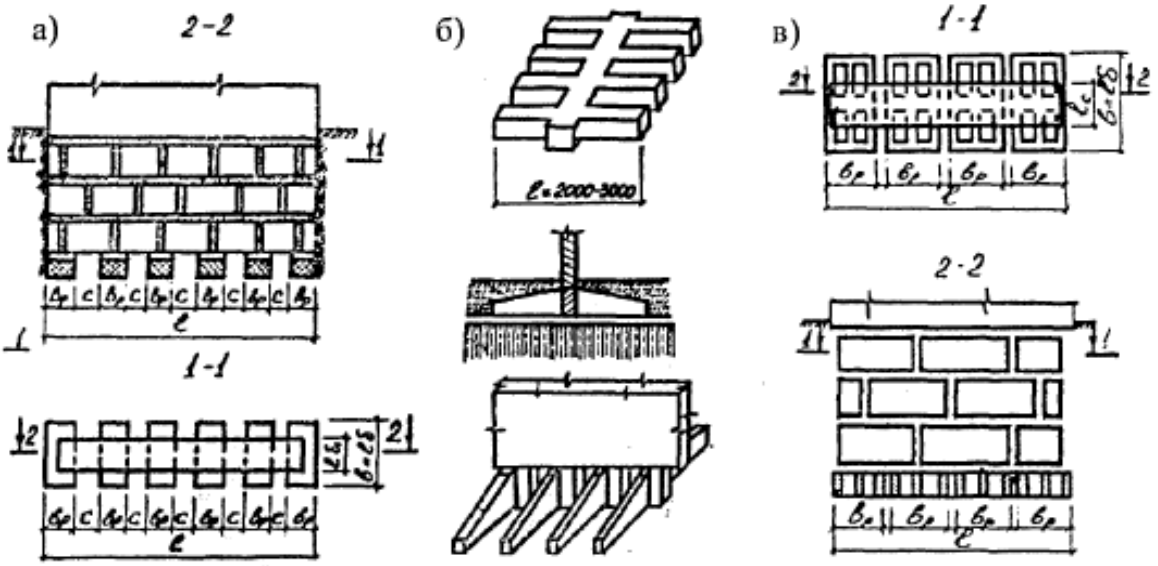


Рисунок 1 – Деякі види переривчастих фундаментів: а-стрічковий переривчастий фундамент; б- переривчасто-шпальний фундамент; в - переривчасто-гратчастий фундамент [1,3]

Стрічковий фундамент із суцільними пустотами у підошві фундаменту є різновидом стрічкового фундаменту мілкого закладання. При виготовленні таких блоків-подушок із пустотами у підошві фундаменту враховується ширина фундаменту, та підбираються допустимі розміри пустот за для виникнення «арочного ефекту». Фундаменти із суцільними отворами у підошві, відрізняються від звичайних еквівалентних їм стрічкових фундаментів, не лише конструктивною схемою, а й якісно кращими характеристиками спільної роботи основи та фундаменту, та відповідно економічною складовою, тому що на виготовлення такого фундаментного блоку потрібно на 10-15% менше сировини, що відповідно зменшує собівартість одиниці. Основною відмінністю, являється виникнення явища "арочного ефекту", при цьому до роботи залучається основа в проміжках між елементами фундаменту. Також було встановлено, що несучі грунтові склепіння («арочний ефект») в проміжках між блоками-подушками утворюються на початкових стадіях навантаження й існують аж до руйнування грунту основи [2].

Основним недоліком цього різновиду стрічкового фундаменту є саме налагодження виготовлення типових блоків-подушок (рис. 2), так як влаштування отворів у блоках-подушках впливає на конструктивну схему розміщення армування. Тому цей різновид не набув особливого поширення у будівництві на сьогодні.

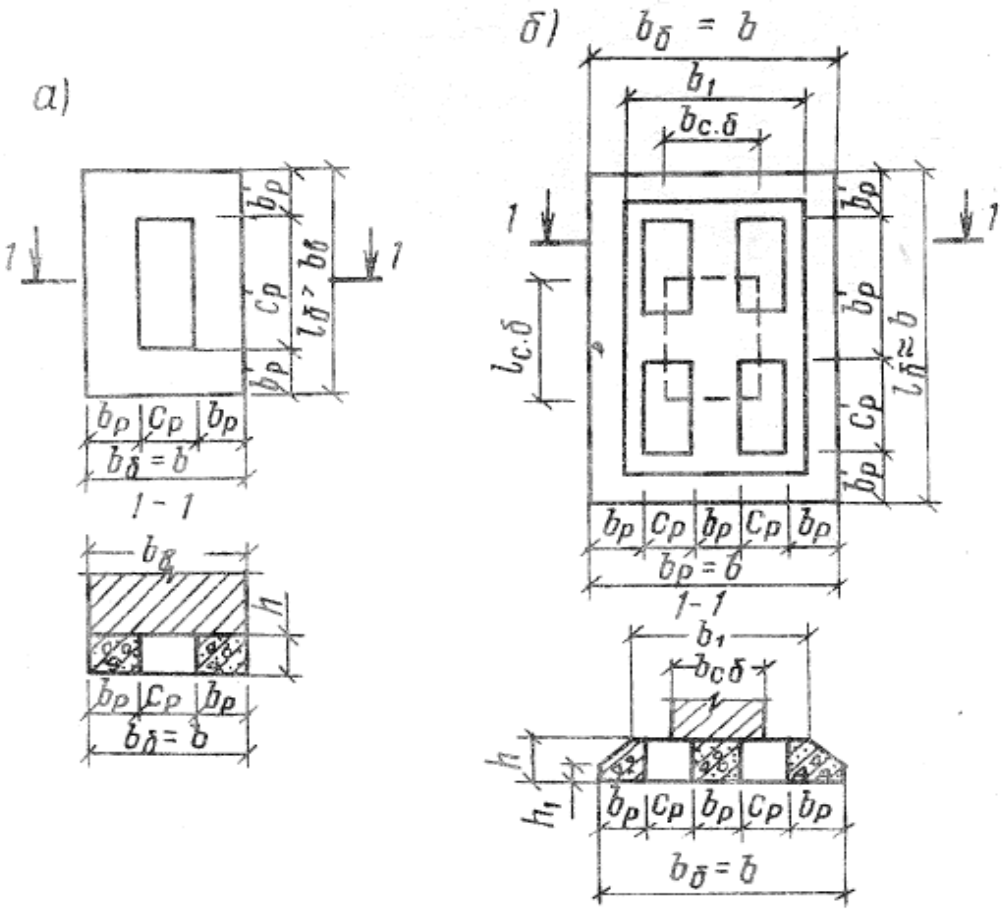


Рисунок 2 – Гратчасті блоки-подушки (плити) Для переривчастих та не переривчастих фундаментів, запроектовані з урахуванням «арочного ефекту»; а) – при $b_б=b$; б) – при $b > b_1$ чи $b_1 > b_{cб}$ [2].

Висновки

Враховуючи економію, при влаштуванні підземної частини будівлі, та кращу спільну роботу грунту основи з підошвою фундаменту, така форма підошви фундаменту є раціональною. Але зважаючи на важкість у виготовленні типових блоків-подушок, забудовники не надають належної уваги позитивним економічній та фізичній складовій цього методу, і це не завжди доцільно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основания и фундаменты: Справочник / под ред. Г.И. Швецова. – М.: Высшая школа, 1991. - 382 с.

2. Фидаров М. П. Проектирование и возведение прерывистых фундаментов / Фидаров М. П. – М.: Стройиздат, 1986. - 157 с.

3. Сорочан Е. А. Фундаменты промышленных зданий / Сорочан Е. А. – М: Стройиздат, 1986.- 303 с.

Панченко Дмитро Олександрович — студент групи Б-18М, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: b14b.panchenko@gmail.com

Науковий керівник: ***Блащук Наталя Вікторівна*** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Panchenko Dmytro O. — Student of the group B-18M, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : b14b.panchenko@gmail.com

Supervisor: ***Natalya V. Blashchuk*** – Ph. D., assistant professor, Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 728.34

Коровячук М. С.
Бікс Ю. С.

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ МІСТКІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ARCHICAD

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядається метод визначення теплових містків, через які виникають втрати тепла до 50% та знижується термін експлуатації будівлі. Запропоновані способи усунення «містків холоду» за допомогою ПК ArchiCAD.

Ключові слова: *міст холоду, тепловий міст, енергоефективність, теплопровідність, тепловтрати, утеплення.*

Abstract

The article deals with the method of determining thermal bridges, which cause heat losses of up to 50% and reduces the life of the building. Ways to remove "cold bridges" were proposed ArchiCAD PC.

Keywords: *cold bridge, thermal bridge, energy efficiency, thermal conductivity, heat loss, insulation.*

ВСТУП

Містки холоду (теплові мости) - це елементи будівельних конструкцій, таких, як бетонні перекриття, балкони та тераси, які віддають назовні тепло значно інтенсивніше. Тому температура поверхонь в місцях теплових мостів зазвичай значно нижче; на них можливе випадання конденсату, покривання цвіллю або грибком. При проектуванні об'єктів будівництва дуже важливо включати розрахунок теплових мостів , так як подальше їх усунення в процесі експлуатації досить складне, а часом неможливе [1].

Виникнення і поширення на внутрішній поверхні стіни грибка, який є наслідком низьких температур, призводить не тільки до значних пошкоджень будівельних конструкцій, а й, що набагато гірше, до негативних наслідків для здоров'я людини.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За основу для розрахунку теплового моста огороджувальних конструкцій була взята BIM-модель громадської будівлі, яка побудована в програмному комплексі ArchiCAD 20.

Рис. 1 – Торгово-офісний центр, запроектований у м. Вінниця

Основними несучими елементами будівлі є цегляні стіни, на які опираються пустотні плити перекриття. Прийняті архітектурно-конструктивні рішення можна побачити в таблиці 1.

Таблиця 1. – Архітектурно-будівельні рішення громадської будівлі

Склад конструкції	Матеріал	Товщина, мм	Теплопровідність, λ, Вт/м^{0}С
Стіна поверху 1…4	Цегла М100	510 мм	0,81
	Жорсткі мінераловатні плити	120 мм	0,052
	Штукатурка цементно-вапняним розчином	20 мм	0,814

Для задоволення нормативних вимог до термічного опору огородження повинна виконуватись умова:

$$R_o \le R_в + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_з \qquad (1.1)$$

де $R_в$, $R_з$ – опори теплосприймання і тепловіддачі на контакті огородження відповідно із внутрішнім і зовнішнім [2].

При цьому опір теплосприймання : $R_в = 0{,}115 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$.

Опір тепловіддачі: $R_з = 0{,}043 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$.

Потрібна товщина утеплювача з мінераловатних плит:

$$R = 0{,}115 + \frac{0{,}51}{0{,}814} + \frac{0{,}03}{0{,}814} + \frac{\delta_2}{0{,}052} + 0{,}043 = (0{,}821 + \frac{\delta_2}{0{,}052}) \frac{м^{2\,0}С}{вт} \langle R_0 = 3{,}3 \frac{м^{2\,0}С}{вт}.$$

$$\delta_3 = (3{,}3 - 0{,}821)\, 0{,}052 = 0{,}103\ м.$$

Із розрахунку термічного опору зовнішньої стіни можна зробити висновок, що прийнятий утеплювач товщиною 120 мм задовольняє вимогам теплопровідності.

Задля остаточного аналізу та прийняття проектних рішень щодо утеплення огороджуючої конструкції виконаємо моделювання містків холоду у програмі ArchiCAD 20.

Для аналізу виберемо вузол обпирання плити перекриття на зовнішню стіну. Для цього використовуємо інструмент деталізації у ArchiCAD.

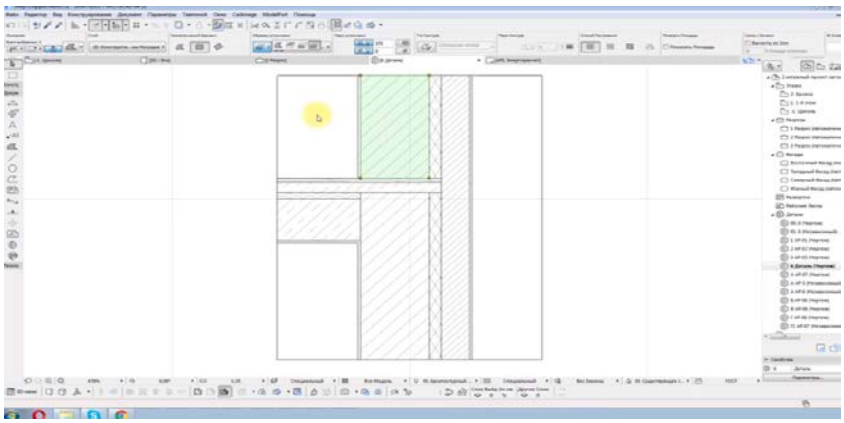


Рис. 2. – Вузол обпирання плити перекриття на цегляну стіну.

Для розрахунку містків холоду задаємо матеріал стіни, утеплювача та штукатурки відповідно у вкладці «Штриховка».

За допомогою вбудованої функції «Оцінка Енергоефективності» обираємо розрахунок теплового моста, після чого задаємо температуру повітря у приміщенні та назовні. Відповідно до ДСТУ, обираємо температуру найбільш холодної п’ятиденки −19,8 °С для м. Вінниця [3].

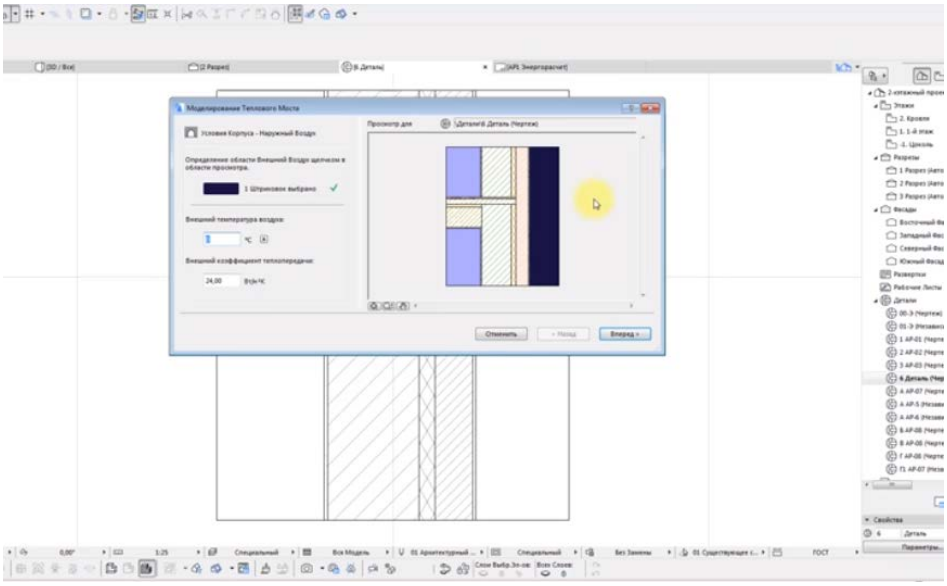


Рис. 3 – Розрахунок теплового моста огороджуючої конструкції.

Виходячи з виконаного моделювання теплового моста можна стверджувати, що втрати тепла будуть відбуватися переважно у вузлах стикування плит перекриття та зовнішніх стін.

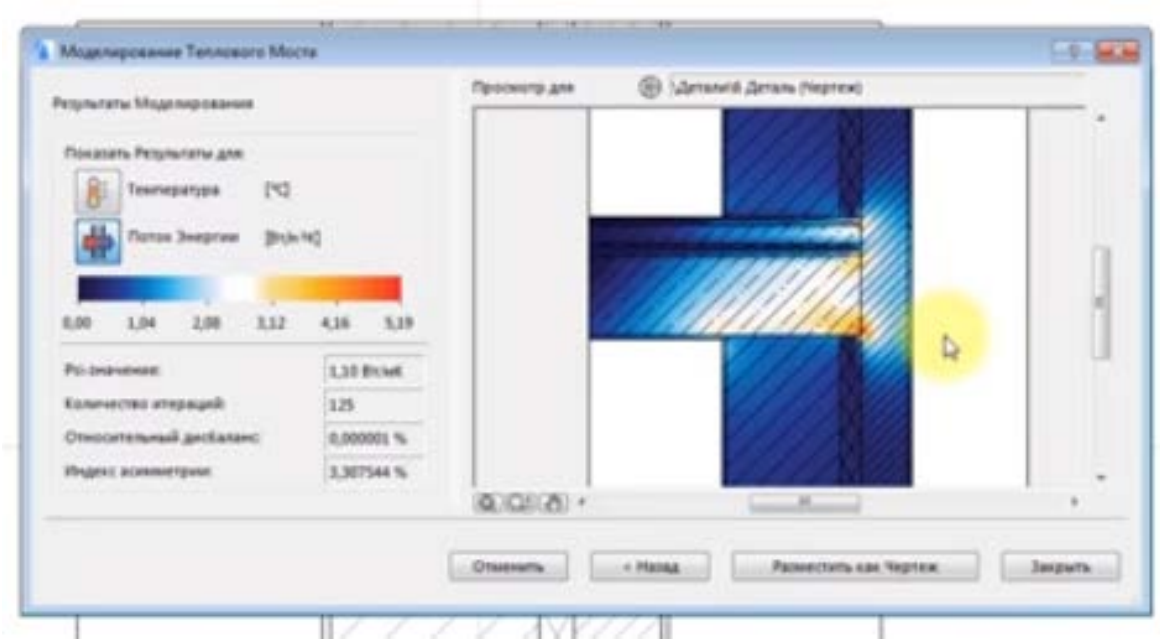


Рис. 4. – Результат моделювання містка холоду у вузлі стикування плити та зовнішньої стіни.

Для того щоб мати більш повне уявлення щодо можливих теплотвтрат будівлі потрібно проаналізувати усі вузли стикування конструкцій, а особливо зони вікон, горища та зовнішніх стін. Одним із заходів щодо усунення містка холоду в районі стіни та плити перекриття є встановлення термовкладишів у саму плиту перекриття. За цією технологією у плиті просвердлюють спеціальні

отвори (250 – 400 мм), розміри яких залежать від товщини зовнішньої стіни. Подібний спосіб широко застосовується у сучасному будівництві та вважається найменш затратним і трудомістким.

ВИСНОВКИ

1. Прийнятий утеплювач з мінераловатних плит товщиною 120 мм задовольняє нормативним вимогам щодо термічного опору для І кліматичної зони України.

2. Аналіз моделювання вузла обпирання плити перекриття на зовнішню стіну будівлі показав, що в місці примикання плити відбуватимуться суттєві коливання температурних полів, що в довгостроковій перспективі може призвести до втрати теплотехнічних характеристик утеплювача, з подальшим випадінням конденсату, просочуванням вологи у товщу утеплювача та руйнування захисного шару теплоізоляції.

3. Місця обпирання несучих конструкцій є потенційними містками холоду, які необхідно ефективно захищати, створюючи неперервний контур теплоізоляції. Одним із заходів щодо покращення теплотехнічної неоднорідності конструкцій може бути використання термовкладишів, що влаштовуються у плиті перекриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Расчет несущего теплоизоляционного элемента Schöck Isokorb® : [учеб.-метод. пособие] / С. Ю. Плешков, В. Черкас ; [науч. ред. А. А. Антипин, Н. Г. Павлов] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 46 с.

2. ДБН В.2.6-31:2016.Теплова ізоляція будівель. Норми проектування. виготовлення і монтажу: [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінегіонбуд України, 2017. 33 с.

3. ДСТУ-Н. Б. В. 1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2011. 127 с.

Коровячук Марія Сергіївна *– студент групи Б-18м, факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, Вінниця.* *E-mail: masha3456@rambler.ru*

Бікс Юрій Семенович *- к. т. н., доцент кафедри БМГА, Вінницького національного технічного університету, Вінниця.* *E-mail: Biksyuriy@gmail.com*

УДК 624.159.4

Б.М. Заворітний[1]

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянута дослідження напружено-деформаваного стану фундаментних конструкцій в залежності від параметрів ґрунтової основи за допомогою програмних комплексів «Мономах - САПР 2013» та «ЛІРА САПР 2017».

Ключові слова: будинок, грунт, конструкції, фундамент, програмний комплекс.

Abstract

Considered research of the напружено-деформаваного state of fundamental constructions depending on the parameters of the ground basis by means of programmatic complexes «Monostroke is SAPR 2013» and «LYRE of SAPR 2017».

Keywords: house, soil, constructions, foundation, programmatic complex.

Вступ

Проблеми, що виникають при проектуванні і будівництві основ і фундаментів багатоповерхових будівель, пов’язані з тим, що зростання поверховості і розмірів будівлі в плані призводить до суттєвих якісних змін процесу формування напружено-деформованого стану основи, конструкцій фундаментів і будівлі, а також спільної роботи системи «ґрунтова основа – фундамент – надземна частина будівлі» в цілому.

Деформаційні характеристики та показники міцності ґрунтів основи можуть мати недостатньо високі характеристики та не задовольняти потреби проектувальників. В умовах, коли значне навантаження від багатоповерхових споруд передається на такі відкладення, роль ґрунтової основи у системі «основа – фундамент - будівля» збільшується [1].

Результат досліджень

Проектування будівель і споруд без урахування спільної роботи конструкцій будівлі і ґрунтової основи може привести до неточності у визначенні навантаження на ґрунт, його поведінки, що може спричинити втрату стійкості основи.

Зменшити вартість фундаментних конструкцій можливо шляхом використання ґрунтів, які залягають в основі будинку в якості матеріалу для влаштування фундаментів. Покращити показники міцності основи можна за допомогою застосування методики просочування ґрунтів цементним розчином. В результаті утворюється досить міцний матеріал - ґрунтоцемент.

З метою покращення показників міцності основи можна застосовувати бурозмішувальні технології для влаштування ґрунтоцементних елементів.

Зазвичай, для економічності зведення споруди, замість використання пальових фундаментів виконують ґрунтозаміщення, при якому досягається поліпшення властивостей основи шляхом влаштування ґрунто-цементних елементів [2].

З метою дослідження використання системи «ґрунтова основа-фундамент-надземна частина будівлі» здійснено порівняння двох варіантів зведення будинку – на пальовому фундаменті при ґрунтовій основі у природному стані та плитному фундаменті при поліпшених ґрунтових властивостях за допомогою програмних комплексів «Мономах - САПР 2013» та «ЛІРА САПР 2017». Для розрахунків використовувалась лінійно-деформована модель об’ємного багаташорового масиву ґрунту [3].

Після задання необхідних параметрів в вище зазначених програмних комплексах була отримана скінченно-елементна модель «ґрунтова основа-фундамент-надземні конструкції», яка показана на рис. 1.

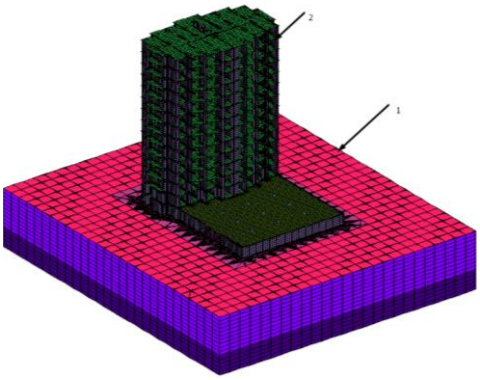


Рис.1. Скінченно-елементна модель

Внаслідок виконаних розрахунків та проаназівувавши отримані результати (осідання, згинальні моменти,армування) було отримано такі результати:

- проаналізовано зміну напружено-деформованого стану фундаментів будинку за даними числового моделювання спільної роботи елементів системи «грунтова основа – фундамент - будівля» на прикладі покращення деформаційних характеристик та показників міцності ґрунтів основи шляхом застосування бурозмішувальної технології та влаштування ґрунтоцементних елементів;
- встановлено, що характер напружено-деформованого стану фундаментів суттєво залежить від жорсткості надземної частини будинку та розташування несучих конструкцій в плані;
- запропоновано варіаційний розрахунковий підхід для пошуку раціонального варіанту фундаментних конструкцій будівлі або споруди шляхом числового моделювання взаємодії елементів системи «ґрунтова основа – фундамент - будівля» для призначення потрібних параметрів ґрунтоцементних елементів (довжина, діаметр, розташування в плані).

. . . . . .

Висновки

В результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що використання системи «ґрунтова основа-фундамент-надземна частина будівлі» для зведення будівлі на пальовому фундаменті при ґрунтовій основі у природному стані та плитному фундаменті при поліпшених ґрунтових властивостях за допомогою програмних комплексів «Мономах - САПР 2013» та «ЛІРА САПР 2017» показало, що другий варіант виявився економнішим. Однак з’являється крен будівлі та збільшується величина осідання. Виходячи з цього все ж кращим варіантом для зведення будівлі буде перший, в якому осідання грунтів не перевищує граничних значень, наведених в нормативних документах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-15:2015 «Житлові будинки. Основні положення».
2. Корнієнко М.В. Основи і фундаменти. Навчальний посібник. – К.: КНУБА. 2003. -110с.
3. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЛИРА-САПР® 2013 Учебное пособие, Городецкий Д.А., Барабаш М.С., Водопьянов Р.Ю., Титок В.П., Артамонова А.Е. Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. – К.-М.: Элекронное издание, 2013г., -376 с.

Заворітний Богдан Миколайович **—** студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: b14b.zavoritniy@gmail.com

Zavoritnyy Bogdan *— student of the BM-18m group, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: b14b.zavoritniy@gmail.com*

УДК 330.13:624.024

О. Г. Лялюк
М. В. Закусило

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПОКРИТТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблена класифікація факторів, що впливають на раціональний вибір енергозберігаючого покриття. Використаний математичний апарат, заснований на теорії нечіткої логіки, для прогнозування енергоефективності покриття. Виконано оцінку рівнів лінгвістичних змінних, які встановлюють зв'язок між факторами впливу.

***Ключові слова**: енергозберігаюче покриття,лінгвістична змінна, фактори впливу, моделювання, нечіткий терм.*

Abstract

The classification of factors influencing the rational choice of energy-saving coating is developed. A mathematical apparatus based on fuzzy logic was used to predict the energy efficiency of a coating. The levels of linguistic variables that establish the relationship between the factors of influence are evaluated.

***Key words:** energy-saving cover, linguistic variable, influence factors, modeling, fuzzy term.*

Забезпечення необхідного теплового режиму в приміщеннях житлових та громадських об'єктів необхідно для здоров'я людини й створення оптимальних умов життєдіяльності. При оцінюванні теплового комфорту температура внутрішнього повітря в приміщенні залежить від температури внутрішніх поверхонь зовнішніх конструкцій будівлі. В теплий період року невентильовані покрівлі житлових та громадських будівель, в тому числі дошкільні та загальноосвітні заклади, найбільш підлягають перегріву в теплий період року, а в сезон опадів протікає. У Вінницькій області біля 60 % будівель від загального фонду мають дану конструкцію покриття. При проектуванні будівель, в яких повинні забезпечуватися нормативні параметри мікроклімату, необхідно більш точно враховувати вплив кліматичних умов. Дослідження, які спрямовані на забезпечення належних температурних параметрів в існуючих будівлях в теплий і холодний період року за рахунок збільшення теплозахисних властивостей огороджуючи конструкцій і розробки надійних методик моделювання процесів, є досить актуальним [1].

Метою роботи є аналіз факторів, що впливають на прийняття організаційно-економічних рішень при виборі енергоефективної покрівлі за допомогою теорії нечіткої логіки.

Розроблена класифікація факторів, що впливають на раціональний вибір енергозберігаючого покриття, встановлює ієрархічні зв'язки між ними. На системному рівні приймаємо лінгвістичну змінну P, що характеризує вплив сукупності факторів на надійність покрівлі. Її можна представити у вигляді співвідношення:

$$P = f\,(X, Y, Z), \qquad (1)$$

де X - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує архітектурно-конструктивні рішення; Y - ЛЗ, яка враховує експлуатаційні та кліматичні фактори; Z - ЛЗ, яка описує властивості будівельних матеріалів.

Лінгвістична змінна X, яка описує архітектурно-конструктивні рішення, може бути представлена виразом:

$$X = f\,(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) \qquad (2)$$

де x_1 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує тип покриття; x_2 - ЛЗ, яка описує наявність технічного поверху; x_3 - ЛЗ, яка характеризує кут ухилу, x_4 - ЛЗ, яка характеризує систему водовідведення, 5_3 - ЛЗ, яка визначає товщину матеріалу, x_6 - ЛЗ, яка характеризує розміщення антикригової системи і снігозатримання, x_7 - ЛЗ, яка характеризує розміщення геліосистеми.

Лінгвістична змінна Y, яка описує експлуатаційні та кліматичні фактории впливу, може бути представлена виразом:

$$Y = f\,(y_1, y_2, y_3, y_4), \qquad (3)$$

де y_1 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує кліматичну зону; y_2 - ЛЗ, яка визначає рівень опадів; y_3 - ЛЗ, яка визначає швидкість вітру, y_4 - ЛЗ, яка визначає розподілене навантаження.

Лінгвістична змінна Z, яка описує властивості будівельних матеріалів покриття[2-3] , може бути представлена виразом:

$$Z = f(z_1, z_2, z_3), \quad (4)$$

де z_1 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка визначає тип покрівлі; z_2 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка визначає термін експлуатації; z_3 - ЛЗ, яка визначає міцність; z_4 - ЛЗ, яка описує екологічність, z_5 - лінгвістична змінна (ЛЗ), яка визначає шумо поглинання; z_6 - ЛЗ, яка визначає теплопровідність; z_7 - ЛЗ, яка визначає горючість, z_8 - ЛЗ, яка визначає морозостійкість, z_9 - ЛЗ, яка визначає водоплголинання, z_{10} - ЛЗ, яка визначає набухання, z_{11} - ЛЗ, яка визначає теплопровідність теплостійкість, z_{12} - ЛЗ, яка визначає температуру крихкості, z_{13} - ЛЗ, яка визначає, хімічну стійкість, z_{14} - ЛЗ, яка визначає масу 1м^2 покрівельного матеріалу.

Моделювання інтелектуальної підтримки вибору енергоефективного покриття на системному рівні можна виконати за допомогою термів:

T (P) = □ низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий□;

T (X) = □ низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий□;

T (Y) = □ низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий□;

T (Z) = □ низький, нижче середнього, середній, вище середнього, високий□;

Техніка нечіткого логічного висновку допомагає розрахувати прогнозований показник у вигляді нечіткої множини за допомогою системи висловлювань "ЯКЩО - ТО", яка об'єднує нечіткі терміни вихідних і вхідних змінних за допомогою операцій І та АБО, прийнятих в теорії нечітких множин, і відповідають операціям min та max[1] . Нечітка матриця знань з урахуванням уведених якісних термів для моделювання залежності наведена в табл.1.

Таблиця 1 - Матриця знань для залежності, що характеризує енергоефективність покриття

ЯКЩО			ТО
Архітектурно-конструктивні рішення (X)	Експлуатаційні та кліматичні фактории впливу (Y)	Властивості будівельних матеріалів покриття (Z)	Енергоефектив-ність покриття (P)
Низькі (Н)	Низькі (Н)	Низькі (Н)	Низька (Н)
Нижче середніх (нС)	Низькі (Н)	Низькі (Н)	
Низькі (Н)	Нижче середніх(нС)	Низькі (Н)	
Низькі (Н)	Низькі (Н)	Нижче середніх (нС)	
Низькі (Н)	Нижче середніх(нС)	Нижче середніх(нС)	Нижче середньої (нС)
Нижче середніх (нС)	Нижче середніх(нС)	Нижче середніх (нС)	
Нижче середніх (нС)	Нижче середніх(нС)	Низькі (Н)	
Нижче середніх (нС)	Низькі (Н)	Нижче середніх (нС)	
Середні (С)	Нижче середніх (нС)	Середні (С)	Середня (С)
Нижче середніх (нС)	Середні (С)	Середні (С)	
Середні (С)	Середні (С)	Нижче середніх (нС)	
Середні(С)	Середні (С)	Середні (С)	
Вище середніх (вС)	Вище середніх (вС)	Вище середніх (вС)	Вище середньої (вС)
Вище середніх (вС)	Вище середніх (вС)	Середні(С)	
Вище середніх (вС)	Середні(С)	Вище середніх (вС)	
Середні(С)	Вище середніх (вС)	Вище середніх (вС)	
Вище середніх (вС)	Високі (В)	Високі (В)	Висока (В)
Високі (В)	Високі (В)	Високі (В)	
Високі (В)	Високі (В)	Вище середніх (вС)	
Високі (В)	Вище середніх (вС)	Високі (В)	

Лінгвістичним висловлювань відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних відповідного терміну

$$\mu_{Н}(P) = \mu_{Н}(X) \wedge \mu_{Н}(Y) \wedge \mu_{Н}(Z) \vee \mu_{НС}(X) \wedge \mu_{Н}(Y) \wedge \mu_{Н}(Z) \vee \mu_{Н}(X) \wedge \mu_{НС}(Y) \wedge \mu_{Н}(Z) \vee \mu_{Н}(X) \wedge \mu_{Н}(Y) \wedge \mu_{НС}(Z) \quad (5)$$

$$\mu_{НС}(P) = \mu_{Н}(X) \wedge \mu_{НС}(Y) \wedge \mu_{НС}(Z) \vee \mu_{НС}(X) \wedge \mu_{НС}(Y) \wedge \mu_{НС}(Z) \vee \mu_{НС}(X) \wedge \mu_{НС}(Y) \wedge \mu_{Н}(Z) \vee \mu_{НС}(X) \wedge \mu_{Н}(Y_2) \wedge \mu_{НС}(Z) \quad (6)$$

$$\mu_{С}(P) = \mu_{С}(X) \wedge \mu_{НС}(Y) \wedge \mu_{С}(Z) \vee \mu_{НС}(X) \wedge \mu_{С}(Y) \wedge \mu_{С}(Z) \vee \mu_{С}(X) \wedge \mu_{С}(Y) \wedge \mu_{НС}(Z) \vee \mu_{С}(X) \wedge \mu_{С}(Y) \wedge \mu_{С}(Z) \quad (7)$$

$$\mu_{ВС}(P) = \mu_{ВС}(X) \wedge \mu_{ВС}(Y) \wedge \mu_{ВС}(Z) \vee \mu_{ВС}(X) \wedge \mu_{ВС}(Y) \wedge \mu_{С}(Z) \vee \mu_{ВС}(X) \wedge \mu_{С}(Y) \wedge \mu_{ВС}(Z) \vee \mu_{С}(X) \wedge \mu_{ВС}(Y) \wedge \mu_{ВС}(Z) \quad (8)$$

$$\mu_{В}(P) = \mu_{ВС}(X) \wedge \mu_{В}(Y) \wedge \mu_{В}(Z) \vee \mu_{В}(X) \wedge \mu_{В}(Y) \wedge \mu_{В}(Z) \vee \mu_{В}(X) \wedge \mu_{В}(Y) \wedge \mu_{ВС}(Z) \vee \mu_{В}(X) \wedge \mu_{ВС}(Y) \wedge \mu_{ВС}(Z) \quad (9)$$

Висновки: виконаний аналіз факторів, що впливають на прийняття організаційно-економічних рішень при виборі енергоефективної покрівлі за допомогою теорії нечіткої логіки. Оцінені рівні лінгвістичних змінних, які показують зв'язок між факторами впливу. Побудовані нечіткі матриці знань з урахуванням уведених якісних термів та складені лінгвістичні висловлювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Щодо пріоритетів реалізації державної політики енергоефективності [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/
2. Покриття будівель і споруд : ДБН В.2.6-220:2017 - [Чинний від 2017-06-06]. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 53 с.
3. Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови : ДСТУ Б.В.2.7-108:2001 - [Чинний від 2002-01-01]. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 53 с.
4. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологи идентификации: множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: Універсам-Вінниця, 1999. – 320 с.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com.

Закусило Микола Володимирович – студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання.

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Zakusilo Nicholas – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

І. М.Меть
М. Д.Вінярський

Взаємодія грунту та елементів армування за бурозмішувальною технологією

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Дослідження проводиться числовим моделюванням системи «основа – фундамент – надземні конструкції», розрахунок і дослідження напружено-деформованого стану проводяться за допомогою ПК "Мономах-САПР 2013" та ПК «Ліра-САПР 2013».

***Ключові слова**: елементи армування,бурозмішувальна технологія.*

Annotation
The study is carried out by numerical modeling of the system "basis-foundation-constructions above ground", the calculation and study of stress-strain state is carried out using PC "Monomakh-CAD 2013" and PC "Lira-CAD 2013".

Вступ

Одним із ефективних напрямів зниження вартості фундаментобудування є використання в якості матеріалу ґрунтів, котрі залягають в основі будівель. За допомогою спеціального обладнання виконують розпушування ґрунту безпосередньо у масиві без його виймання. Одночасно у розпушений ґрунт нагнітається цементна суспензія та виконується перемішування й ущільнення ґрунтоцементної суміші.

При влаштуванні штучних основ метод цементації є найбільш доступним, при цьому реалізується скріплення частинок і агрегатів ґрунту за допомогою цементу. Цементом можливо просочити більш менш рівномірно увесь масив ґрунту, а можливо закріпити у масиві окремі його об'єми, які разом з незакріпленим ґрунтом створять єдину конструкцію більшої жорсткості ніж незакріплений грунт. Основним провідним чинником у корінному перетворенні властивостей ґрунту є цемент, який є полідисперсною і полімінеральною системою, продуктом тонкого помолу клінкеру, здатним після додавання води утворювати каменеподібне тіло.

Використовуючи притаманну ґрунтам здатність до активних хімічних та фізико-хімічних взаємодій, можна шляхом введення різних в’яжучих речовин перетворювати зворотні властивості в незворотні, тобто задовільні в будівельному відношенні властивості ґрунту робити стійкими, стабільними в часі та не залежними від вологості ґрунту.

Результати досліджень

Під експлуатаційними властивостями ґрунтоцементу, що застосовується в будівництві, потрібно розуміти:

а) механічні характеристики, які характеризуються границею міцності при стиску, опором зрушенню, модулем деформації, опором стиранню чи удару;

б) водостійкість, при якій не тільки не проходить розмокання у воді, але й зберігаються механічні характеристики, хоча і з декілька меншими числовими значеннями;

в) морозостійкість та температурна стійкість, що слугує показником довговічності ґрунтоцементу.

Для приготування ґрунтоцементу використовують різні дисперсні ґрунти: піски, супіски, суглинки, глини. Властивості ґрунтів визначаються генетичними ознаками, хімічно-мінералогічним складом та ступенем дисперсності, яку прийнято виражати величиною питомої поверхні.

Найкращі результати виготовлення ґрунтоцементу отримані у піщаних ґрунтах. При додаванні до піску цементу і оптимальному значенні водоцементного відношення (В/Ц) практично маємо справу з цементно-піщаним розчином, міцність якого залежить переважно від вмісту цементу.

В останні роки з розвитком технологій виготовлення набивних паль отримав упровадження новий метод влаштування штучних основ шляхом армування слабких ґрунтів вертикальними жорсткими елементами. Ефект такого армування основ полягає у тому, що у певному об’ємі слабкого ґрунту частина його замінюється жорстким матеріалом із достатньо великим модулем деформації. Модуль деформації утвореної штучної основи можна прийняти у першому наближенні середньовиваженим. Він може регулюватися за рахунок зміни відстані між сусідніми елементами армування та їх розмірів. Вертикальні жорсткі елементи можуть бути виготовлені за допомогою таких відомих технологій, як ґрунтонабивної, буронабивної, струменевої і навіть зануренням паль. Вони виконують роль елементів армування, коли між їх головами і фундаментом немає безпосереднього контакту. Їх звичайно розділяє подушка із щебеню чи ущільненого ґрунту товщиною, рівною половині відстані

між сусідніми елементами армування.

Висновки

Спільна робота ґрунту та елементів армування, які виготовлені за бурозмішувальною технологією.

Робота присвячена експериментально-теоретичному дослідженню спільної роботи ґрунту та елементів армування, виготовлених за бурозмішувальною технологією.

Опрацьовано технологію виготовлення ґрунтоцементних елементів способом бурозмішування із частковим та без виймання ґрунту. Для виконання вказаних робіт підібрані комплекти обладнання. Досліджені особливості виготовлення ґрунтоцементу за бурозмішувальною технологією. Встановлено, що на механічні властивості ґрунтоцементу суттєво впливають вміст цементу, літологічний склад ґрунту, водоцементне відношення суміші "ґрунт – цемент – вода", яке залежить від природної вологості ґрунту.

Розглянуто рекомендації щодо проектування і будівництва основ, армованих елементами, що виготовляються за бурозмішувальною технологією. Оцінено економічний аспект питань, що розглядаються.

Ключові слова: ґрунтоцемент, бурозмішування, армована основа, напружено-деформований стан, метод скінченних елементів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Армирование лессовых грунтов оснований зданий и сооружений: междунар. конф. по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству / [И. В. Степура, В. С. Шокарев, А. С. Трегуб, А. В. Павлов, В.П. Павленко]. – Пермь. : ПГТУ, 2004. – С. 213–217.

2. Армування основ будівель і споруд / [М.Ф. Друкований, В.Г. Черний, Г.І. Черний, В. С. Шокарєв]. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 125 с.

3. Безволев С.Г. Совершенствование метода расчета свайных полей и вертикально армированных грунтовых массивов / С.Г. Безволев // Сборник научных трудов/ НИИОСП. – К. : ЭСТ, 2006. – 74 с.

4. Біда С. В. Моделювання напружено-деформованого стану зсувонебезпечного схилу по вул. Кожевенній у м. Полтава / С. В. Біда, Ю. Й. Великодний, І. В. Тарнавська // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава : ПолтНТУ, 2003. – Вип. 12. –С. 12 – 15.

Іван Миколайович Меть – канд.техн.наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Микола Дмитрович Вінярський– студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ivan M. Met' - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Mykola D. Viniarskyi - Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 624.15

Г. Ю. Малиновський

РОЗДІЛЮВАЛЬНІ ЕКРАНИ ЯК ЗАХИСНА КОНСТРУКЦІЯ ВІД ВПЛИВУ НОВОБУДОВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано фізичне моделювання напружено-деформованого стану основи з існуючими фундаментами при будівництві нової будівлі впритул з використанням розділювальних екранів різної глибини. Встановлено, що можна зменшити глибину занурення розділювальних екранів, що зменшить вартість їх влаштування.

Ключові слова: щільна забудова, існуючий фундамент, нове будівництво, розділювальний екран.

Abstract

The physical modeling of the stress-strain state of the base with the existing foundations during the construction of the new building was carried out closely using separation screens of different depths. It has been found that it is possible to reduce the immersion depth of the separation screens, which will reduce the cost of their arrangement.

Keywords: dense construction, existing foundation, new construction, partition screen

Вступ

При новому будівництві в умовах щільної забудови виникає необхідність в улаштуванні розділювальних екранів в ґрунтовій основі між існуючою забудовою і новою, щоб запобігти додатковим нерівномірним деформаціям, що супроводжуються появою тріщин в існуючих будівлях. Існує багато способів улаштування розділювальних екранів: із металевих шпунтів, січних залізобетонних паль і бетонних паль, метод «стіна в ґрунті» і т.п. Занурювати розділювальні екрани рекомендовано до нестискаємого шару ґрунту (скельного). Часто такі ґрунти залягають на значній глибині, тому вартість такого розділювального екрану буде значна.

У даній роботі пропонується дослідити напружено-деформований стан основи з існуючими фундаментами при будівництві нової будівлі впритул з використанням розділювальних екранів різної глибини. Дослідження планується виконувати в умовах плоскої задачі шляхом фізичного моделювання на маломасштабних моделях.

Результати дослідження

Для досягнення поставленої мети було проведено експериментальні дослідження, що здійснювались шляхом випробування маломасштабних моделей стрічкового фундаменту в ідентичних умовах із дотриманням усіх контрольованих факторів за винятком тих, зміна яких викликано застосуванням конструктивних заходів.

Експериментальні дослідження проводилися в прозорому скляному лотку з габаритними розмірами 50 см висоти та 35 см ширини, прозорість забезпечується склом, товщиною 0,8 см, загалом товщина лотка складає 3,6 см. З дерева виготовлені для фізичного моделювання моделі фундаментів розмірами 40х50х10 мм, а також розділювальний екран з металу товщиною 0,5 мм розмірами 500х10 мм.

Скло в лотку розмічено лініями по 1,5 см для спостереження за переміщенням ґрунту від навантаження. Лоток засипано пошарово різнокольоровим піском, який давав змогу розрізняти де саме і як відбувається зміщення. Шари були відповідно по 1,5 см та 0,2 см жовтим та зеленим піском та ущільнювались ручною трамбівкою до досягнення нею потрібної питомої ваги. Після проведення кожного експерименту виконувалося переукладання ґрунту.

У таблиці 1 наведено програму фізичного моделювання.

Таблиця 1. Програма фізичного моделювання

Група дослідів	Відстань між фундаментами в осях, см	Довжина екрану, см
1	8	без екрану
2	8	24
3	8	16

Всі модельні випробування проводились з такою послідовністю:

1) вкладання піску в лоток пошарово (δ_1 = 15 мм та δ_1 = 2 мм - кольоровий) з ущільненням кожного шару;

2) встановлення моделі фундаменту і завантаження для моделювання роботи існуючого фундаменту мілкого закладання;

3) передача статичного навантаження на фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій до досягнення навантаженням граничного значення;

4) занурення роздільного екрану;

5) встановлення моделі фундаменту і завантаження для моделювання роботи нового фундаменту мілкого закладання.

6) передача статичного навантаження на новий фундамент ступенями з витримкою кожного ступеня до умовної стабілізації деформацій до досягнення навантаженням граничного значення.

Висновки

За результатами фізичного моделювання встановлено, що розділювальні екрани в однорідних ґрунтових умовах, можна встановлювати лише на глибину напружено-деформованої зони (близько 6b). Отримані результати потребують подальших досліджень шляхом чисельного моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).

2. Веденісов А. В. Ґрунтоцементні розділювальні екрани для захисту існуючих споруд від впливу новобудов: дис. … канд. техн. наук: 05.23.02 / Веденісов Андрій Васильович. – Полтава, 2015. – 167 с.

Малиновський Геннадій Юрійович – студент групи Б-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, arniadamson@gmail.com.

Науковий керівник: **Блащук Наталя Вікторівна** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Malynovskyy Hennadyy. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, email : arniadamson@gmail.com.

Supervisor **Natalia V. Blashchuk** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

УДК 624.07

О. А. Корчинський

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД ТА ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ, ПРИЧИН ПОШКОДЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТІВ

Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр

Анотація

Проаналізовано основні причини пошкоджень та руйнувань будівель і споруд у судово-експертній практиці. Викладено основні положення щодо визначення технічного стану. Наведено реальні приклади.

Ключові слова: технічний стан, експертиза, паспортизація.

Annotation

The main causes of damage and destruction of buildings and structures in forensic practice are analyzed. The main provisions for determining the technical condition are outlined. Real examples are given.

Keywords: technical condition, expertise, certification.

Вступ

При виконанні будівельно-технічних та оціночно-будівельних експертиз, одним з найважливіших показників, який впливає на результат досліджень, є технічний стан об'єктів дослідження – будівель, споруд та інженерних мереж. Технічний стан будівель та споруд впливає на вартість (ринкову, неринкову) об'єктів дослідження, на необхідність та вартість їх ремонту; визначається для визначення несучої спроможності та можливості подальшої безпечної експлуатації будівельних конструкцій. Також визначення технічний стан є обов'язковим при інвентаризації та паспортизації будівель і споруд.

Результати дослідження

Для визначення технічного стану будівель, споруд та інженерних мереж при виконанні експертиз та досліджень експерти користуються наступними основними нормативними документами:

- для житлових будівель – СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009;
- для виробничих будівель – НПАОП 45.21.01.98 «Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд»;
- для всіх категорій будівель і споруд –ДСТУ – Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану», ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд будівельних конструкцій та основ».

Причини пошкоджень та руйнувань будівель, споруд та їх елементів можна класифікувати за чотирма основними групами:

1. Зовнішні впливи (природні та штучні): перепади температур, просідаючі та пучинисті ґрунти, дія сонячної радіації, сейсмічність, атмосферні опади (дощ, сніг) та вітер, мороз, рослини та біологічні шкідники (пліснява, гриби, комахи), вологість, техногенні навантаження;
2. Внутрішні впливи (природні і штучні): біологічні шкідники, вологість, технологічні процеси, діяльність людей;
3. Помилки, які допущені при проектуванні та спорудженні будівель і споруд;
4. Неефективна експлуатація будівлі.

Протягом останніх років професійної діяльності траплялися наступні випадки пошкоджень і руйнувань будівлі – рис.1-4.

Рис. 1. Руйнування будівлі ангару (смт. Бершадь) внаслідок неякісного виконання будівельних робіт

Рис. 2. Руйнування конструкцій внаслідок неправильної експлуатації. Житловий будинок у м. Жмеринка

Рис. 3. Руйнування конструкцій та елементів будівлі внаслідок неправильної експлуатації, рельєфу місцевості, геологічної та гідрогеологічної ситуації та застосованих будівельних матеріалів. Житлові будинки в смт. Вапнярка

Рис. 4. Пошкодження елементів будівлі внаслідок дії стихійного лиха (злива)

Висновки

Як показує досвід роботи, оцінка технічного стану будівель та споруд, встановлення причин їх пошкодження та руйнування є складною задачею в судово-експертній практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків : СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009. - [Чинний від 2009-02-03]. – К.: Міністерство з питань житлово-комунального господарства України, 2009. – 49 с. – (Галузеві стандарти України).

2. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. - [Чинний від 2017-04-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ, 2017. – 44 с. – (Національні стандарти України).

3. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14-2009. - [Чинний від 2009-06-22]. – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 30 с. – (Національні стандарти України).

Олександр Анатолійович Корчинський — судовий експерт відділу будівельних, земельних досліджень та оціночної діяльності Вінницького НДЕКЦ МВС, м. Вінниця.

Korchynskyy Oleksandr - forensic expert of the Department of Construction, Land Research and Evaluation of the Vinnytsia Research Expert Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs, Vinnytsia.

УДК 658.5:330

Є. В. Черевко
О. В. Христич

ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Обґрунтовано доцільність підготовки і реалізації інженерно-технічних заходів по термомодернізації об'єктів житлового фонду зведених за часів масової забудови. Проаналізовано шляхи тепловтрат під час експлуатації об'єктів нерухомості, визначено перспективні напрямки підвищення показників енергозбереження для житлової будівлі.

Ключові слова: термомодернізація, житлова будівля, тепловтрати, енергоефективність.

Abstract

The expediency of preparation and realization of engineering and technical measures for the thermal modernization of housing stock objects erected during the mass development is substantiated. The ways of heat losses during the operation of real estate objects are analyzed, the perspective directions of increase of energy saving indicators for a residential building are determined.

Keywords: *thermo-modernization, residential building, heat losses, energy efficiency..*

Вступ

В умовах сучасного світу серед актуальних проблем щодо існування суспільства гостро постає проблема енергозбереження. Скорочення обсягів використання енергетичних ресурсів є важливими економічними і екологічними завданнями. Для економіка України першорядною проблемою є зменшення залежності її господарського комплексу від імпортних енергоресурсів. В широкому спектрі науково-інженерних досліджень щодо енергоефективності економіки держави перспективним напрямом є підвищення рівня енергозбереження для об'єктів житлового комплексу. Значні обсяги енергетичних ресурсів можна заощадити, якщо створити і запровадити ефективний механізм енергозбереження в провідних галузях споживачів ресурсів. Однією з таких галузей є житлово-комунальне господарство (ЖКГ), яке використовує для своїх потреб третину наявних енергоресурсів. Саме об'єкти житлово-комунального господарства потребують запровадження заходів по зменшенню енергоспоживання та підвищення показників енергозбереження шляхом термомодернізації існуючих об'єктів основних фондів.

Основна частина

Проблема енергозбереження набуває сьогодні особливого значення в усьому світі й Україні зокрема, у тому числі й у зв'язку з підвищенням вартості енергоносіїв. Витрати енергоресурсів на одного мешканця житлового фонду в країні у 2–3 рази вищі, ніж у країнах Європейського співтовариства. Найбільшим споживачем тепловтрат енергії в країні є житловий фонд, що нараховує більше 10 млн. будинків загальною площею 1,03 млрд. кв.м. Законом України «Про енергозбереження» визначено правові, економічні, та організаційні засади забезпечення енергетичної ефективності житлових, офісних та громадських будівель розташованих на території України. Даний Закон встановлює принципи державної політики у сфері енергозбереження, економічні механізми енергозбереження, регулює засади стандартизації та нормування енергоспоживання, здійснення державної експертизи у сфері енергозбереження, питання енергетичного аудиту та наявності енергетичного паспорта об'єкту при будівництві нових будівель, а також при капітальному ремонті, реконструкції, відчуженні або здачі в оренду існуючих будівель.

Вирішення організаційних питань щодо запровадження заходів з термомодернізації об'єктів житлового комплексу, які перебувають в експлуатації потребує оцінки ефективності використання енергетичних ресурсів для житлово-комунальних потреб. Одним з елементів оцінки ефективності ви-

користання енергетичних ресурсів є проведення енергетичного аудиту. Енергетичний аудит будівель, з точки зору ефективності використання енергетичних ресурсів, створює основу для оцінки та порівняння енергоспоживання різних забудов. Отримання класу енергоефективності створює передумови та стимули для проектування нових екоенергоефективних будівель, термомодернізації існуючих будівель тощо.

Основні засади запровадження та функціонування єдиної системи енергетичного аудиту та менеджменту з енергозбереження в Україні визначаються Типовою методикою «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту», затверджена наказом Національної агенції України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів від 20.05.2010 р [6].

Дана методика визначає: мету та завдання енергетичного аудиту (ЕА); основні етапи проведення ЕА; вимоги до організації робіт з ЕА; вимоги до розробки рекомендацій щодо впровадження енергоощадних заходів, їх техніко-економічного обґрунтування та оцінки їх впливу на навколишнє природне середовище; вимоги до складання звітних документів і протоколів.

Запровадження енергетичної паспортизації об’єктів, проведення контролю енергоефективності із перевіркою відповідності натурних і проектних теплотехнічних параметрів огороджувальних конструкцій, шляхом проведення ЕА, контроль питомих показників енергоспоживання від проекту до введення в експлуатацію об'єкта забезпечить ефективне споживання енергоресурсів при подальшій експлуатації об’єктів житлово-громадського призначення.

Згідно з Галузевою програмою [4], подальший розвиток і вдосконалення існуючих нормативних та методичних документів, спрямованих на енергоефективність, потребує реалізації комплексного підходу до мінімізації обсягів енергоспоживання об’єктів житлово-комунального господарства шляхом реалізації проектних намірів щодо термомодернізації огороджувальних конструкцій будівель і модернізації інженерних систем об’єкту. Наряду з внесенням змін до існуючих елементів об’єкту термомодернізації передбачається також розширення переліку джерел ресурсозабезпечення за рахунок використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії (сонця, вітру, геотермальної, природної і техногенної теплоти).

Аналіз законодавчої бази України свідчить про те, що реалізація проектів щодо комплексної термомодернізації житлових будинків є не тільки актуальною але й, відповідає стратегічним цілям (напрямам) державної політики, сприяє забезпеченню національної безпеки України. За результатами статистичних досліджень об’єктів житлового фонду протягом останніх десятиліть можна зробити висновок, що основний резерв підвищення енергозбереження у житловому фонді лежить не в новому будівництві, а у сфері реконструкції існуючих будівель (комплексна реконструкція житлової забудови). Постійне недофінансування запланованих заходів щодо належного утримання та ремонту житлового фонду, його реконструкції і модернізації призвело до занедбаного стану практично 90% житла в країні.

Проведення теплової санації цього житла, підвищення рівня й умов проживання в ньому – це значне економічне завдання, яке потребує розроблення державної концепції. За даними досліджень закладів Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, втрати теплової енергії будинком, а також потенціал енергозбереження сьогодні, показано на рисунках 1 і 2 [2-4].

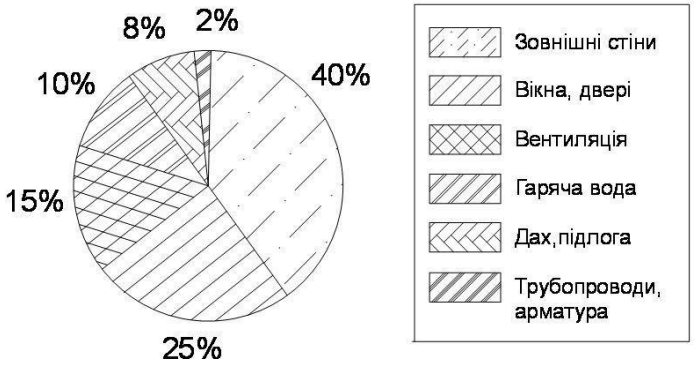


Рисунок 1 – Розподіл втрат теплової енергії для елементів огороджувальних конструкцій будинку

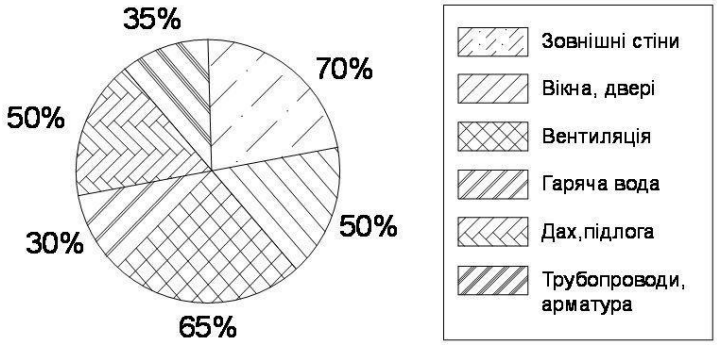


Рисунок 2 – Прогнозовані величини економії енергії для елементів огороджувальних конструкцій будинку

За результатами наведених на рисунку 2 прогнозованих показників економії енергетичних ресурсів бачимо, що найбільш ефективним заходом з енергозбереження у житлових будинках є поліпшення теплозахисних властивостей огороджень і термомодернізація світлопрозорих огороджувальних конструкцій зовнішніх стін. Після реалізації інженерно-технічних заходів по утепленню поверхонь фасаду 5-ти поверхового житлового будинку із загальною опалювальною площею 3850 м^2 в м. Вінниці, згідно матеріалів Звіту по енергоаудиту, отримано скорочення втрат теплоти в середньому у 2-2.2 рази.

Елементи огороджувальних конструкцій більшості житлових будівель, які побудовані в 20-му столітті, не відповідають сучасним теплозахисним вимогам, через двері, вікна, стіни та горища втрачається втричі більше тепла, ніж регламентується чинними документами. Переважна більшість тепловтрат відбувається через порушення гідроізоляції даху, недостатню довговічність матеріалів, що використовуються для герметизації стиків між стіновими конструкціями[5].

Висновки

Обґрунтовано передумови запровадження організаційно-технічних заходів по термомодернізації об’єктів житлового фонду. Визначено найбільш уразливі шляхи тепловтрат в житловому будинку. Запропоновано перспективні шляхи реалізації інженерно-технічних заходів для підвищення теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій будівель, які експлуатуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово- комунального господарства на 2009 - 2014 роки» [Текст] // Відомості Верховної Ради України, 2009. – № 47 – 48.

2. Маляренко В. А. Основи теплофізики будівель та енергозбереження [Текст]: підручник – 2-е видання. – Х.: «Видавництво САГА», 2009. – 484 с.

3. Маляренко В. А. Енергоефективність та енергоаудит [Текст]: навч. посібник / В. А. Маляренко, І. А. Немировський. – Х.: «Видавництво САГА», 2009. – 324 с.

4. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали в 2-х томах [Текст] / за ред. В. А. Жовтянського, М. М. Кулика, Б. С. Стогнія. – К.: Академперіодика, 2006. Т. 1 – 510 с., Т. 2. – 600 с.

5. Сердюк В. Р. Вдосконалення огороджуючих конструкцій як джерело зниження теплових втрат сучасної будівлі / В.Р. Сердюк, С. Ю. Франишина// Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2019. – Том26. №1. – С. 153-159.

Черевко Євген Васильович **–** студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Христич Олександр Володимирович **–** к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. Email: dockhristichv@i.ua.

Cherevko Yevgeny V. - student of group B-18m, Faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University.

Khristych Alexander V – associate professor, associate professor of department Construction, Urban and Architecture , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : dockhristich@i.ua.

УДК: 631.2:631.1

Д. А. Підопригора
О. В. Христич

СУЧАСНІ ПЕРЕДУМОВИ ЩОДО НЕОБХІДНОСТІ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Проведено аналіз показників енергоефективності об'єктів житлового господарства України. Відмічено про перспективи запровадження заходів з термомодернізації об'єктів нерухомості.
Ключові слова: будівництво, енергоефективність, термомодернізація, енергонезалежність.

Abstract
The analysis of energy efficiency indicators of Ukrainian housing objects is carried out. The prospects of implementation of measures for thermal modernization of real estate objects were noted.
Keywords: *construction, energy efficiency, thermo-modernization, energy independence.*

Вступ

Енергоефективність і енергозбереження об'єктів капітального будівництва є головними стратегічними питанням розвитку економіки будь-якої держави. Для України проблема раціонального ресурсозабезпечення існуючих об'єктів основних фондів набуває сьогодні надзвичайно важливого значення як з точки зору енергонезалежності країни так і з точки зору експлуатаційної енергоефективності житлових об'єктів масових серій забудови часів 20 століття.

В сумарних обсягах енерговитрат питома вага витрат енергоресурсів на експлуатаційні потреби об'єктів житлового фронту в Україні сягає 60–80%. В Україні кількість об'єкти «застарілого» житлового фонду нараховує більше 10 млн. будинків загальною площею 1,03 млрд. м^2. Для їхнього життєзабезпечення обсяги щорічних витрат ресурсів складають близько 70 млрд. тонн умовного палива (еквівалент енергії, що виділяється при згоранні 1 кг вугілля). Цей показник в 2,5-3 рази перевищує рівень енергоспоживання в Євросоюзі. Вибіркові дослідження показників енерговтрат через елементи огороджувальних конструкцій у таких будинках показали, що вони щорічно втрачають більше 50% енергоресурсів [1].

Основна частина

Одним з вирішальних чинників ефективного функціонування економіки України є енергозбереження в усіх сферах народного господарства. Відсутність системного комплексного підходу до впровадження ресусоощадних заходів у відносинах між споживачами і постачальниками для об'єктів житлового господарства, а також недосконаліть нормативно-правових вимог, і відсутність прогресивних інституційних перетворень призвели до кризового стану для окремих підприємства комунального господарства. Раніше запроваджені реформи в житлово-комунальному господарстві зводились лише до підвищення комунальних тарифів без запровадження будь-яких заходів з термомодернізації об'єктів і інженерних систем.

Запровадження заходів з термомодернізації житлових об'єктів з метою енергозбереження, як системну діяльність слід розглядати в комплексній системі діяльності вищенаведених головних галузей житлово-будівельного сектора економіки. Цілком логічно, що від якості продукції підприємств промисловості будівельних матеріалів буде залежати якість самого будівництва та кінцевої продукції і врешті решт обсяги подальших експлуатаційних витрат для новостворених об'єктів основних фондів. Низька енергетична ефективність останніх в свою чергу висуває підвищені норми та вимоги до теплоізоляційних, огороджувальних та несучих будівельних конструкцій, будівельних матеріалів та виробів.

Загальновідомим є факт надмірного споживання енергетичних ресурсів об'єктами житлово-будівельного господарства (ЖКГ) України, що спрямовані в основному на експлуатацію існуючого житлового фонду. Об'єкти житлово-комунального господарства посідають друге місце за обсягами споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні. В структурі розподілу обсягів споживання за видами енергетичних ресурсів найбільші об'єми припадають на теплову енергію – понад 130 млн. Гкал, більше 35 млрд. кВт×год електричної енергії та 57 млн. т н.е. природного газу щорічно (рис.1) [1].

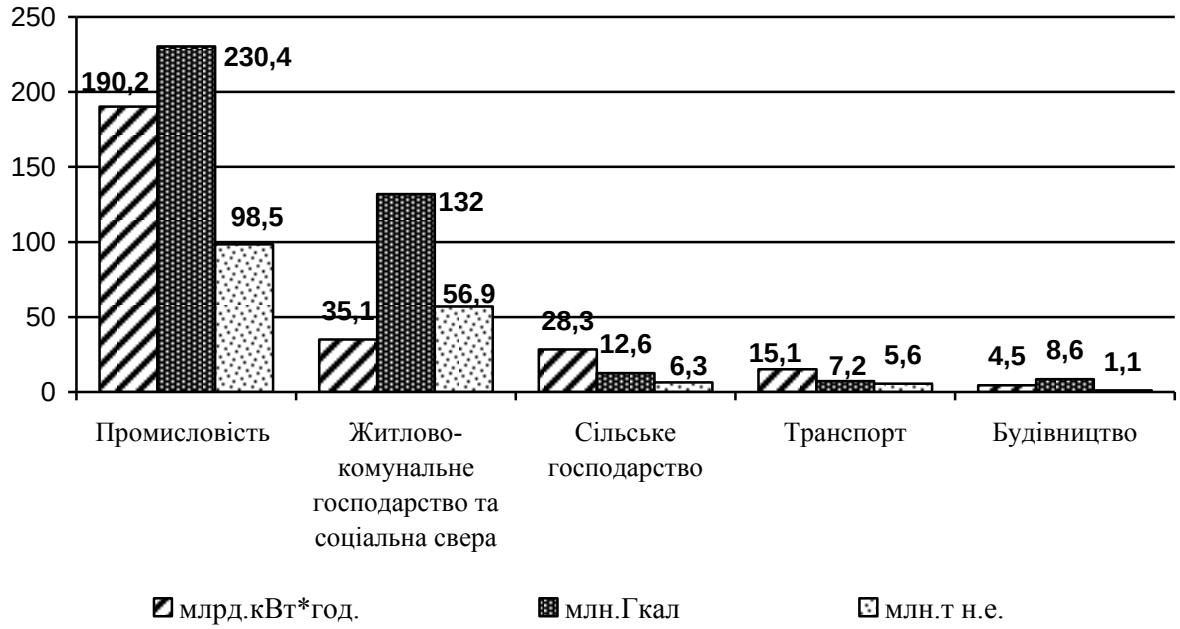


Рис.1 Аналіз об'ємів енергоспоживання галузей народного господарства України

Наведені результати аналізу енергоспоживання для окремих галузей народного господарства України свідчать, що об'єкти житлово-комунального господарства займають друге місце в рейтингу споживачів ресурсів. Зовнішнє утеплення стін і покрівлі, заміна систем опалення і гарячого водопостачання, запровадження новітніх технологій щодо використання енергії сонця для термомодернізації житлового об'єкту «застарілої забудови» вимагає від споживачів незначних обсягів коштів порівняно з реальними втратами в сьогоднішніх умовах експлуатації. Разом з тим, скорочення витрат коштів на неефективну експлуатацію житлових об'єктів дозволить зменшити державні виплати на субсидії і в свою чергу спрямувати зекономлені суми на впровадження сучасних енергоефективних рішень для об'єктів ЖКГ.

Дослідження енергоспоживання ресурсів показують, що переважна більшість теплової енергії, яка витрачається для існуючого житлового фонду, припадає на опалення та гаряче водопостачання. Головну часту таких об'єктів складають житлові будинки побудовані за проектами перших масових серій в період 1950^{-x}-1980^{-x} рр. загальною площею більше 71 млн. м^2. В результаті реалізації тодішніх проектів отримано, що у структурі витрат енергії у таких житлових будинках найбільший обсяг припадає на опалення та вентиляцію – 72%, освітлення та роботу електроприладів – 7%, нагрів води – 13%, на інші побутові потреби – 8% [1].

Детальну картину споживчого сектору енергоресурсів можна розглядати наступним чином, відомо що на території України площею в 603,7 км^2 проживає 46,12 млн. осіб, щільність населення складає 80 осіб на км^2. Житловий фонд є потужним сектором вітчизняної економіки, що має великі обсяги споживання енергетичних ресурсів. Отже об'єкти ЖКГ і є одним з найбільших резервів економії енергоресурсів. Головною проблемою для господарств житлового комплексу і споживачів є те, що не забезпечується належний тепловий режим у квартирах через значні втрати тепла через зовнішні конструкції будівлі.

Більшість експертів сьогодні прогнозують, що найближче десятиліття сприятиме розвитку та активній реалізації проектів з енергозбереження саме в житлово-комунальному господарстві та зниженню їх реалізації в промисловості. Фахівці ЖКГ і проектні організації притримуються думки щодо переважання частки ринку термомодернізації будівель та споруд над часткою ринку

будівництва нових об’єктів, перш за все тому, що останній потребує значного обсягу імпорту новітніх матеріалів та сучасного будівельного обладнання.

В Україні 22 червня 2017 року Верховною Радою був ухвалений закон "Про енергетичну ефективність будівель". Згідно з вимогами законодавства, усі об’єкти нерухомості повинні відповідати мінімальним критеріям енергетичної ефективності відповідно до регламентованих показників питомих експлуатаційних енерговитрат.

Загалом поняття термомодернізація будівель включає це комплекс робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будівель, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами будинку в цілому. Інженерно-технічні і проектно-будівельні рішення з термомодернізації будівель розглядають як комплекс заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель. Це будівельні роботи, результатом виконання яких є підвищення теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій будівель та/або показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами.

Нарощування об’ємів господарсько-економічної діяльності на ринку термомодернізації в житловому фонді сприятиме за переважно короткі терміни проведенню капіталізації внутрішнього виробництва та призведе до зниження обсягів споживання імпортованих енергоресурсів. Самоокупність, інвестиційна привабливість та можливість активізувати внутрішній попит роблять цей ринок стратегічною основою розвитку енергозбереження в Україні.

Висновки

Серед усіх галузей економіка держави найбільшим споживачем енергетичних ресурсів є житлово-комунальний сектор. Характерними рисами об’єктів ЖКГ є достатньо високі показники морального зношення як самих будівель так і обслуговуючих інженерних систем та обладнання, що призводить до щорічного зростання втрат теплової енергії у мережах та безпосередньо в самих будинках.

Введення в дію з 01 липня 2019 року Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» запроваджує обов’язкову сертифікацію енергетичної ефективності об’єктів нерухомості, що свою чергу буде супроводжуватись реалізацією заходів з термомодернізації для раціонального використання матеріальних та енергетичних ресурсів та підвищення енергозбереження житлово-комунального сектора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Смерека С.Б. Оцінка сучасного стану ЖКГ та обґрунтування можливості залучення та використання інвестиційних проектів у галузі / С. Б. Смерека // Формування ринкових відносин в Україні. – 2008. – №10(89). – С. 65-70.

2. Саницький М.А. Аналіз міжнародного та вітчизняного досвіду використання енергозберігаючих технологій у галузі будівництва / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, І.В. Бідник та ін. За редакцією М.А. Саницького, О.Р. Позняк. – Львів, 2008. – 134 с.

3. Сердюк В.Р., Енергозбереження в будівництві – вимоги сьогодення / В. Р. Сердюк, С. Ю. Франишина // Вісник ВПІ. – 2009. – №4. – С. 17-21.

4. Кірюшин В.М. Теплозабезпечення в п’ятиповерховому житловому фонді / В. М. Кірюшин. – Будівництво України. – 2007. – №2. – С.13-20.

Підопригора Дмитро Андрійович **–** студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Христич Олександр Володимирович **–** к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. Email: dockhristichv@i.ua.

Podoprigora Dmitry A. **-** student of group B-18m, Faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University.

Khristych Alexander V **–** associate professor, associate professor of department Construction, Urban and Architecture , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : dockhristich@i.ua.

УДК 624.15

Т. В. Довгуцька
Н. В. Блащук

ВЗАЄМОДІЯ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ З РОСТВЕРКОМ ПЛИТНО-ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено область застосування пальово-плитних фундаментів. Недоліки існуючих методів розрахунків пальово-плитних фундаментів та необхідні рекомендації щодо вирішення даного питання.

Ключові слова: пальово-плитні фундаменти, проектування конструкцій, будівництво, основа, інженерно-геологічні умови, несуча здатність, цивільне будівництво.

Annotation

The article describes the field of application of pile-slab bases. Disadvantages of existing calculation methods for pile-slab bases and necessary recommendations for solving this issue.

Keywords: pile-slab bases, design of constructions, construction, foundation, engineering-geological conditions, bearing capacity, civil construction.

ВСТУП

В останні роки, а саме у м. Київ значно збільшились обсяги будівництва в умовах щільної забудови. Значне зростання поверховості будівель, при невеликій площі в плані створює значні навантаження на основу. В зв'язку з тим, що поверховість збільшується потрібно слідкувати щоб осідання будинків, не перевищувала допустимих величин. Також при виборі конструктивних рішень проектованого об'єкта додатково мають бути враховані умови забудови даної ділянки будівництва На теренах України найбільш поширеним варіантом є пальові фундаменти. Однак, в зарубіжних працях виділяють новий тип фундаменту – комбінований пальово-плитний. Основна відмінність від пальового фундаменту полягає в тому, що в роботу включається ґрунт який розміщений безпосередньо під плитним ростверком. А згідно діючих норм СНиП 2.02.03-85 „Свайные фундаменты" розрахунок пальових фундаментів за двома групами граничних станів виконують без врахування цієї роботи. Також в зазначеному нормативному документі відсутні будь-які вказівки, яким чином враховувати роботу ґрунту під ростверком. Включення в роботу ґрунту під ростверком пальового фундаменту дає можливість зменшити кількість паль, що приведе до прийняття більш економного варіанту фундаменту.

Результати дослідження.

Одним з основних питань, є виділення основних факторів, що впливають на величину включення в роботу ґрунту під ростверком і осідання. Крім того необхідно чітко вказати в яких інженерно-геологічних умовах можливо враховувати роботу ґрунту під ростверком, тобто використовувати комбіновані пальово-плитні фундаменти.

Згідно проведеного короткого аналізу праць, було виділено найбільш важливі фактори, що впливають на величину включення в роботу ґрунту під плитним ростверком. Ці фактори зведені в таблиці 1. В таблиці вказана якісна картина впливу фактору, при його збільшенні чи зменшенні, на досліджуваний параметр при умові, що всі інші параметри при цьому залишаються постійними.

Виділені найбільш важливі фактори, що впливають на величину включення ґрунту під ростверком в загальній роботі пальово-плитного фундаменту.

Таблиця 1 – Фактори, що впливають на величину включення в роботу ґрунту під ростверком

№п/п	Назва фактору	Величина включення роботи ґрунту під ростверком	
		зменшується	збільшується
1	Усереднений модуль загальної деформації в між пальовому просторі E, МПа	при зменшенні	при збільшенні
2	Усереднений модуль загальної деформації в основі паль $E_п$, МПа	При збільшенні	При зменшенні
3	Ширина ростверку, b, м	При зменшенні	При збільшенні
4	Крок паль, м	При зменшенні	При збільшенні
5	Кількість паль, шт.	При збільшенні	При зменшенні
6	Довжина паль, м	При збільшенні	При зменшенні
6	Навантаження, кН	При зменшенні	При збільшенні
7	Глибина котловану, м	При збільшенні	При зменшенні
8	Співвідношення різниці площі ростверку та площі поперечного перерізу всіх паль до площі ростверку	При зменшенні	При збільшенні

Врахування ґрунту під ростверком пальово-плитного фундаменту неприпустимо у випадку, якщо

- безпосередньо під підошвою плитного ростверку та/чи в між пальовому просторі знаходяться ґрунти із специфічними властивостями – просадні ґрунти, набухаючі ґрунти, водонасичені біогенні ґрунти, засолені ґрунти, пухкі піски, не ущільненні насипні чи намивні ґрунти;
- в між пальовому просторі в ґрунтах мають місце небезпечні геологічні процеси – карст, зсув та інше;
- робота паль в ґрунтовому масиві характеризується, як палі-стійки.

Висновки

Визначення величини навантаження, яке передає плитний ростверк на ґрунтову основу, та осідання пальово-плитного фундаменту дає можливість проектувати більш економічні рішення пальових фундаментів. можна зменшити кількість паль до 20%, тобто замість 150 паль використати лише 120 паль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).
2. Бамбура А.М., Ковальський Р.К., Слюсаренко Ю.С., Черний Г.І Принципові положення методичних рекомендацій по розрахунках основ висотних будівель на комбінованих пальово-плитних фундаментах // Будівельні конструкції № 66 – К.: НДІБК. – 2007. - С. 279-286.

3. Самородов А.В. Новая конструкция плитно-свайного фундамента: А.В. Самородов /Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – № 1 (214). – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – С. 58-65.

Наталя Вікторівна Блащук — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Довгуцька Тетяна Валеріївна — студент групи Б-18 м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Natalia V. Blashchuk - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Tatiana V. Dovgutska - student of B-18 m group, faculty of construction of heat power and gas supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia;

УДК 62-521

Н.В.Остапенко

Розробка автоматичної системи управління водопостачання житлового масиву

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проведено аналіз методів управління агрегатами насосних станцій водопостачання. Досліджено способи оптимізації роботи насосних станцій для підвищення їх енергоефективності та економічності установок. Розглянуто основні причини доцільності використання регульованого електроприводу для керування насосними агрегатами. Розроблено сучасну систему управління на базі логічного контролера та перетворювачів частоти, яку при розробці можливо легко адаптувати під необхідні вихідні данні системи водопостачання.

Ключові слова: *перетворювач частоти, логічний контролер, насосний агрегат, автоматичне управління, водопостачання.*

Abstract

The report analyzes the existing methods of the water supplement pumping stations aggregates control is carried out. The methods of optimizing the work of pumping stations to increase their energy efficiency and efficiency of installations are investigated. The main reasons for the use of an adjustable electric drive for controlling pump units are considered. The modern control system on the basis of the logic controller and frequency converters, which during the development can be easily adapted for the necessary initial data of the water supply system, is developed.

Keywords: *frequency converter, logical controller, pumping aggregate, automatic control, water supply.*

Вступ

Зі зростом населення в містах гостро стоїть питання збільшення житлової площі шляхом будівництва нових житлових масивів та мікрорайонів. В зв'язку з цим зростає і необхідність у розробці систем забезпечення. На сьогоднішній день існує безліч житлових комплексів, які потребують модернізації подекуди всіх систем водо- та енергозабезпечення у зв'язку із великим строком експлуатації, що в будь-який момент може призвести до виходу з ладу обладнання.

Системи подачі й розподілу води (СПРВ) відносяться до найбільш енергоємних об'єктів міського комунального господарства. Основними споживачами електроенергії в системах водопостачання є насосні станції (НС). У цей час більшість НС оснащені нерегульованим приводом на базі асинхронних і синхронних електродвигунів. Нерегульований привід в умовах різкої зміни тиску, обумовленого характером і режимами роботи споживачів, нерідко приводить до аварійності й збоїв у роботі СПРВ. Автоматизація режимів роботи НС шляхом впровадження енергозберігаючого устаткування підвищить надійність роботи системи водопостачання, дозволить заощадити енерго- та водоресурси.[1]

Результати дослідження

Об'єктом керування в системі водопостачання є насос. Насоси відносяться до числа механізмів з тривалим режимом роботи і постійним навантаженням. В системах водопостачання застосовують відцентрові насоси. В них рідина переміщується під дією відцентрової сили, створюваної робочим колесом, яке приводиться в обертовий рух електродвигуном. За відсутності електричного регулювання швидкості в насосних агрегатах невеликої потужності зазвичай застосовують асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором, що живляться від мережі 380 В.

Керування насосним агрегатом полягає у виконанні наступних операцій: перевірка заповнення насоса рідиною; пуск насоса і виведення на робочий режим; регулювання подачі; зупинка насоса.

Режим водоспоживання зазвичай характеризується добовим, тижневим і т.п. графіками водоспоживання. На рис. 1 представлено приклад графіка добового водоспоживання багатоквартирного 9-поверхового житлового будинку. Мінімальне споживання води Q_{min}=0,67 м3/ч, максимальне Q_{max}=4,3 м3/ч. Найбільше споживання води відбувається в період часу з t_1=4 год до t_2=10 год і з t_3=16 год до t_4=19 год.

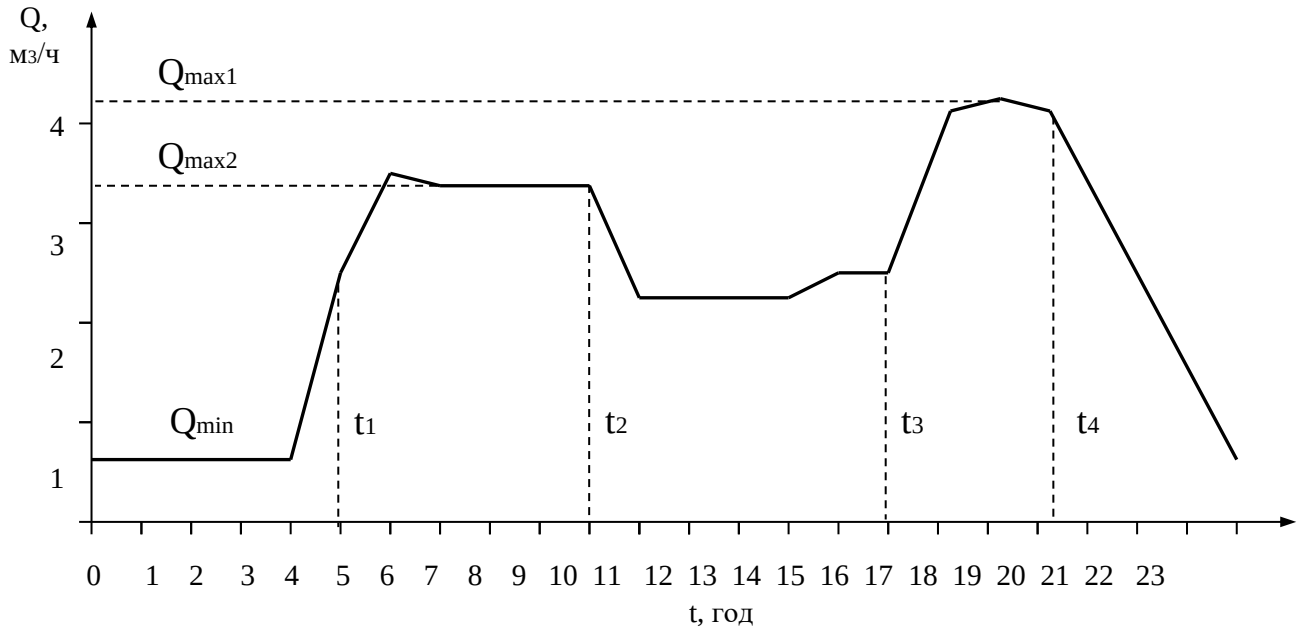


Рисунок 1 - Графік зміни водоспоживання протягом доби

Напір у мережі залежить від роботи водо живильників, а також від споживання води, що носить випадковий характер, тобто буде розроблена система яка буде контролювати тиск води на певних вузлах і на основі цих даних відбуватиметься управління режиму двигуна що забезпечує рівень води в допустимому діапазоні. Рівень води напряму залежить від швидкості обертання двигуна що подає його в трубу. [2]

В результаті проведеної роботи було опрацьовано та проаналізовано ряд найбільш ефективних методів управління частотою обертання ротора АД, проведено оцінку їх переваг та недоліків.

При управлінні зміною величини напруги, що підводиться до обмотки статора, діапазон зміни частоти обертання не достатньо великий через вузьку зону стійкості роботи АД, яка обмежується критичним ковзанням, і недопустимістю значного відхилення напруги живлення від номінального значення. Крім того, при такому управлінні існує небезпека перегріву двигуна через збільшення електричних та магнітних втрат.

В разі управління частотою обертання АД шляхом порушення симетрії напруги, що підводиться до обмотки статора, механічні характеристики двигуна знаходяться в зоні між характеристиками з симетричним трифазним та однофазним режимами живлення двигуна. В такому разі, зі збільшенням асиметрії напруги живлення, зменшення швидкості АД супроводжується зниженням ККД.

Метод управління зміною кількості пар полюсів обмотки статора є дискретним. При додаванні кожної пари полюсів в обмотку статора швидкість обертання ротора зменшується вдвічі. Недолік методу полягає в ускладнені схеми обмотки статора та необхідності використання перемикача. Разом з тим, метод не вимагає ніякого додаткового обладнання.

При управлінні шляхом зміни активного опору в колі ротора механічні характеристики АД свід- чать про те, що з підвищенням опору зростає ковзання, а частота обертання відповідно зменшується. Метод має істотні переваги в порівнянні з попередніми, а саме, гнучкість регулювання в широкому діапазоні

частот обертання та суттєве покращення пускових властивостей АД. Але недолік такого методу полягає у зростанні електричних втрат, які пропорційні ковзанню. Крім того, такий метод можливо застосовувати лише для двигунів з фазним ротором[3].

Найбільш ефективним є метод частотного управління, при якому досягається гнучке пропорційне управління частотою обертання АД у повному діапазоні від нуля до номінального значення. Але такий метод вимагає додаткового обладнання, а саме, джерела живлення з регульованою частотою струму, що збільшує вартість пристрою. Проте метод є незамінним для використання АД в системах управління водопостачанням.

Провівши аналіз методів регулювання АД можна зробити висновок, що частотний метод управління є найефективнішим в рамках поставленої задачі.

В результаті проведеної роботи було розроблено власну систему управління водопостачання. На Рисунку 2 представлено запронована схема автоматичного керування ПЧ-АД.

Забір води забезпечується з магістралі, далі насос Н подає воду до споживача. На напірному трубопроводі встановлений датчик тиску ДТ, за допомогою якого інформація надходить у пристрій порівняння ПП. У пристрій порівняння також надходить сигнал завдання необхідного напору $H_{зад}$. При зміні режиму споживання з'являється різниця сигналів дійсного й необхідного тиску, пристрій порівняння подає керуючий сигнал $U_у$ на перетворювач частоти ПЧ, у результаті чого змінюється швидкість асинхронного двигуна АД отже й насосу. Напір у нагнітальному трубопроводі приводиться у відповідність із заданим значенням.

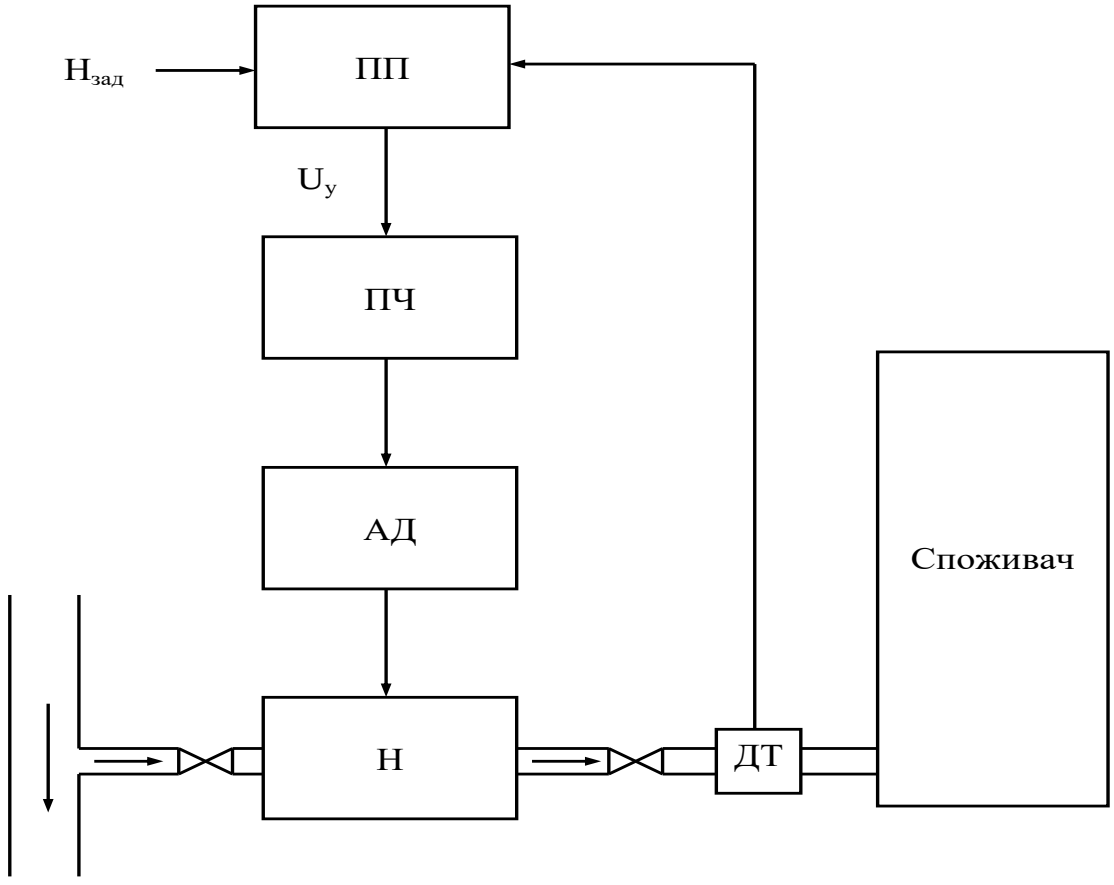


Рисунок 2 - Функціональна схема системи автоматичного керування ПЧ-АД

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання для проектування, розробки (або модернізації існуючих) насосних станцій житлових будинків з метою ефективного використання енергоресурсів та поліпшення роботи гідравлічних систем в цілому.

Висновки

Дослідження свідчить про те, що серед усіх відомих на сьогоднішній день способів керування подачею та напором насосного агрегату найефективнішим є регулювання швидкості обертання робочого колеса насоса використовуючи частотнорегульований електропривід. Цей метод, у порівнянні зі зміною гідравлічних параметрів трубопроводу чи насоса, дає можливість розширити діапазон регулювання продуктивності насосного агрегату за суттєвого зменшення споживання його двигуном електричної енергії.

Використання асинхронного двигуна з частотним регулюванням дало можливість збільшити термін служби і підвищити надійність електроприводів та обладнання і підвищити якість надання послуг у водопостачанні за рахунок стабільного тиску в мережі.

Розроблена система керування та програма керування процесом легко адаптується під необхідні задачі користувача та налаштовується на будь-які вихідні дані системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Метод та засоби оптимізації роботи електроприводів насосної станції водопостачання : монографія / В. В. Грабко, М. М. Мошноріз. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 138 с.

2. Высоцкий В.Е., Зубков Ю.В., Тулупов П.В. Математическое моделирование и оптимальное проектирование вентильных электрических машин. - М.: Энергоатомиздат, 2007.

3. Беспалов В. Я. Перспективы создания отечественных электродвигателей нового поколения для частотно-регулируемого электропривода, - М.: МЭИ (ТУ), 2005.

4. Васюра А.С. Елементи та пристрої систем управління і автоматики, ч. 1-6 // - Навчальний посібник, - Універсум - Вінниця, 2013. - 596 с

Остапенко Назарій Вікторович — студент групи 1АКІТ-18м, факультет комп'ютерних систем та автоматики,
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: n.ostapello@gmail.com

Науковий керівник: **Васюра Анатолій Степанович** - професор, кафедра автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ostapenko Nazariy V. — Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: n.ostapello@gmail.com com

Supervisor*: **Vasyura Anatoly S. –** Professor, academician of Ukrainian Technological Academy, Department of Automation and Information Measuring Devices, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.*

УДК 624. 154

В. В. Вітюк
Ю. С. Бікс

СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З УРАХУВАННЯМ BIM МОДЕЛЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто створення оптимального теплового режиму житлового будинку з урахуванням BIM моделювання. Та виконано розрахунки втрати тепла, запропоновано оптимальні матеріали для зберігання тепла у будинку.

Ключові слова: BIM моделювання, тепловий режим, енергозбереження.

Abstract

The paper considers creation of an optimal thermal regime of a dwelling house taking into account the BIM modeling. Yes, the heat loss calculations were performed, and optimum materials for storing heat in the house were proposed.

Keywords: BIM modeling, thermal mode, energy saving.

Вступ

На сьогоднішній день надзвичайно актуальною є тема енергозбереження будинку. Ми створюємо нові утеплювальні матеріали, нові методи зведення будівель, нові менш теплопровідні огороджувальні конструкції, а най головніше прагнемо щоб все було екологічне та не шкодило нашому життю. Тому з кожним роком все більше і більше з'являється розрахунків для визначення тепловтрат. Так одним із завдань БІМ моделювання, є швидкий розрахунок теплового режиму майбутньої побудови ще на стадії проектування.

BIM (англ. Building Information Model або Modelling) – інформаційна модель (або моделювання) будівель і споруд, під якими в широкому сенсі розуміють будь-які об'єкти інфраструктури, наприклад, інженерні мережі (водні, газові, електричні, каналізаційні, комунікаційні), дороги, залізні дороги, мости, порти і тунелі і т.д.

Енергозбереження – це комплекс заходів по реалізації правових, наукових, організаційних, виробничих, технічних і економічних заходів, які спрямовані на ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), при існуючому корисному ефекті від їх використання і на залучення в господарський оборот поновлюваних джерел енергії [1].

Результати дослідження

Традиційне проектування працює з двомірними моделями об'єктів будівництва. Це плани, креслення, технічна документація. BIM проектування істотно відрізняється від інших видів проектних робіт. Його відмінність – збір і обробка даних щодо архітектурно-планувальних, конструктивних, економічних, технологічних, експлуатаційних характеристиках об'єкта, об'єднаних в єдиному інформаційному полі (BIM – моделі). Всі дані, закладені в інформаційну модель об'єкта, пов'язані між собою і взаємозалежні.

Технології BIM базуються на віртуальній тривимірній моделі, що володіє реальними фізичними властивостями. Але це не всі ресурси технології інформаційного моделювання. До неї приєднуються додаткові виміри: час, плани, вартість.

Вони дозволяють розрахувати і визначити параметри процесів будівництва ще до початку будівельних робіт на об'єкті. Управління даними моделі допоможе скоротити терміни реалізації проекту, спростить експлуатацію збудованого об'єкта і продовжить термін його служби.

Енергоефективність будівель визначається сукупністю багатьох факторів. Досліди показують, що при експлуатації традиційного багатоповерхового житлового будинку через стіни втрачається до 40 % тепла, через вікна – 18 %, підвал – 10 %, стелю – 18 %, вентиляцію – 14 %. Тому звести теплові втрати до мінімуму можливо лише при комплексному підході до енергозбереження (рис. 1).

Тому звести теплові втрати до мінімуму можливо лише при комплексному підході до енергозбереження [2].

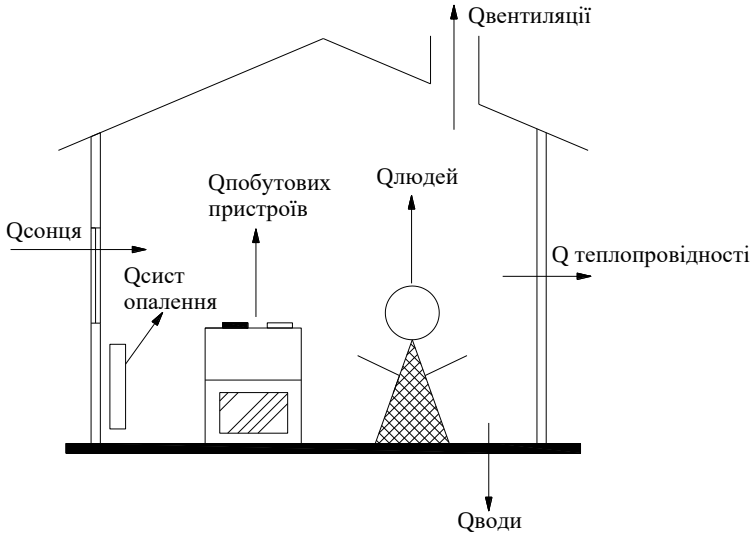


Рисунок 1 – Схематичний енергобаланс будівлі

Висновки

Віртуальне моделювання вимагає до себе прогнозованого підходу, погляду на кілька ходів вперед. Потрібно спочатку представляти, як частини моделі, виконані із застосуванням різних програм, зібрати потім в єдиний працюючий комплекс. Для випадку складання моделі, що складається з елементів, розроблених в різних програмах, що мають власні формати файлів, існує загальна модель. В цьому випадку складання єдиної моделі з програм виконується в спеціальній складальної програмі: Autodesk NavisWorks, Tekla BIMsight і ін.

У подальшій роботі буде запропоновано створення оптимального теплового режиму житлового будинку з урахуванням BIM моделювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Yan Zhou, Guangcai Gong Exergy analysis of the building heating and cooling system from the power plant to the building envelop with hourly variable reference state // Energy and Buildings, 2013. – № 56. – pp. 94-99

2. Долинский А. А. Энергоэффективное здание при использовании альтернативных источников энергии / А.А. Долинский, Б.Х. Драганов // Промышленная теплотехника. – 2007. – Т. 29, № 4. – С. 83-89.

Вітюк Вікторія Вікторівна – студент групи Б-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, vinartemon@gmail.com.

Науковий керівник: **Бікс Юрій Семенович** – к. т. н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vitiuk Victoria - student of B-18m group, Faculty of Civil Engineering, Heat and Power Engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, vinartemon@gmail.com.

Scientific adviser: **Biks Yury Semenovich** - PhD, Associate Professor of the Department of Construction, Urban economy and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 691.12

Д. В. Смашнюк
Ю. С. Бікс

ОГЛЯД МЕТОДИК ДЛЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано огляд та аналіз методик щодо оцінки енергоефективності огороджувальних конструкцій стін. Виявлено, що метод аналізу ієрархій Саати а також апарат нечіткої логіки дозволяють оцінити різні за своєю природою показники енергоефективності стін, що може бути використано для комплексної багатокритеріальної оцінки варіантів стінового огородження для оптимального вибору.

Ключові слова: оцінка енергоефективності, багатокритеріальність, нечітка логіка, парні порівняння.

Abstract

The review and analysis of the methods for the evaluation of the energy efficiency of wall enclosure structures have been performed. It is revealed that the Saati hierarchy analysis method and the fuzzy logic apparatus allow to estimate different by nature of energy efficiency of walls, which can be used for complex multicriteria evaluation of wall enclosure options for optimal choice..

Keywords: energy efficiency assessment, multicriteria, fuzzy logic, pairwise comparisons.

Вступ

Одним з вагомих показників, який прямо впливає на статтю витрат при експлуатації будинку і опосередковано на його енергоефективність в цілому є приведений термічний опір R (м^2×°С/Вт) огороджувальних конструкцій [1]. Для України даний показник регламентується нормами [2]. Цей показник опосередковано залежить від градусо-діб опалювального періоду. К.т.н. В. І. Ливчак у своїй роботі [3] зазначає, що «градусо-доби опалювального періоду характеризують суворість зими будь-якого регіону (чим вище їх величина, тим холодніше). Без їх урахування неможливо проводити зіставлення рівня енергетичної ефективності будівель, побудованих в різних кліматичних районах».

Очевидно, що будь яке порівняння енергоефективності виражатиметься в економії/перевитраті коштів при експлуатації будівлі за усереднений проміжок часу (наприклад рік). Чим більше складових, що враховано тим повніше та об'єктивніша оцінка.

Іншими словами, енергоефективність можна оцінити сумою коштів, які зекономлено в результаті раціонального вибору матеріалу огороджуючих конструкцій стін для нового будівництва, або коштами, що зекономлено в результаті термомодернізації будівлі.

Для того, щоб оцінити доцільність утеплення в коротко- та довгостроковій перспективі, необхідно визначити економічний ефект від економії коштів на опалення в певний період часу [1].

Дана робота присвячена аналізу методик для оцінки енергоефективності огороджувальних конструкцій стін.

Результати дослідження

Огляд літературних джерел присвячених оцінці енергоефективності за різними критеріями дозволив проаналізувати основні переваги та недоліки даних методів. Наприклад економічну ефективність будівництва індивідуального житла з підсобних матеріалів, у т.ч. зі соломи порівняно з будівництвом традиційними матеріалами і засобами можна визначити за формулою запропонованою д.е.н. Б. М. Андрушківом [4]

$$Еб_{п.м.} = \sum_{i=1}^{n} B_{т.м.} - \sum_{i=1}^{n} B_{п.м.}, \quad (1)$$

де $B_{т.м.}$ – витрати на будівництво будинку з традиційних матеріалів;

$B_{п.м.}$ –витрати на будівництво будинку з підсобних матеріалів.

На думку авторів [4] окупність будівництва зокрема економія енергетичних ресурсів, екологічність тощо, які не можуть бути виміряні економічними показниками, може бути скороченою до 3-4 років, витратна частина зменшується більш як на третину.

Критеріальне число Гагаріна В. Г.

Д.т.н. Гагаріним В. Г. [5] запропоновано формули розрахунку так званого критеріального числа, або граничного значення безрозмірної величини для оцінки окупності утеплення будинку, а отже й визначення потенціалу її енергоефективності

$$\Delta K \cdot p / C_T(-\Delta k) \cdot ГДОП \cdot 0,024 < 1, \quad (2)$$

де ΔK – одноразова витрата коштів на утеплення будинку;

$-\Delta k$ – одноразова витрата коштів на зменшення коефіцієнту теплопередачі $u = \frac{1}{R}$ (Вт/м²×°С) при утепленні будинку;

0,024 = 24/1000 перехідний коефіцієнт, кВт×год/Вт×добу;

C_T – вартість теплової енергії (грн./кВт×год);

p – ставка рефінансування плюс відсоток на ризик, в долях одиниці.

Ліву частину формули (2.2) можна використовувати при оцінці інвестиційної привабливості утеплення.

Представимо формулу (2.2) дещо в іншій формі

$$-\frac{\Delta K}{\Delta k} < \frac{C_T \cdot ГДОП \cdot 0,024}{p} = \omega \quad (3)$$

то отримаємо нерівність, яка виражає умову окупності одноразових витрат на підвищення теплозахисту огороджувальних конструкцій – питоме значення одноразових витрат має бути менше граничного значення, яке залежить від градусо-діб опалюваного періоду(ГДОП), вартості теплової енергії та облікової ставки по кредитах банку.

Саме така формула дає можливість оцінити в першому наближенні доцільність або недоцільність утеплення з точки зору окупності витрат [13].

З параметрів рівняння (3) випливає те, що даний критерій (критеріальне число) є параметром який враховує кліматичні умови об'єкту будівництва (ГДОП) та економічні фактори (вартість теплової енергії), тобто більш повно охоплює різнорозмірні вихідні дані, а тому може бути прийнятою до уваги при оцінці енергоефективності огороджувальної конструкції будівлі.

Слід зазначити, що вартість теплової енергії та відсоток по кредитній ставці (ставка рефінансування+ризик) носять наближений характер, що в свою чергу робить значення параметру ω ще більш наближеним, проте інформативність даної величини дозволяє зробити відповідні висновки на етапі розгляду проекту утеплення.

Методика оцінки енергоефективності огороджувальних конструкцій будинку за допомогою інструментарію нечіткої логіки

У праці к.т.н. Ратушняк Г. С. та к.т.н. Ратушняк О. Г. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**6] запропоновано методику обґрунтування еколого-економічної доцільності матеріалів для терморенова-ції будівель, яка ґрунтується на моделюванні при використанні математичного інструментарію нечіткої логіки та лінгвістичних змінних, які базуються на ідеях д.т.н. О. П. Ротштейна [7, 8]. Експертно моделювальна система дозволяє враховувати кількісні та якісні характеристики при виборі матеріалів для терморенованії будівель.

Класифікація впливаючих факторів за кількісними та якісними ознаками (економічними, екологічними, теплофізичними, художньо-естетичними) дозволяє встановити їхні взаємозв'язки, які потім трансформуються у систему логічних рівнянь цільової функції щодо вибору оптимального теплоізоляційного матеріалу при терморенованії будівель.

Очевидно, що при використанні апарату нечіткої логіки та лінгвістичних змінних які враховують не тільки кількісні але й якісні характеристики оцінка енергоефективності будівлі буде більш повною.

Критеріальне число Савіна для розрахунку енерговитрат при проектуванні зовнішніх огороджувальних конструкцій

Д.т.н. Савіним В. К. [9] запропоновано методику для визначення мінімальних енергозатрат при розрахунку оболонки будівлі. Для цього визначають безрозмірний критерій *Sa*, що вказує, наскільки тепловтрати 1 м^2 огороджувальної конструкції, що має опір теплопередачі R^*_0, більше чи менше теплової енергії, що затрачена на виготовлення, монтаж (демонтаж) протягом терміну служби огороджувальної конструкції без капітального ремонту. Це пов'язує енергоємність конструкції, теплозахисну характеристику, район будівництва та довговічність, що є додатковим комплексним критерієм для об'єктивного вибору типу огороджувальної конструкції стіни. Величина безрозмірного критерію *Sa* визначається за формулою (6.22)[59]

$$Sa = \frac{Q_k \cdot R_0^*}{24 \cdot D \cdot}, \tag{4}$$

де Q_k^* – енергоємність еталонного елемента, що дорівнює 1 кВт×год/м^2;

R_0^* – опір теплопередачі конструкції, що дорівнює 1 м^2 ×°С/Вт;

D – кількість градусо-діб опалювального періоду для міста будівництва, °С ×діб;

$z = \frac{z_{експл}}{z_{оп.період}}$ – безрозмірна величина, яка є співвідношенням періоду експлуатації без капітального ремонту будівлі, год до тривалості опалювального періоду, год. Чисельно вона дорівнює строку служби огороджуючої конструкції, років;

В першому наближенні енергоємність конструкції може бути визначена за формулою

$$Q_k^* = \frac{c*}{c_m}, \tag{5}$$

де $c*$ – вартість влаштування еталонного елементу1м^2 стіни, що дорівнює 1 грн/м^2;

c_m – фактичний тариф на теплову енергію, грн/Гкал;

Після знаходження критерію Sa визначають мінімальне значення опору теплопередачі за формулою (6.20) [9]

$$R_0^{min} = \frac{R_0^*}{\sqrt{Sa}} \quad \frac{1}{\sqrt{Sa}}, \left| \frac{\text{м}^2 \cdot °\text{С}}{\text{Вт}} \right| \tag{6}$$

Мінімальний сумарний коефіцієнт теплопередачі та акумуляції тепла 1м^2 елемента зовнішнього огородження при різниці температур в 1°С знаходимо за формулою (6.21) [9]

$$K_{сум}^{min} = 2 \cdot K_e^* \cdot \sqrt{Sa} = 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{Sa} = 2 \cdot \sqrt{Sa}, \left\lfloor \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot °\text{С}} \right\rfloor. \tag{7}$$

Тоді мінімальні сумарні річні енергетичні витрати, що враховують витрати на створення конструкції та її експлуатацію обчислюють за формулою [9]

$$q_{сум}^{\min} = 0{,}024 \cdot D \cdot K_{сум}^{\min}, \left\lfloor \text{кВт} \cdot \text{год/м}^2 \cdot °\text{С} \right. \tag{8}$$

Варіант стіни з мінімальним значенням сумарних енерговитрат отриманих за формулою (8) і буде гіпотетично оптимальним типом огороджувальної конструкції стіни. Цей критерій дозволить обчислювати в першому наближенні енергоефективність оболонки будівлі, тобто огороджувальної конструкції, що пов'язує енергоємність конструкції, теплозахисну характеристику, район будівництва та довговічність, отже є об'єктивним показником.

У роботі [10] автори виконали спробу комплексно оцінити енергоефективність огороджувальних конструкцій будівель використовуючи апарат парних порівнянь Сааті для оцінки різнорозмірних параметрів, при чому одним з факторів впливу було обрано критерій Савіна [9], що свідчить про багатопараметричну оцінку, яка більш дозволяє більш об'єктивно обрати найкращий варіант стінового огородження для зведення енергоефективного будинку.

Висновки

Встановлено, що відсутня єдина методика щодо багатокритеріального оцінювання енергоефективності огороджувальних конструкцій стін, що дозволяє самостійно, на розсуд експерта обирати вагомі критерії. Це необхідно виконувати для об'єктивного вибору найраціональнішого з точки зору енергоефективності типу багатошарової огороджуючої конструкції стіни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коршунов О. В., Зуев В. И. Время тепловой инерциии термическое сопротивление слоистых стен. *Энергоресурсосбережение и энергоэффективность*. 2011. №4(40). С.23–26.

2. ДБН В.2.6-31:2016.Теплова ізоляція будівель. Норми проектування. виготовлення і монтажу: [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінегіонбуд України, 2017. 33 с.

3. Ливчак В. И. Градусо-сутки отопительного периода как инструмент сравнения уровня энергоэффективности зданий в России и в других странах. Энергосбережение. 2015. №6. С. 20–26.

4. Андрушків Б. Прикладні аспекти наукової діяльності кафедри або як здешевити індивідуальне житлове будівництво. Соціально-економічні проблеми і держава: електрон. наук. фахове вид. 2011. Вип. 2 (5). URL: http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmizb.pdf (дата звернення 27.12.2018).

5. Гагарин В. Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты зданий. Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). 2009. №2. С. 10–18.

6. Ратушняк Г. С., Ратушняк О. Г. Управління енергозберігаючими проектами термореновації будівель. Вінниця: Універсум-Вінниця, 2009. 131с.

7. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии индентификации. Нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 1999. 320 с.

8. Ротштейн А.П. Надежность и интеллектуальные вычисления. Избранные статьи. Винница: ООО «Нилан-ЛТД», 2018. 382 с.

9. Савин В. К. Строительная физика: энергопренос, энергоеффективность, энергосбережение. Москва: Лазурь, 2005. 432 с.

10. Biks Y., Ratyshnyak G., Ratushnyak O. Energy performance assessment of envelopes from organic materials / *Archtecture Civil Engineering Environment.* 2019. №3. P. 55-67.

Смашнюк Дмитро Васильович — студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bm16ms.smashniuk@gmail.com.

Науковий керівник: ***Бікс Юрій Семенович*** — кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Smashniuk Dmytro V. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : bm16ms.smashniuk@gmail.com.

Supervisor: ***Biks Yuriy S.*** — PhD, Assistant Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 691.12

Ю. С. Бікс
О. Г. Ратушняк

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТІН З ПРИРОДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод визначення потенціалу енергоефективності багатошарових огороджувальних конструкцій малоповерхових будинків з натуральних матеріалів органічного походження, яка дозволяє кількісно оцінити різні за своєю природою характеристики – теплофізичні, економічні, кліматичні на одній шкалі значень за результатами чисельного моделювання.

Ключові слова: потенціал енергоефективності, натуральні матеріали, багатокритеріальність.

Abstract

The method of determining the energy efficiency potential of multilayered enclosure con-structions of low-rise buildings of natural materials of organic origin is proposed. The method allows to quantify different in nature characteristics - thermophysical, economic, climatic on the same scale by the results of numerical modeling.

Keywords: energy efficiency potential, natural materials, multicriteria.

Вступ

Чинний тренд будівництва екожитла – в першу чергу зведеного з екологічних, низькоенергетичних в контексті спожитої для їх влаштування енергії та безумовно дружніх до навколишнього середовища матеріалів є викликом часу в контексті мінімізації шкоди природі і прийдешнім поколінням. Все це спонукає до ретельного переосмислення низки фізико-механічних, теплофізичних а також економічних параметрів цих матеріалів при влаштуванні багатошарових огороджувальних конструкцій стін з них та їх ефективних комбінацій.

Головною метою вищезазначених потреб є оптимальне використання натуральних матеріалів для зведення огороджувальних конструкцій стін, які мають відповідати низці вимог, зокрема вимогам з довговічності, екологічності, несучої здатності, архітектурної виразності, при цьому гармонійно поєднуватись з природним оточенням. тощо.

Без перебільшення глобальне поширення, в тій чи іншій мірі, даної тенденції є символічним та є безумовною ознакою переосмислення людиною свого ставлення до природи та довкілля [1, 2]. Тому визначення оптимальних типів будівельних матеріалів та їх комбінації для сучасної, дружньої до навколишнього середовища забудови, з огляду на наявні виклики сьогодення постає актуальною задачею.

Для більш об’єктивної оцінки потенціалу енергоефективності огороджувальних конструкцій будинків з природних матеріалів слід комплексно враховувати не лише фізико-механічні, еколого-економічні але й інші параметри матеріалу для зваженого та обгрунтованого прийняття рішення на користь того чи іншого варіанту для зведення багатошарових стін. Дана робота присвячена визначенню багатокритеріального індексу для багатошарових огороджувальних конструкцій стін з природних матеріалів.

Результати дослідження

Аналіз літературних джерел присвячених проектуванню та влаштуванню енергоефективних огороджувальних конструкцій стін з натуральних матеріалів [1-11, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**] дозволив сформувати основні типи стінового огородження для чисельного моделювання –стіна з арболіту (тип «А»), стіна з саману (тип «Б»), стіна з солом’яної панелі (тип «В»), стіна з землебиту (тип «Г»), стіна з глиночурки (тип «Д»), каркасна стіна з фанери,

що наповнена ековатою (тип «Е»), комбінована стіна з арболіту, що утеплено спресованою соломою (тип «Ж») та стіна з енергоефективного теплоблоку []. Поперечні розрізи типів стін, що прийнято для чисельного моделювання показано на рис.1. Товщину всіх стін прийнято 600 мм. Вартість матеріалів прийнято усередненими по ринку України базуючись на даних мережі Інтернет станом на жовтень 2019 року.

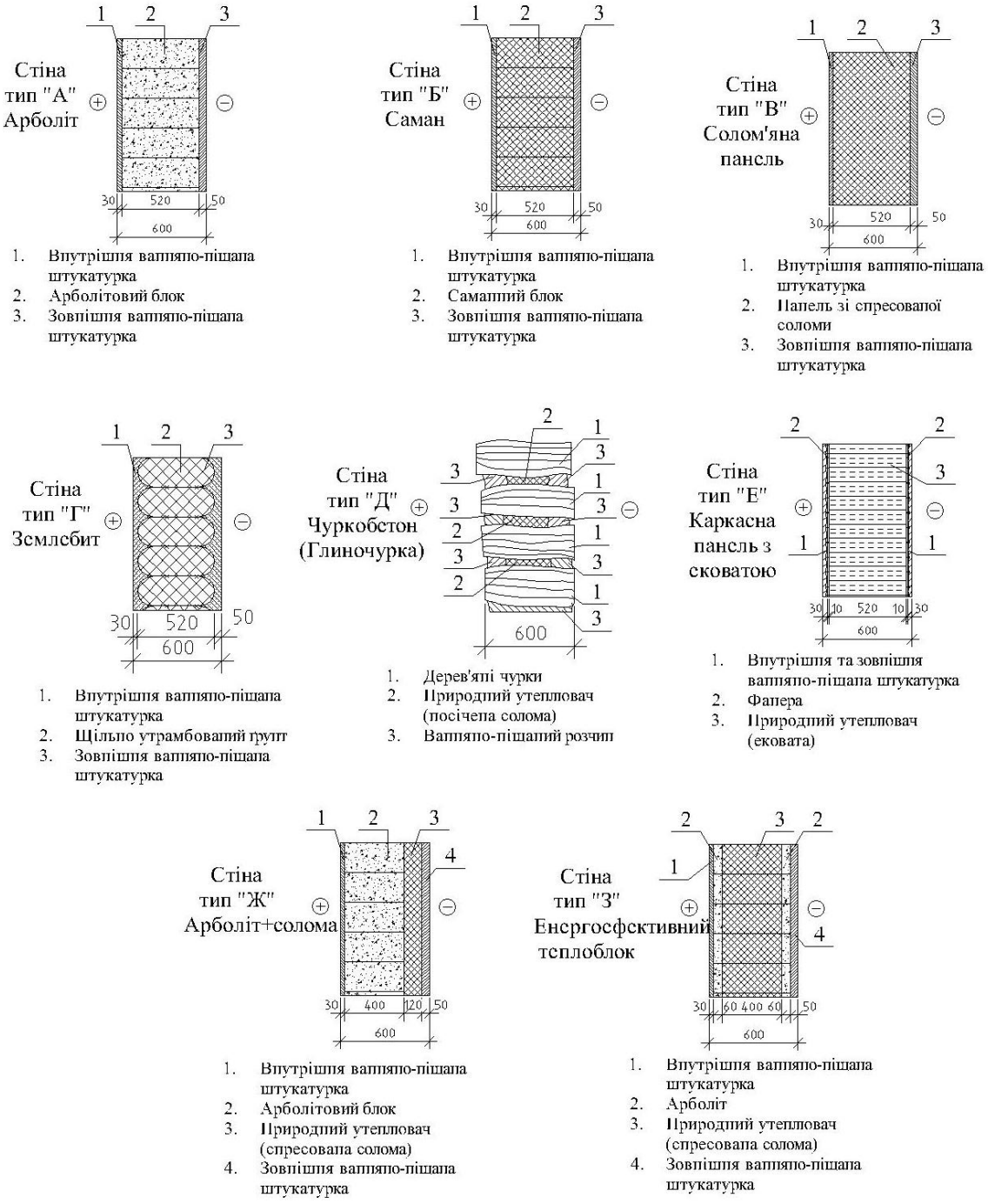


Рис. 1. Поперечні розрізи типів стін для чисельного моделювання

Концептуальна ієрархічна модель щодо визначення багатокритеріального індексу потенціалу енергоефективності багатошарових огороджувальних конструкцій стін наведена на рис. 1.

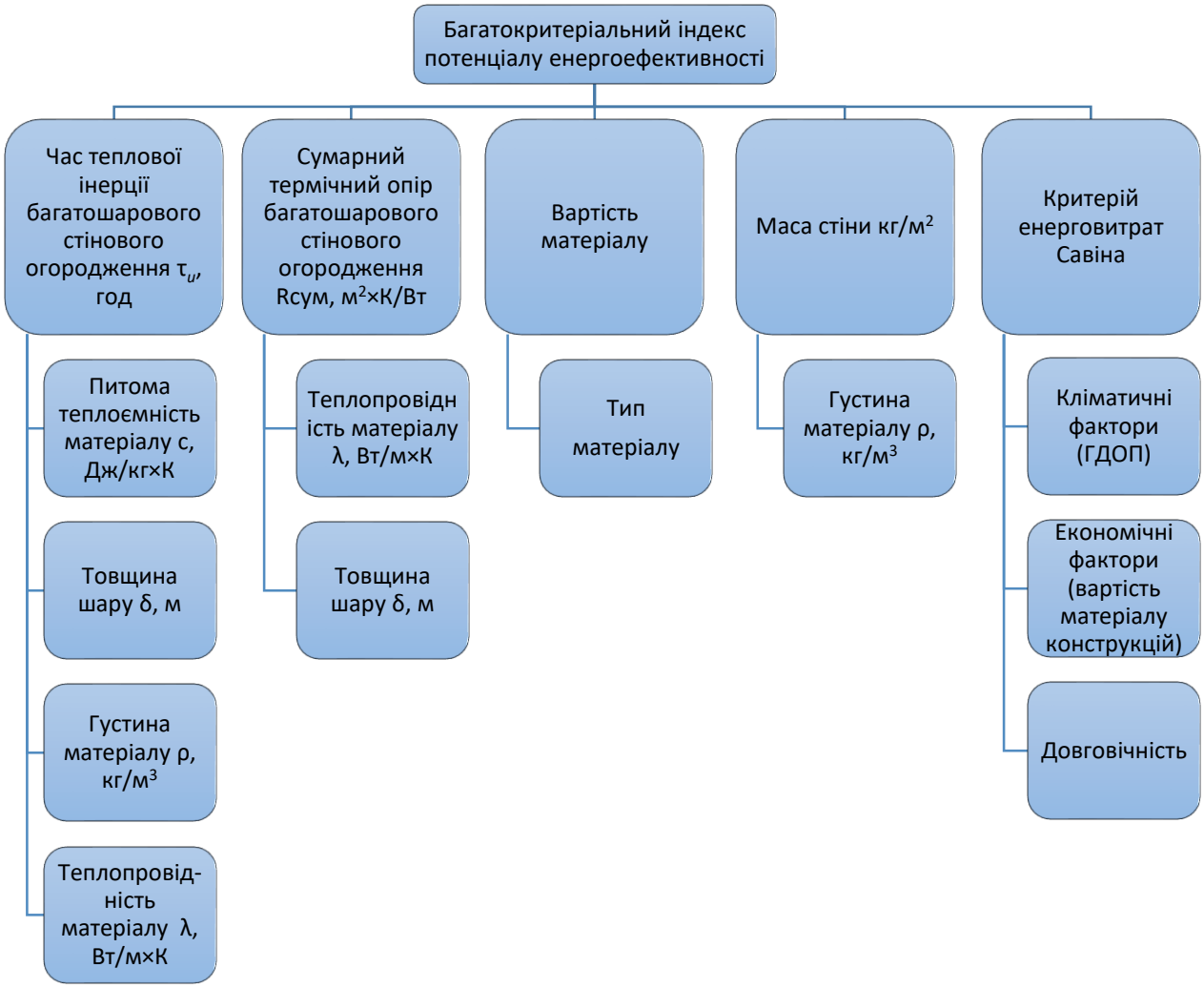


Рис. 2. Ієрархічна модель факторів впливу ан індекс потенціалу енергоефективності

З аналізу даних наведених на рис. 2 випливає, що для більш об'єктивної, багатокритеріальної оцінки показників кожного з досліджуваних варіантів влаштування огороджувальних конструкцій стін одним з ефективних порівняльних математичних апаратів може бути метод парних порівнянь Сааті Т. Л. [1515], який дозволяє оцінити різні за своєю природою показники та визначити вагу кожного з них у розрахунку цільової функції, в якості якої обрано багатокритеріальний індекс потенціалу енергоефективності – безрозмірна величина в долях одиниці, що дозволяє оцінити вплив різнорозмірних показників на величину цільової функції.

В даній роботі метод парних порівнянь використовується для ранжування (визначення ваги, нерівновісності) кожного з факторів впливу різних за своєю природою параметрів – сумарного часу теплової інерції багатошарової конструкції τ_u, сумарного термічного опору стіни $R_{сум}$, вартості матеріалу та суворості клімату району забудови – критерію Савіна.

Це особливо важливо при прийнятті рішення щодо вибору альтернативи огороджувальної конструкції стіни з природних матеріалів органічного походження.

. . . . . .

Висновки

Встановлено, що запропонований підхід може слугувати для більш об'єктивної оцінки при виборі варіанту влаштування огороджувальної конструкції стіни будинку з природних матеріалів органічного походження, та комплексно оцінити кожний варіант стінового огородження, як з точки зору теплофізичних, економічних , кліматичних факторів впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Широков Е.И. Дерево, тростник, солома: Строительные материалы для устойчивого развития. *Архитектура и строительство России*. 2007. №2 . С. 2-10.
2. Сычев С. А. Экотехнологии строительства с учетом критериев энергоэффективных зданий. SCIENCETIME. 2014.№10. С.343–349.
3. Галкин П. И. Огнестойкие глиняные строительные материалы. Москва - Ленинград: Академия ком. хоз-ва им. К. Д. Памфилова, 1944. 76 с.
4. Рудановский В. Н. Кирпичи, блоки: дешево и быстро. Краснодар: АО «Концерн «Курорт».1993. 64 с.
5. Эванс Я., Смит М. Дж., Смилей Л. Дом из самана. Философия и практика. Київ: Рідна Земля, 2004. 337 с.
6. Наназашвили И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции. Ленинград: Стройиздат, 1990. 415 с.
7. Лобанова А. В., Казимагомедов И.Э. Стеновые изделия из арболита на основе костры льна. *Комунальне господарство міст*. 2015, випуск 124. С. 18-20.
8. Building with Hemp and Lime URL: https://www.researchgate.net/publication/265450145_Building_with_Hemp_and_Lime (Last accessed:17.12.2018).
9. Pacheco-Torgal F., Jalali S. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. Construction and Building Materials. 2012. Vol. 29. P. 512–519.
10. Rajesh Kumar Jain. A study on eco friendly cost effective earthbag house construction. Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology. 2013. Vol. 9, No. 1, P. 200 – 211.
11. Куліченко І. І. та ін. Економічна ефективність використання місцевих екологічних матеріалів в малоповерховому будівництві доступного житла. Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. 2013. №.69. С.257-264.
12. Бікс Ю. С. Перспективи використання виробів з соломи у малоповерховому будівництві. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. 2017. Том 22, №1. С. 75-83.
13. Medgyasszay P. *Comparative analysis of an existing public building made from natural building materials and reference buildings designed from common building materials*.
14. Композиційний будівельний теплоблок: пат. 130276 Україна: МПК (2006): E04B 1/00, E04C 2/16 (2006.01). № u201808845; заявл. 20.08.2018; опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22. 8 с
15. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратніх связях: Аналитические сети: пер. с англ. Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 360 с.

Бікс Юрій Семенович – кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: biksyuriy@gmail.com.

Ратушняк Ольга Георгіївна - кандидат техн. наук, доцент кафедри економіка підприємства і виробничого менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: ogratushnyak@gmail.com.

Biks Yuriy S. – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: biksyuriy@gmail.com.

Ratushnyak Olga G. – PhD, Associate Professor of the Department of Economics of Enterprise and Industrial Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa. e-mail: ogratushnyak@gmail.com.

УДК 691.12

В. В. Бевза
Ю. С. Бікс

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ “ARCHICAD” ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ СТІН

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Виконано огляд можливостей сучасного програмного комплексу «ARCHICAD”щодо оцінки енергетичних показників будівлі при її розробці на етапі проекту.
Ключові слова: оцінка енергоефективності, BIM моделювання, енергетичні показники.

Abstract
An overview of the capabilities of the modern ARCHICAD software complex for the estimation of energy performance of a building during its development at the project stage has been carried out.
Keywords: energy efficiency assessment, BIM modeling, multicriteria, energy performance.

Вступ

Сучасний програмний комплекс «ArchiCAD» – є одним з найбільш затребуваних програмних продуктів на ринку проектування будівель та споруд. В основі її роботи лежить технологія інформаційного моделювання будівлі (Building Information Modelling, скор. — BIM). Дана технологія передбачає створення цифрової копії проектованої будівлі, з якої можна отримати будь-яку інформацію про нього, починаючи від ортогональних креслень тривимірних зображень, закінчуючи кошторисами на матеріали та звітами про енергоефективність будівлі [1].

Головна перевага технологій, використаних в «ArchiCAD», полягає в колосальної економії часу на випуск проектної документації. Створення і редагування проектів відрізняються швидкістю і зручністю завдяки значній бібліотеці елементів, а також можливості миттєво перебудовувати будинок у зв'язку з внесеними змінами. За допомогою «ArchiCAD» можна підготувати ескізне рішення майбутнього будинку, на його основі розробити конструктивні елементи і випустити повноцінні креслення для будівництва, що відповідають вимогам державних стандартів ДСТУ та ГОСТ. [1-3]
У даному аналізі розглянуто основні функції програми на прикладі версії «ArchiCAD» 19.

Результати дослідження

«ArchiCAD» версії 19 та старше володіє вбудованими модулем EcoDesigner STAR, за допомогою якого можна оцінити теплотехнічні проектні рішення у відповідності з параметрами місцевого клімату. У відповідних вікнах вибираються режими експлуатації приміщень, кліматичні дані, інформація про навколишньому середовищі. Аналіз енергоефективності моделі наводиться у звіт, в якому зазначаються теплотехнічні характеристики конструкцій, обсяг енергоспоживання і баланс енергії, що може бути вдало використано при моделюванні енергоефективного житла, в тому числі з власних дизайнерських матеріалів, які можна завантажити у бібліотеку матеріалів «ArchiCAD».

Також, поряд з цим у ARCHICAD є можливість виконувати моделювання теплових мостів, яка дозволяє наочно оцінити енергетичну ефективність будь-якої конструкцій. Завдяки цьому ще на етапі проектування будівлі можна виділити проблемні вузли і внести коригування.

Варто відмітити, що в сучасному проектуванні при створенні будь-якої інформаційної моделі будівлі дуже важливо оцінювати енергетичну ефективність створюваних конструкцій

На рис. 1 наведено приклад виклику інтерфейсу модуля з оцінки енергоефективності програми.

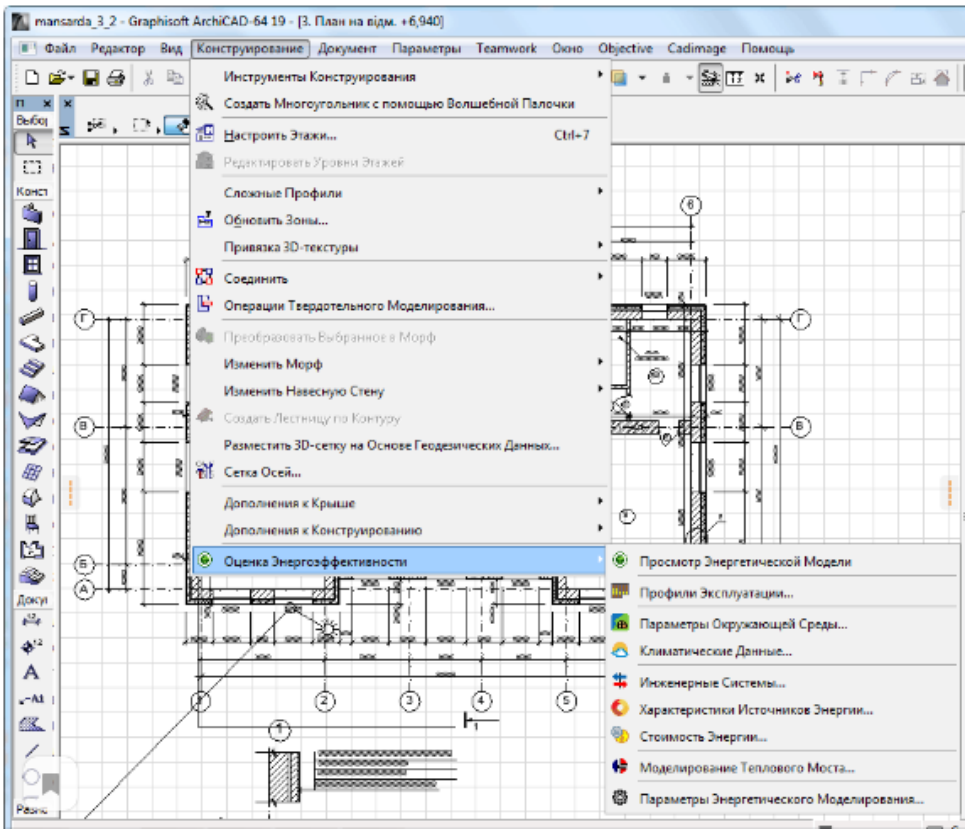


Рис. 1. Інтерфійс перегляду енергетичної моделі будівлі у програмі «ArchiCAD» [3]

Огляд джерел з мережі Інтернет [1-4] присвячених оцінці можливостей інформаційного моделювання взагалі, та енергетичних показників зокрема у програмі «ArchiCAD», дозволив проаналізувати основні переваги та недоліки даного комплексу. Основні переваги:

- Можливість ведення повного циклу проектування від ескізних рішень до випуску креслень для будівництва.
- Висока швидкість створення і редагування проектної документації.
- Можливість колективної роботи над проектом.
- Функція фонової обробки даних дозволяє робити швидкі обчислення на комп'ютерах з середньою продуктивністю.
- Дружня і зручна робоча середовище з великою кількістю налаштувань.
- Можливість отримання якісної 3D-візуалізації і анімації.
- Можливість проведення енергетичної оцінки проекту будівлі.
- Україномовна локалізація з підтримкою ГОСТ.

Недоліки:

- Обмежений термін безкоштовного використання програми.
- Складність моделювання нестандартних елементів.
- Недостатня гнучкість при взаємодії з іншими програмами.
- Файли нерідних форматів можуть відображатися некоректно або створювати незручності при їх використанні.

Висновки

Аналіз оглянутих джерел показав, що використання сучасного програмного комплексу «ArchiCAD» дозволяє ефективно використовувати потужний вбудований модуль EcoDesigner STAR який дозволяє виконувати моделювання енергетичних показників будівлі, ще задовго до втілення проекту у життя.

Це дозволяє гнучко підходити до процесу вибору проектних рішень при проектуванні енергоефективного житла. Даний комплекс програмних продуктів суттєво спрощує прийняття рішення при виборі найраціональнішого з точки зору енергоефективності типу багатошарової огороджуючої конструкції стіни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія BIM в ArchiCAD. URL: http://volodymyr57.blogspot.com/2018/04/. (Дата звернення 02.11.2019).
2. Определение энергоэффективности здания в ARCHICAD. URL: https://autocad-specialist.ru/uroki-archicad/teplovoi-most.html (Дата звернення 04.11.2019).
3. ArchiCAD 20.5011. URL: http://askme.zone/t/archicad-20-5011/24140#i-12 (Дата звернення 04.11.2019).
4. [Урок Archicad] Моделирование энергоэффекивых конструкцийи в других странах. URL: https://www.youtube.com/watch?v=cHsQVXANjUM (Дата звернення 04.10.2019).

Бевза Віталій Вікторович — студент групи Б-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vitalijbevza1@gmail.com.

Науковий керівник: ***Бікс Юрій Семенович*** — кандидат техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bevza Vitaliy V. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : vitalijbevza1@gmail.com.

Supervisor: ***Biks Yuriy S.*** — PhD, Assistant Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 699.841

Андрухов В. М.
Михнян М. С.

ОЦІНКА ВЕЛИЧИНИ ВКЛАДУ ВИЩИХ ФОРМ КОЛИВАНЬ В ПАРАМЕТРИ НДС ПРИ СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено порівняння параметрів сейсмічної реакції та напружено-деформованого стану будівель різної поверховості. Проаналізовано засоби врахування факторів висоти будівель при визначенні сейсмічних навантажень та вищих форм коливань при розрахунках на сейсмічний вплив за лінійно-спектральною теорією. Показано важливість цього фактору для забезпечення сейсмостійкості багатоповерхових будівель при можливих сейсмічних впливах.

Ключові слова: сейсмічний вплив, багатоповерхові будівлі, вплив вищих форм, напружено-деформований стан

Abstract

The seismic response and stress-strain state parameters of buildings with various numbers of storeys are compared. Means for taking into account the building height factor when determining the seismic loads and higher modes of vibrations for the seismic impact calculations according to the response spectrum theory are analyzed. The importance of this factor for the seismic stability of multi-storey buildings at possible seismic impacts is shown.

Keywords: seismic impact, multi-storey buildings, higher-mode effect, stress-strain state

Міжнародний досвід забудови сучасних міст свідчить про те, що з розвитком міських територій в умовах високої щільності забудови і високу вартість земельних ділянок зростає дефіцит території для будівництва, а також офісних, готельних та житлових площин. У зв'язку з цим найбільш виправданим з економічної точки зору є будівництво будівель підвищеної поверховості заввишки від 25 до 50 поверхів.

Висотні будівлі в усьому світі відносять до об'єктів найвищого рівня відповідальності та класу надійності. Питома вартість іх будівництва значно вище, ніж звичайних будинків. Це обумовлено технологічними, конструктивними та іншими факторами, а також в значній мірі і заходами комплексної безпеки, прийнятими на всіх стадіях - проектування, будівництва і експлуатації. Виникнення аварійних ситуацій в висотних будівлях може призвести до дуже важких наслідків матеріального, економічного і соціального характеру. Тому проектування і будівництво висотних будівель, в порівнянні із будівлями невеликої поверховості, має свої специфічні особливості.

Висотне будівництво в Україні активно розвивається у великих містах та курортних зонах, значна частина яких знаходиться в сейсмонебезпечних районах. Зважаючи на проектний клас наслідків (відповідальності) таких будівель (переважно значний СС3 відповідно до [1]), сейсмічний вплив інтенсивністю від 6 балів і вище має бути врахований при проектуванні висотних будівель практично у всіх районах України.

Особливістю висотних будівель, що проектуються для будівництва в сейсмічних районах, полягає в тому, що наявний досвід і діючі в багатьох країнах норми проектування з сейсмостійкого будівництва ґрунтувалися на досвіді аналізу наслідків землетрусів для будівель невеликої поверховості - вони не відносяться до споруд, загальна висота яких становить понад 50 - 75 м [2]. Як правило, для визначення сейсмічних навантажень ці норми ґрунтуються на спектральної теорії сейсмостійкості та врахуванні невеликої кількості форм власних коливань для визначення сейсмічних навантажень на конструкції будівель. Розрахунок на акселерограми землетрусу не завжди є обов'язковим. В той же час, врахування вищих форм коливань для висотних будівель може мати визначальне значення при оцінці їх сейсмостійкості.

Проаналізовано положення нормативних документів [3, 4] щодо особливостей проектування багатоповерхових та висотних житлових і громадських будівель у сейсмічних районах України.

Розглянуто варіанти багатоповерхової житлової будівлі різної поверховості (8, 16 та 24 поверхи), що проектується для будівництва у сейсмічному районі – м. Чернівці. Будівлю запроектовано за рамно-в‘язевою конструктивною схемою із використанням монолітного залізобетонного безригельного каркасу; фундаменти – пальові із плитним ростверком.

На основі розрахунку варіантів моделей з використанням програмного комплексу «Ліра», отримано параметри напружено-деформованого стану (НДС) несучих конструкцій при впливі основних та аварійних сполучень навантажень (із врахуванням сейсмічного впливу інтенсивністю 7 балів). Порівняння розрахункових параметрів сейсмічної реакції (частот та форм коливань, перекосів поверхів) та НДС, отриманих для моделей різної поверховості, дозволило оцінити вплив вищих форм коливань на сейсмічну реакцію будівель та характеристики окремих несучих конструкцій. Показано, що врахування вищих форм коливань має визначальне значення при оцінці сейсмостійкості багатоповерхових будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
2. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость высотных зданий и сооружений.- Киев, 2015. – 584 с.
3. ДБН В.2.2-24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.
4. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р. – 117 с.

УДК 699.841

Андрухов В. М.
Томащук М. Ю.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЙ ЕЛЕМЕНТІВ БЕЗРИГІЛЬНОГО КАРКАСУ НА СЕЙСМІЧНІ ВПЛИВИ ЗА ПРЯМИМ ДИНАМІЧНИМ РОЗРАХУНКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано підходи до вибору параметрів та кількості розрахункових акселерограм, необхідних та достатніх для виконання розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи за прямим динамічним методом. На основі аналізу результатів тестових розрахунків тривимірної комп'ютерної моделі безригельного каркасу багатоповерхової залізобетонної будівлі, з використанням програмного комплексу «ЛІРА» методом прямого динамічного розрахунку, виконання порівняння параметрів напружено-деформованого стану конструкцій та сейсмічних реакцій при впливі набору можливих акселерограм.

Ключові слова: сейсмічний вплив, багатоповерхова будівля, прямий динамічний метод, розрахункова акселерограма, напружено-деформований стан

Abstract

The approaches to the selection of design accelerograms parameters and number necessary and sufficient to calculate the buildings and structures for seismic impacts using the direct dynamic method are analyzed. The parameters of the structures stress-strain states and seismic responses under the influence of possible accelerograms set are compared based on the results analysis of the test calculations of a three-dimensional computer model of a multi-storey reinforced concrete building girderless frame using the direct dynamic calculation method with the "LIRA" software.

Keywords: seismic impact, multi-story building, time-history analysis, calculated accelerogram, stress-strain state

Нормативні документи з сейсмостійкого будівництва багатьох країн регламентують застосування в якості основного, спектральний метод визначення сейсмічних навантажень на будівлі і споруди. В Україні за основу приймаються графіки спектральних коефіцієнтів динамічності β(T) [1], при побудові яких використовуються інструментальні записи коливань ґрунту, отримані за допомогою сейсмостанцій, а також, синтезовані на їх основі акселерограми.

Головною перевагою даного підходу є те, що графіки спектральних коефіцієнтів динамічності відображають досвід багатьох землетрусів, і чим більше їх було враховано при побудові спектра, тим менше ймовірність того, що при новому землетрусі прискорення коливань будуть перевищені. Більш того, з отриманням нових записів землетрусів спектри можуть коригуватися [2].

Аналіз наслідків руйнівних землетрусів і результатів експериментальних досліджень показує, що оцінка граничних станів будівель і споруд можлива тільки за результатами прямого динамічного розрахунку із використанням акселерограм [3]. Акселерограми широко використовують при розрахунку конструкцій з урахуванням їх нелінійної роботи, в методах врахування взаємодії споруди з основою тощо. Виконувати прямі динамічні розрахунки при проектуванні відповідальних будівель і споруд рекомендують нормативні документи [1, 4].

В даний час склалося два протилежних підходи до проблеми вибору розрахункових акселерограм. Відповідно до першого, який підтримується сейсмологами, розрахункова акселерограма має максимально відображати реальні умови на майданчику будівництва [5].

Інший інженерний підхід виходить з того, що розрахунковий вплив має бути найбільш небезпечним для конструкцій, що забезпечується, насамперед, близькістю частот сейсмічного впливу і частот власних коливань будівель і споруд.

Проаналізовано положення нормативних документів, вітчизняних та закордонних наукових публікацій щодо особливостей вибору параметрів та кількості розрахункових акселерограм, необхідних для виконання розрахунку будівель і споруд на сейсмічні впливи за прямим динамічним методом.

Розглянуто багатоповерхову житлову будівлю з рамно-в‘язевою конструктивною схемою із використанням монолітного залізобетонного безригельного каркасу, що проектується для будівництва у сейсмічному районі України. На основі розрахунку просторової комп’ютерної моделі з використанням програмного комплексу «ЛІРА», отримано параметри напружено-деформованого стану (НДС) несучих конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 балів, заданому у вигляді акселерограм, рекомендованих ДБН В.1.1-12 [1]. Виконано порівняння параметрів сейсмічної реакції (частот та форм коливань, перекосів поверхів) та НДС конструкцій, отриманих за результатами прямого динамічного розрахунку із використанням набору акселерограм із різними переважаючими періодами коливань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р. – 117 с.
2. Бирбраер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. - СПб.: Наука, 1998. – 448 с.
3. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. В двух частях. – К: Гудименко С.В., 2008. – 480 с.
4. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT).
5. Кендзера А.В., Семенова Ю.В. Расчетные акселерограммы для прямого динамического метода определения сейсмических нагрузок// Геофизический журнал № 4, Т. 41- К.: Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, 2019. – с. 210-216.

УДК 681.12

R. Šadzevičius
V. Gurskis

INVESTIGATION OF THERMAL CONDUCTIVITY OF CONCRETE COMPOSITES WITH HEN FEATHERS AND SHEEP WOOL

Vytautas Magnus university

Introdution

In order to reduce the energy consumption of buildings, it is necessary to increase the energy efficiency of the component elements of the building, both in their production and in operating conditions [7]. In order to build environmentally friendly, energy efficient and affordable buildings, it is expedient to connect agricultural and construction industries [1]. Environmentally friendly buildings can be built when renewable resources are used [8]. Renewable resources such as hemp, flax, jute straw, various types of wood, wool are increasingly used in the production of thermal insulation materials [2,3,4,9].

Testing methodology

The production of composites from hen feathers and sheep wool raw materials was carried out in the following stages: material preparation, determination of material density and thermal conductivity, fiber mixing, fiber mixture forming, sample preparation, treatment by heat and determination of thermal conductivity. Preparation of the materials is illustrated in Figure 1.

Figure 1. Preparation of sheep wool

The thermal conductivity of the materials was investigated by the constant heat flow method according to LST EN 12667: 2002 [5] and LST EN 12939: 2002 [6]. The computerized thermal conductivity measurement device LaserComp FOX 200 was used for testing (Figure 2).

Figure 2. The computerized thermal conductivity measurement device - heat flow meter LaserComp FOX 200

Device characteristics:

Size of the samples

♣ Base dimensions of samples: 200 × 200 mm;

♣ Thickness up to 51 mm.

Temperature range - -20 ° C ... 75 ° C.

The accuracy of the temperature is ± 0.01 ° C.

The accuracy of the coefficient of absolute thermal conductivity is ± 2%.

The reproducibility is ± 0.5%.

The thermal conductivity coefficient range is 0.005 ... 0.35 W / (m·K). .

The heat flow meter LaserComp FOX 200 is accurate, easy to use and designed to measure thermal conductivity in accordance with LST EN 12667: 2002, ASTM C518 and ISO 8301. The device incorporates two thin film heat transducers, digital gauges for thickness measurements and control device for the temperature. LaserComp FOX 200 is a versatile device and is particularly suitable for measuring the thermal conductivity of porous materials. The principle of device measurements are based on solid-body cooling / heating. The thickness is measured with an accuracy of 0,025 mm.

Hens' feathers and sheep's wool fibers were subjected to test for thermal conductivity. The wool was sprayed with water, mixed with lime in various proportions (Figure 3).

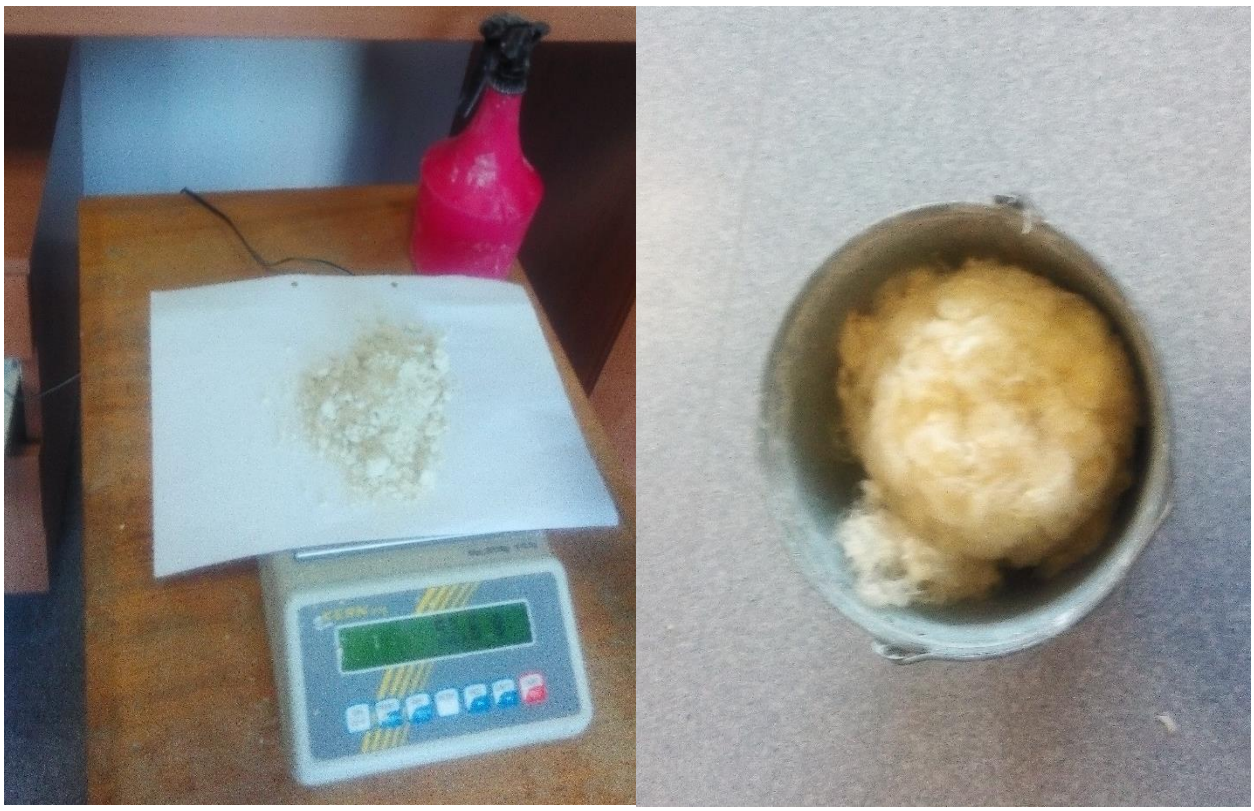


Figure 3. The wool was sprayed with water and the lime was weighed

Prepared specimens were dried in the oven (Figure 4).

Figure 4. Drying of the prepared samples

Test results

The thermal conductivity coefficient of the raw materials was determined using the heat flow meter LaserComp FOX 200 (Table 1).

Table 1. Density and thermal conductivity of loose feathers and sheep wool

Material	Density in kg/m^3	Thermal conductivity W/(m·K)
Feathers	89.85	0.0330
Wool	54.12	0.0361

The composition of composites made from hen feathers and hydraulic lime is presented in Table 2.

Table 2. Compositions of heat-insulating materials composite made of hen feathers and hydraulic lime

Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
P/K=1:1	Feathers P	69.5
Feathers **P**/ Lime **K**	Lime K	69.5
	Water	139.0
	Sum (density of forming mass)	278.0
Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
P/K=1:0.75	Feathers P	70.5
	Lime K	52.9
	Water	123.3
	Sum (density of forming mass)	246.7
Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
P/K=1:0.5	Feathers P	69.6
	Lime K	34.8
	Water	104.4
	Sum (density of forming mass)	208.9
Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
P/K=1:0.25	Feathers P	76.4
	Lime K	19.1
	Water	95.5
	Sum (density of forming mass)	191.0

The composition of sheep wool and hydraulic lime composites is shown in Table 3.

Table 3. Compositions of heat-insulating materials composite made of sheep's wool and hydraulic lime

Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
V/K=1:1	Wool V	56.1
Wool **V**/ Lime **K**	Lime K	56.1
	Water	112.2
	Sum (density of forming mass)	224.4
Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
V/K=1:0.75	Wool V	64.3
	Lime K	48.2
	Water	112.6
	Sum (density of forming mass)	225.1
Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
V/K=1:0.5	Wool V	58.8
	Lime K	29.4
	Water	88.2
	Sum (density of forming mass)	176.4
Notation of composition	Components	Volume in kg per m^3
V/K=1:0.25	Wool V	58.1
	Lime K	14.5
	Water	72.6
	Sum (density of forming mass)	145.2

The density and thermal conductivity test results for composites made of hens' feathers and hydraulic lime (Figure 5) and sheep's wool and hydraulic lime (Figure 6) according to LST EN 12667: 2002 are given in Tables 4 and 5.

Figure 5. Composites made of hens' feathers and hydraulic lime

Table 4. Natural density (volumetric mass) and coefficient of thermal conductivity of air dry heat-insulating materials composite made of feathers and hydraulic lime

Notation of composition	Natural density (volumetric mass) kg/m^3	Coefficient of thermal conductivity W/(m·K)
P/K=1:1	134.0	0.0431
P/K=1:0.75	124.7	0.0431
P/K=1:0.5	100.8	0.0385
P/K=1:0.25	93.5	0.0382

Figure 6. Composites of sheep 's wool and hydraulic lime

Table 5. Natural density (volumetric mass) and coefficient of thermal conductivity of air dry heat-insulating materials composite made of sheep's wool and hydraulic lime

Notation of composition	Natural density (volumetric mass) kg/m^3	Coefficient of thermal conductivity W/(m·K)
V/K=1:1	112.0	0.0408
V/K=1:0.75	108.7	0.0390
V/K=1:0.5	83.0	0.0379
V/K=1:0.25	72.0	0.0364

The dependencies between the composition and coefficients of thermal conductivity for composites made of hens' feathers with hydraulic lime and sheep wool with hydraulic lime are shown in Fig. 7.

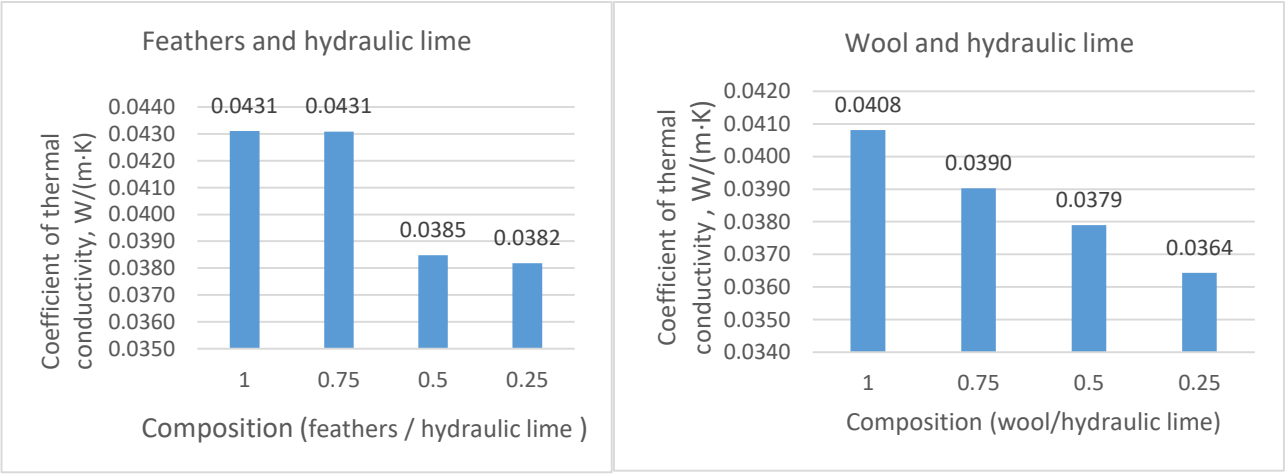


Figure 7. The dependencies between the composition and coefficients of thermal conductivity for composites made of hens' feathers with hydraulic lime and sheep wool with hydraulic lime

According to the results presented in Fig. 7. higher content of hydraulic lime has a greater influence on the coefficients of thermal conductivity for composite made from hens' feathers and hydraulic lime. The coefficient of thermal conductivity increased significantly from 0.0385 W / (m · K) to 0.0431 W / (m · K), then the

composition was changed from P / K = 1: 0.5 to P / K = 1: 0.75 and P / K = 1: 1). The coefficient of thermal conductivity increases from 0.0364 W / (m · K) to 0.0408 W / (m · K) as the composition changes from V / K = 1: 0.25 to V / K = 1: 1. The lowest coefficient of thermal conductivity is then composite was made from sheep wool and hydraulic lime ratio of 1: 0.25.

The dependencies of density and coefficients of thermal conductivity for composites made from hens' feathers with hydraulic lime and sheep wool with hydraulic lime are shown in Fig. 8.

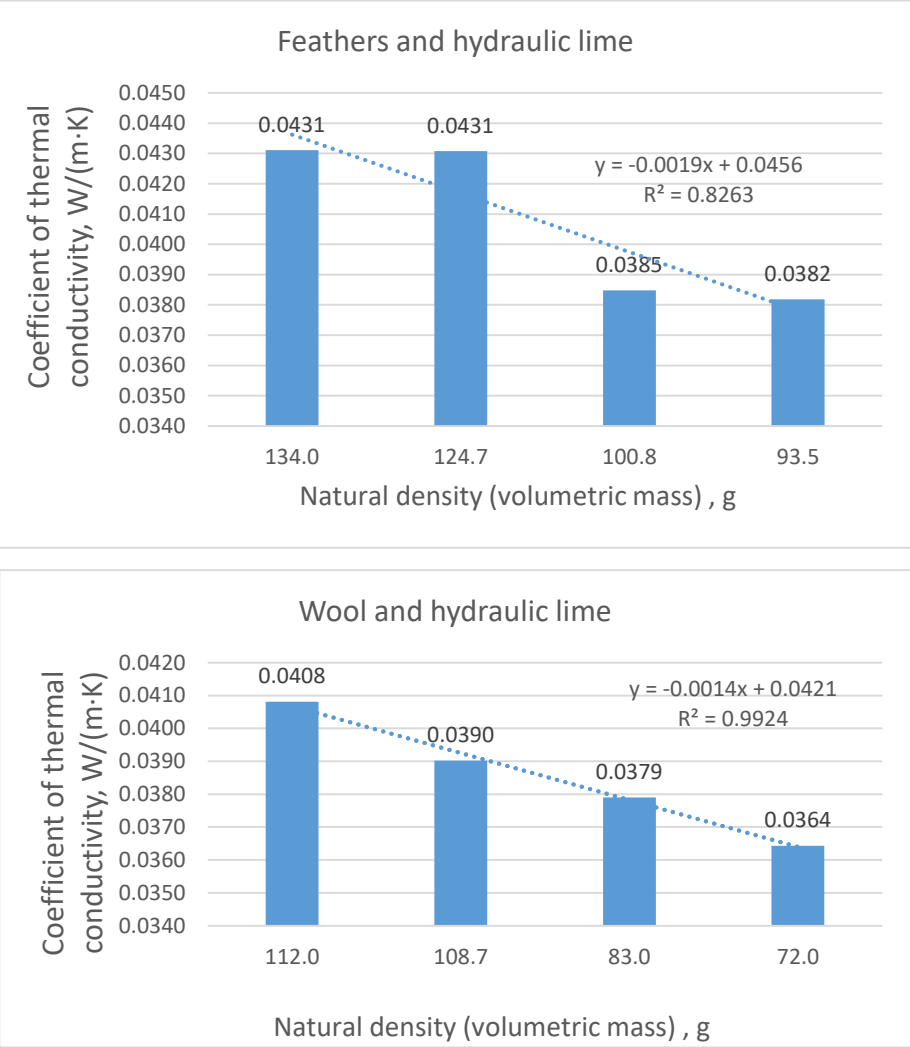


Figure 8. The dependencies of density and coefficients of thermal conductivity for composites made from hens' feathers with hydraulic lime and sheep wool with hydraulic lime

According to the results presented in Figure 8. higher densities were found for composites made from hen feathers and hydraulic lime (natural density 134.0 g at P / K = 1: 1 and 124.7 g at P / K = 1: 0.75). The coefficient of thermal conductivity of composites made from hen feathers and hydraulic lime were higher than those composites made from of sheep wool and hydraulic lime.

The coefficient of thermal conductivity increases from 0.0364 W / (m · K) to 0.0408 W / (m · K) for sheep wool and hydraulic lime as the density increases from 72.0 g at V / K = 1: 0.25 to 112.0 g at V / K = 1: 1). The dependence is reliable - $R^2 = 0.9924$, which indicates that the coefficient of thermal conductivity is directly dependent on the density.

Conclusions and recommendations

The coefficient of thermal conductivity of composites made from hen feathers and hydraulic lime or composites made from sheep wool and hydraulic lime is directly dependent on the density, i.e. with increasing density (lime content) the coefficient of thermal conductivity increases.

Higher densities are found in composites made from hen feathers and hydraulic lime at a composition of 1: 0.25 - a difference between different composite densities is 23.02%.

The results of the thermal conductivity study show that composites made from hen feathers and hydraulic lime have the highest conductivity - the coefficients of thermal conductivity at the composition Feathers **P**/ Lime **K** = 1: 0.75 or Feathers **P**/ Lime **K** = 1: 1 are 0.0431 W/(m·K).

The composites made from sheep wool and hydraulic lime at the composition Wool **V**/ Lime **K** = 1: 0.25 have the lowest conductivity, the coefficients of thermal conductivity are 0.0364 W/(m·K).

The largest differences in the coefficients of thermal conductivity were found at the composite composition of 1: 0.75 - the difference between coefficients of thermal conductivity of the different composites was 9.42%.

Composites made from hen feathers with hydraulic lime or composites of sheep wool with hydraulic lime should be used in the construction of agricultural buildings where thermal insulation properties of the materials are required, e.g. installation of partitions. These composites are characterized by low cost, easy manufacturing, low density and so on. Also important and exceptional properties are that these materials are renewable and biodegradable. Hens' feathers and sheep's wool are environmentally friendly and usage them in the composites provide an alternative way to manage agricultural waste.

Literature

[1] Bruijna, P. B.; Jeppssona, K. H.; Sandinb, K.; Nilssona, C. Mechanical properties of lime-hemp concrete containing shives and fibres. *Biosystems Engineering* 103: 474479. 2009.

[2] Chandana, E.; Hussian, Dr. S. A. Thermal conductivity Charakterization of Bam- boo fiber reinforced in Epoxy Resin. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*. 9(6). 2013, pp.7-14.

[3] Chandranohan, D.; Marimuthu, K. A review on natural fibers, *The International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*. 8(2). 2011, pp 194-206.

[4] Gonzalez-Garcia S.; Luo L.; Moreira M.; Feijoo G.; Huppes G. Life cycle assessment of hemp hurds use in second generation ethanol production. *Biomass and Bioenergy*. 36. 2012, pp. 268-279.

[5] LST EN 12667:2002 Šiluminės statybinių medžiagų ir gaminių savybės. Šiluminės varžos nustatymas apsaugotos karštosios plokštės ir šilumos srauto matuoklio metodais. Didelės ir vidutinės šiluminės varžos gaminiai.

[6] LST EN 12939:2002 Šiluminės statybinių medžiagų ir gaminių savybės. Šiluminės varžos nustatymas apsaugotos karštosios plokštės ir šilumos srauto matuoklio metodais. Stori didelės ir vidutinės šiluminės varžos gaminiai.

[7] Manohour, K. 2012. Renewable Building Thermal Insulation - Oil Palm Fibre, *International Journal of Engineering and Technology* 2, pp. 475-479.

[8] Mora, E. P. Life cycle, sustainability and the transcendent quality of building materials. *Building and Environment*, 42. 2007, pp.1329-1334.

[9] Zach. J.; Brozovsky, J.; Gailius, A. Utilization of alternative raw material sources from agriculture from the production of insulating materials, *The 8th International Conference*. 2011, pp.461-464.

R. Šadzevičius
V. Gurskis

Investigation of thermal conductivity of concrete composites with hen feathers and sheep wool

Vytautas Magnus University

The thermal conductivity of composites made from hen feathers with hydraulic lime and composites made from sheep wool with hydraulic lime was investigated in this study. The coefficient of thermal conductivity of composites is directly dependent on the density (lime content). Higher densities are found in composites made from hen feathers and hydraulic lime at a composition of 1: 0.25 - a difference between densities is 23.02%. The results of the thermal conductivity study show that composites made from hen feathers and hydraulic lime have the highest conductivity. The composites made from sheep wool and hydraulic lime at the composition Wool V/ Lime K = 1: 0.25 have the lowest conductivity, the coefficients of thermal conductivity are 0.0364 W/(m·K). Composites made from hen feathers with hydraulic lime or composites of sheep wool with hydraulic lime should be used in the construction of agricultural buildings where thermal insulation properties of the materials are required.

Keywords: composites, thermal conductivity, hen feathers, sheep wool.

Raimondas Šadzevičius Cheslovivych — assoc. prof., Vytautas Magnus university, e-mail: raimondas.sadzevicius@vdu.lt;

Vincas Gurskis — assoc. prof., Vytautas Magnus university, e-mail: vincas.gurskis@vdu.lt;

УДК699.86

В. М. Андрухов
В. Л. Борецький

ДОСВІД ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРИКЛАДІ МУНІЦИПАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ У ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз розробленої проектної документації з термомодернізації загальноосвітніх шкіл та дитячих дошкільних закладів м. Вінниці. В матеріалах тез приведено результати аналізу проектних рішень з термомодренізації на прикладі дошкільного навчального закладу №75 та характеристики архітектурно-конструктивних та рішень мереж з інженерного забезпечення будівлі, а також аналіз інженерних заходів, які не впливають безпосередньо на підвищення енергоефективності.

Ключові слова:

Енергоносії, вартість, енергозбереження, муніципальні заклади, модернізація, ДБН, термомодернізація, тепловтрати.

Abstract:

The analysis of the developed project documentation on thermomodernization of secondary schools and preschool institutions of Vinnitsa is carried out. The results of the analysis of design solutions for thermal drainage on the example of preschool educational institution No. 75 are presented in the materials of theses, and characteristics of architectural and structural solutions of building engineering networks, as well as analysis of engineering activities that do not affect directly on energy efficiency.

Keywords:

Energy, cost, energy saving, municipal institutions, modernization, DBN, thermo-modernization, heat losses.

Вступ

Станом на сьогоднішній день, левова частка в оплаті комунальних послуг становить вартість енергоносіїв і подальше їх зростання, неминуче. Тому підвищення вартості енергоносіїв спонукає до пошуків шляхів зниження енергоспоживання населенням.

За оцінками експертів сфера житлово-комунального господарства – одна з найбільш енергоємних. Близько 70 тис. бюджетних закладів, 80 тис. багатоповерхівок, 6,5 млн приватних домогосподарств потребують термомодернізації. Для термомодернізації всіх цих будівель потрібно щонайменше 50 млрд доларів. Потенціал скорочення споживання газу становить 8 млрд м^3. Для вирішення цього питання впроваджується практика європейських країн: механізми співфінансування енергоефективних заходів, енергосервіс, енергоменеджмент тощо [1-3].

Приведення існуючої будівлі лише до мінімальних сучасних вимог по утепленню та вимогам до інженерних систем, дозволяє заощадити 50-60% на опаленні та гарячому водопостачанні. Процес термомодернізації починають з енергоаудиту, в результаті якого має бути визначений комплекс заходів щодо підвищення енергоефективності, етапи і послідовність їх здійснення, терміни окупності.

Якщо ми кажемо про учбовий заклад, скажімо, про ДНЗ, то більшість з них були побудовані за радянськими стандартами. Лише системний підхід до вирішення питання енергозбереження, дозволить зекономити кошти на енергоносії, при збереженні нормативних санітарних умов в середині приміщень. А бажання українців жити в екологічно чистій та зеленій країні просто зобов’язують нас перейти на економію паливно-енергетичних ресурсів.

Виконання термомодернізації загальноосвітніх шкіл та дитячих дошкільних закладів включає виконання низки заходів, які дозволять знизити енергоспоживання, а й відповідно призведуть до зменшення комунальних платежів [4-6]:

• утеплення стін, даху, суміщеного покриття та перекриття над неопалюваним підвалом і підлоги на ґрунті;

• заміна або ремонт вікон та зовнішніх дверей;

• модернізація теплового пункту при централізованому теплозабезпечення з установкою сучасних засобів автоматичного регулювання;

• модернізація або заміна системи опалення;

• модернізація або заміна системи гарячого водопостачання з застосуванням водорозбірного обладнання, що знижує споживання води;

• модернізація системи вентиляції;

• заміна індивідуального джерела теплозабезпечення на сучасний, в особливості на такий, що використовує енергію поновлюваних ресурсів, наприклад, на сонячний колектор, тепловий насос тощо. Утеплення будівлі являє собою термомодернізацію теплоізоляції зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над проїздами, а також заміною застарілих вікон і дверей на енергоефективні.

Основна частина

З 1 грудня 2018 року офіційно вступили в дію оновлені державні будівельні норми щодо теплоізоляції фасадів (ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування»), які передбачають впровадження європейських вимог до енергомодернізації фасадів [5].

Нові ДБН були розроблені Державним науково-дослідним інститутом будівельних конструкцій на заміну діючих ДБН 2008 року.

Також Мінрегіон впровадив обов’язкову енергомодернізацію шкіл та дитячих садків. Відповідні норми містяться у ДБН В.2.2-3:2018 «Будинки і споруди. Заклади освіти», які вступили в дію з 1 вересня 2018 року, та ДБН В.2.2-4-2018 «Будинки і споруди. Заклади дошкільної освіти», які вступили в дію з 1 жовтня 2018 року.

Державні будівельні норми (ДБН) – обов’язкові до виконання нормативні акти, які використовуються під час проектування нових та реконструкції існуючих будівель, кварталів, мікрорайонів відповідно до їх функціонального призначення [7].

Про необхідність нормативного запровадження комплексного підходу щодо підвищення енергоефективності об’єктів свідчить відсутність нормативного визначення термінів «термосанація» і «термомодернізація», які потенційно можуть бути складовою реконструкції і капітального ремонту об’єкту, виходячи з їх нормативного визначення. В разі законодавчого створення давно очікуваних преференцій для заходів з підвищення енергоефективності виникне проблема розподілу робіт на такі, що підвищують енергоефективність, і такі, що відновлюють експлуатаційні властивості.

Таким чином, для існуючих об’єктів житлово-громадського призначення основною проблемою забезпечення енергоефективності є комплексність реалізації заходів, нормативно визначених і розроблених на високому сучасному рівні. Чинні нормативні вимоги передбачають при новому будівництві влаштування сучасних елементів і систем опалення, гарячого і холодного водопостачання, вентиляції, але не забезпечують функції інтегрального регулювання і моніторингу енергоспоживання на поквартирному і загальнобудинковому рівні.

Необхідно звернути увагу на можливість негативного впливу окремих енергозберігаючих заходів на параметри мікроклімату житлового середовища. Так застосування сучасних енергоефективних конструкцій склопакетів відповідно до нормативних вимог знижує рівень інсоляції приміщень, що поки не враховується чинними будівельними нормами. Також суттєвою гігієнічною проблемою, обумовленою запровадженням сучасних конструкцій вікон, стало наднормативне зниження кратності вентиляційного обміну повітря, що спонукає запровадження відповідного механізму забезпечення нормативного обсягу вентиляції.

В любому випадку при проведенні термомодернізації або реконструкції зміняться властивості звичного мікроклімату та виникне необхідність рішення комплексу проблем по організації сучасного рівня екологічного життєвого простору мінімальними засобами. Лише комплексне проведення термомодернізації огороджувальних конструкцій, модернізації інженерного устаткування та організації регулювання енергоспоживання забезпечить реальну енергоефективність об’єкту.

Тому, при вирішенні проблем підвищення енергоефективності будівлі необхідно забезпечити комплексний підхід з розумінням важливості кожного компоненту запланованих заходів та їх взаємовпливу. Але забезпечення чинних нормативних вимог гарантує розрахунковий рівень питомого енергоспоживання лише за умови відповідності фактичних параметрів матеріалів огороджувальних конструкцій нормативним (використаним при розрахунках). Застосування матеріалів, з технічними характеристиками, які не в повній мірі відповідають задекларованим, наведених в будівельних нормах і стандартах і похибки при розробленні систем утеплення можуть негативно вплинути на енергоефективність будівлі та параметри мікроклімату в середині будівлі.

За умови неякісного зовнішнього покриття фасадної системи, вандальних дій щодо елементів фасаду призведе до можливості доступу вологи до утеплювача, доцільно забезпечити контроль розрахункового і фактичного зволоження огороджувальної конструкції. Основним критерієм якості властивостей огороджувальних конструкцій повинна стати стабільність експлуатаційних характеристик у період окупності проведених термоінноваційних заходів [7-9].

В цілому існуюча база будівельних норм і стандартів забезпечує закладення в проекти сучасного рівня енергоефективності об'єктів будівництва. Чинні нормативні вимоги дозволяють забезпечити рішення найбільш актуальних проблем, в т.ч. нормативне запровадження комплексності проведення заходів на об'єктах, характерне для країн ЄС, створення і запровадження системи дієвого енергоаудиту, енергоменеджменту і паспортизації, проведення заходів з формування свідомого відношення до заощадження енергоресурсів серед всіх верств населення тощо. Забезпечення сучасного рівня параметрів і якості будівельних матеріалів і виробів є необхідною умовою очікуваного підвищення енергоефективності будівельних об'єктів до європейського рівня.

Приклад дослідження

Об'єкт дослідження: Термомодернізація дошкільного навчального заклад №75 Вінницької міської ради по вул. 600-річчя, 62 м. Вінниця. (Кошторисна вартість будівництва - 17‘575‘772.00 грн.)

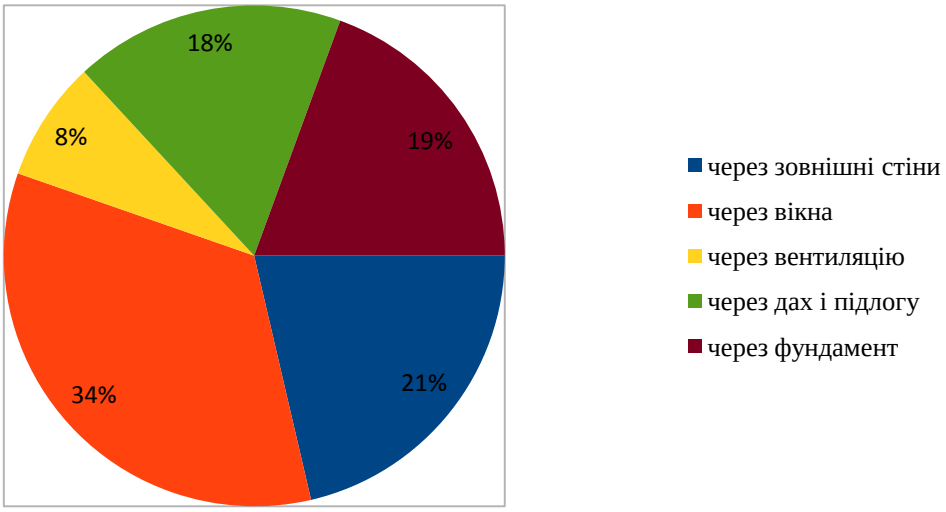


Рис. 1 - Структура втрат теплової енергії будівлею (значення в %), а саме:
тепловтрати становлять: стіни 21% (площа фасаду – 2522 м^2);
вікна 34% (площа вікон 295м^2);
покрівля 18% (площа 2110м^2);
вентиляція 8%;
фундамент 20% (площа108м^2).

Характеристика опалювальної будівлі

Будівля	Дитячий садок
Кондиціонована площа, м^2	2397,3
Конструкція	2-х поверхова будівля з неопалювальним підвалом та холодним горищем
Клас енергоефективності	F
Покупні енергоресурси	Природний газ, електроенергія, холодне водопостачання

Енергетичний паспорт розроблений в 2017 р.
Фактичне значення класу енергоефективності - F, проектне – B.

Заходи щодо підвищення енергетичної ефективності будинку та проектні вимоги.

1.Раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрів приміщень;

2. Нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень;

3. Довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будівлі.

Для утеплення зовнішніх стін прийнято мінераловатні плити товщиною 150 мм, з урахуванням конструкції існуючих стін та оздоблення по утеплювачу. Розрахункове значення опіру теплопередачі коливається в межах від 3,87 до 6,01 м^2*К/Вт, що перевищує нормативний – 3,3 м^2*К/Вт [9-11].

Існуючі вікна та двері в будівлях були різної конструкції, дерев'яні та металопластикові. Термічний опір дверних та віконних заповнень не відповідає діючим нормативам з теплоізоляції, тому проектом передбачається повна заміна вікон та дверей. Покрівля в усіх будівлях плоска, опір теплопередачі близький до 1-1,2 м^2*К/Вт. Для будівель ДНЗ запроектовано влаштування шатрової покрівлі з утепленням горищного перекриття.

А також, проектом передбачено: утеплення цокольних ділянок зовнішніх стін, утеплення плит перекриття над підвалом, утеплення горищного перекриття, нарощування висоти вентиляційних каналів та їх утеплення.

(Кошторисна вартість будівництва -18 310 355 грн.) з яких:

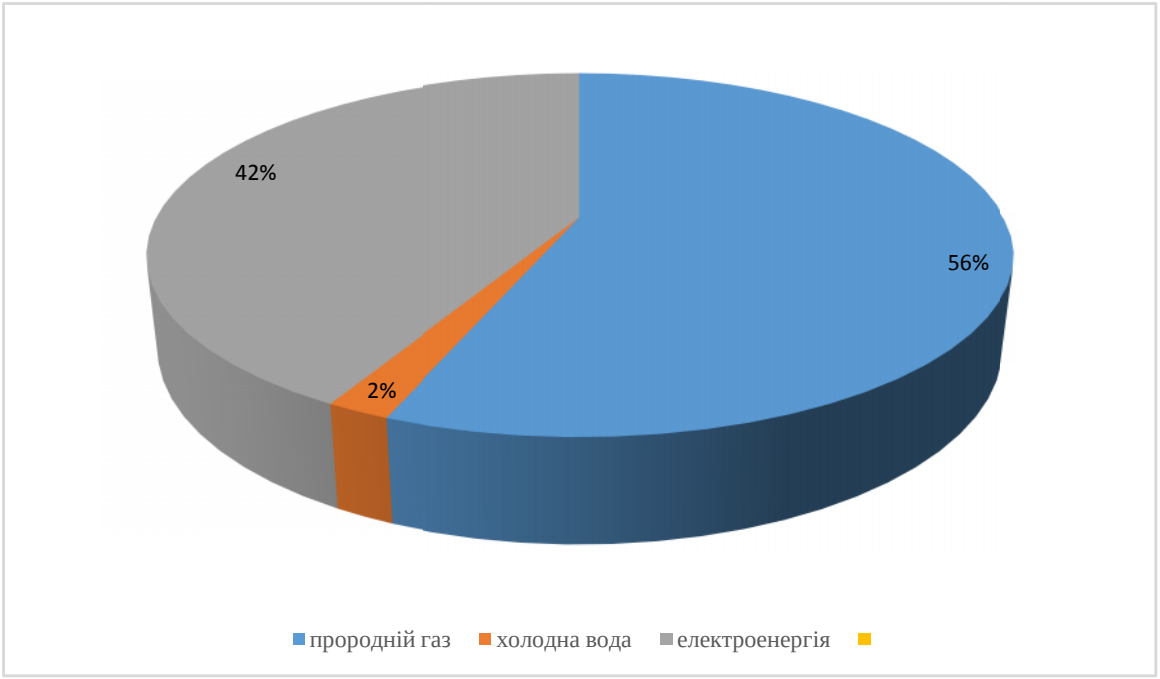
Утеплення стін 28%, заміна вікон 14%, заміна дверей 2%, утеплення плит перекриття над підвалом 9%, утеплення цоколя 8%, утеплення покрівлі 23%, нарощування висоти вентиляційних каналів та їх утеплення 6% витрачається коштів з кошторисної вартості.

Структура розподілу прогнозованої економії теплових ресурсів

Термомодернізаційний захід	*Зменшення тепловтрат
Утеплення огороджувальних конструкцій (стін, даху, перекриття над підвалом)	25-45%
Заміна вікон на герметичні	25-47%
Комплексна модернізація внутрішньої системи опалення	10-25%

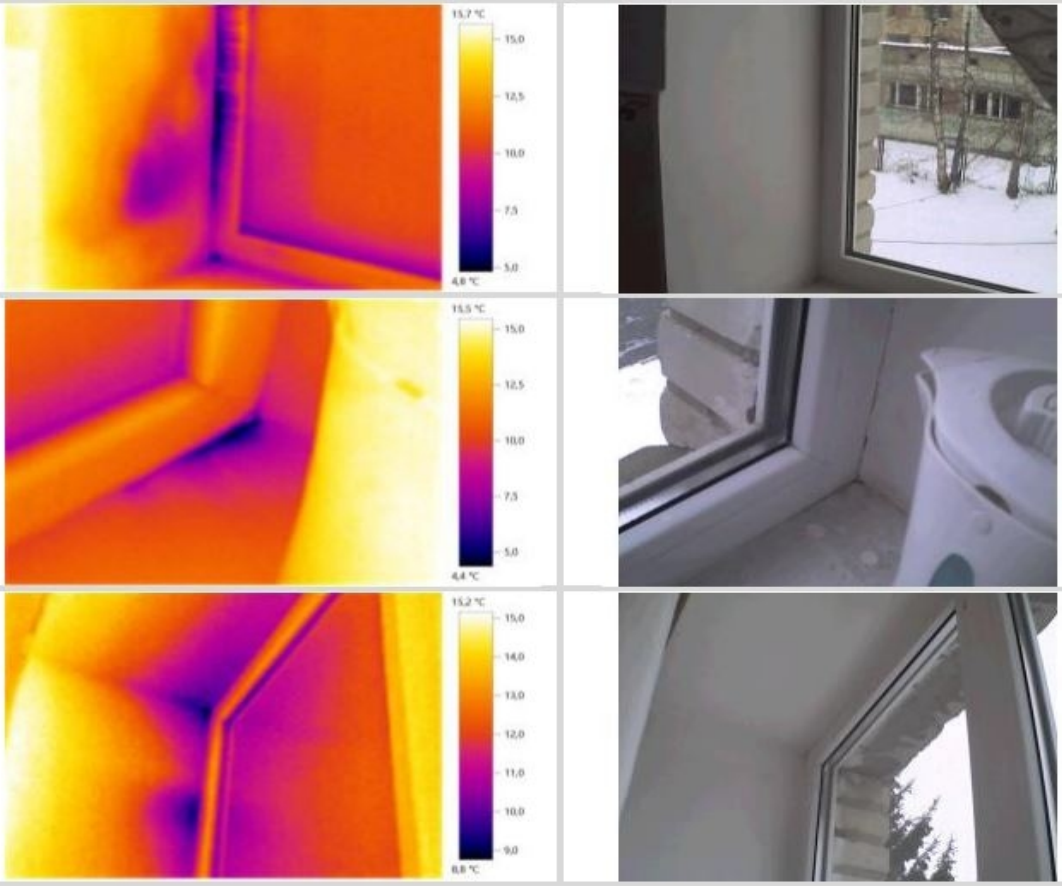
*прогнозований відсоток зменшення тепловтрат

Структура грошових витрат на енергоресурси (значення в %)

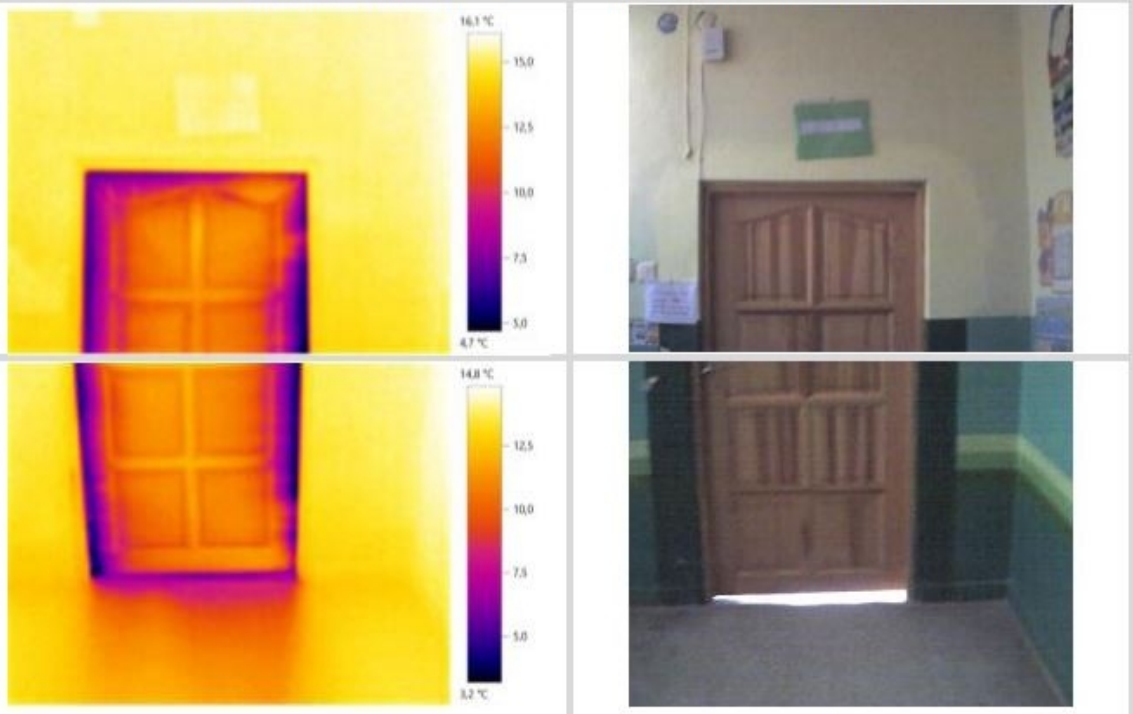


Тепловізійна зйомка

Проникнення зовнішнього повітря крізь щілини у відкосах вікон через зруйновану монтажну піну



Інфільтрація повітря крізь двері – відсутні ущільнювачі та поріг



Реалізація робіт за проектними рішеннями з термомодернізації

Запроектовані заходи з термомодернізації дозволять суттєво знизити витрати енергоносіїв та покращити мікроклімат приміщень освітніх закладів. При проектуванні термомодернізації будівель варто особливу увагу звертати на питомі тепловитрати до та після реконструкції, оскільки лише забезпечення нормативного опору теплопередачі огороджувальних конструкцій не гарантує забезпечує достатнього класу енергоефективності будівлі.

Прогнозовані показники в дитячому садочку, в порівнянні з аналогічним періодом, наступні:

економія споживання теплової енергії складає 58,2 Гкал або 68,9%;

економія фінансових ресурсів на оплату тепла складає 125 690 грн.

Фінансування проекту термомодернізації дошкільних закладів відбувається за рахунок коштів місцевого бюджету з дотриманням процедур тендеру.

Відповідно до вказаних у тендерній документації умов, реконструкція проводиться з метою зменшення споживання енергоресурсів, збільшення надійності основних конструктивних елементів, створення комфортних умов для проведення навчально-виховного процесу заради безпеки життя та здоров’я дітей.

В дитсадку протягом 2019 року будуть виконувати роботи, які пов’язані з термомодернізацією. Виконати всі роботи в закладі необхідно до вересня наступного року.

Висновок

Отже, було проведено аналіз забезпеченості нормативного поля (наявність та узгодженість ДБНів), визначено заходи реалізація яких, є необхідною для забезпечення нормативних параметрів при термомодернізації загальноосвітніх шкіл та дитячих дошкільних закладів, а також за акцентовано увагу на необхідності комплексного підходу до реалізації заходів з термомодернізації.

На прикладі дошкільного навчального закладу №75 виконано структурування, з оцінкою параметрів, заходів з термомодернізації. Визначено основні складові конструктивної системи зовнішньої оболонки, які призводять до тепловтрат, а також приведені характеристика опалювальної будівлі, після реалізації заходів з термомодернізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Використання енергозберігаючих технологій в країнах ЄС: досвід для України // http://old.niss.gov.ua/Monitor/March2010/19.htm.

2. ДБН В.2.6-31:2016. «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».

3. Нечепорчук А.А. Нормирование утепления зданий в Украине. Достижения и проблемы // Жилищное строительство. 2007. № 12. С. 2-4.

4. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 "Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків"

5. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією – К. : Мінрегіонбуд України, 2018. – 19 с.

6. Панкевич В. В. Термомодернізація будівель шкіл та дошкільних установ в м. Вінниці [Електронний ресурс] / В. В. Панкевич, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3019.

7. https://radnuk.com.ua/publications/articles/articles-1_11042.html.
8. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016.
9. Ратушняк, О. Г. Управління змістом інноваційних проектів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк – Вінниця: ВНТУ, 2010.–128 с.
10. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118. http://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/viewFile/315/313

Борецький Василь Леонідович — студент, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, boretskyiVL@vmr.gov.ua

Науковий керівник: Андрухов Валерій Михайлович – к.т.н., доцент кафедри БМГА, член-кореспондент академії будівництва України, заст. завідувача кафедри, очолює роботу СПКБ «ВІННИЦЯ-XXI».

Boretsky Vasyl— student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, boretskyiVL@vmr.gov.ua

Supervisor: **Valeriy Andruchov** Ph.D., Associate Professor, BMGA Chair, Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Assist. Head of the department, heads the work of SPKB "VINNYTSYA-XXI".

УДК 698.7

В. В. Багрій
Д. О. Москаленко
О. В. Христич

ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ В ТЕПЛОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЗОВНІШНІХ ОБОЛОНОК ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Обґрунтовано передумови запровадження інженерно-технічних заходів з термомодернізації огороджувальних конструкцій існуючих будівель. Запропоновано варіанти конструкції теплоізолювального покриття зовнішніх стін з улаштуванням вентильованого фасаду. Підтверджено вплив товщини повітряного прошарку на величину тепловтрат з опалювального приміщення.

Ключові слова: *термомодернізація, енергоефективність, огороджувальні конструкції.*

Abstract

The prerequisites for the introduction of engineering and technical measures for the thermal modernization of enclosure structures of existing buildings are substantiated. The variants of design of a thermal insulation covering of external walls with arrangement of the ventilated facade are offered. The influence of the thickness of the air layer on the value of heat losses from the heating room was confirmed.

Keywords: *thermo-modernization, energy efficiency, fencing structures*.

Вступ

Скорочення витрат енергетичних ресурсів для забезпечення потреб об'єктів житлово-комунального господарства є однією з найважливіших стратегічних задач для економіки України. Загальний обсяг об'єктів житлового фонду України складає приблизно 1 млрд. м^2, так на початок 2019 року він становив 984,833 млн. м^2 загальної площі. В загальній структурі житлових об'єктів на міські поселення приходиться 63,9% загальних площ, решту відповідно становить сільські поселення [1-2].

Основна частина

В структурі існуючого житлового фонду загальна кількість об'єктів, побудованих індустріальними методами в 60-і роки минулого століття за проектами перших масових серій, перевищує 25 тисяч загальною площею майже 72 млн. м^2, з них 47% складають будівлі панельного типу, 50% – будівлі з цегляними стінами 3% – будинки зведені з використанням збірних крупноблочних елементів. Проблемні питання їх подальшої експлуатації з роками загострюються, як через втрати експлуатаційної надійності окремих несучих елементів будівель, так і через високі показники експлуатаційних енерговитрат [2-3].

Основним показником енергоефективності житлового будинку є витрати енергоносіїв для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату всередині приміщень. Періодичні зміни нормованих показників енергоефективності елементів будівель, які запроваджуються на вимогу часу в будівельному законодавстві, призвели до зростання технічно-нормованих величин коефіцієнта термічного опору для зовнішніх стін до 3.3 м^2·ºС/Вт. Невідповідність вимогам сучасних теплотехнічних параметрів об'єктів «застарілої забудови», для яких термічний опір зовнішніх стін ледве досягає 2.5 м^2·ºС/Вт, потребує запровадження організаційно-технічних заходів по термомодернізації житлових об'єктів. Для таких об'єктів тепловитрати через огороджувальні конструкції будинків складають до 70% всіх загальних витрат на енергопостачання, з них основна доля втрат приходиться на зовнішні стіни [3-4].

Аналізуючи структуру експлуатаційних енерговитрат, цілком очевидним є той факт, що термомодернізація зовнішніх огороджувальних конструкцій будівлі забезпечить значну економію

енергетичних ресурсів і разом з тим створення нормованих параметрів мікроклімату всередині приміщень. Зовнішня теплоізоляція огороджувальних конструкцій помітно скорочує перенесення тепла з внутрішніх приміщень назовні. Температурні потоки зсередини приміщення проникають у огороджувальну конструкцію і частково гальмуються (поглинаються) в масиві. Залишкове тепло кам'яних конструкцій стіни також запобігає виникненню негативних процесів, пов’язаних з замерзанням рідин в інженерних системах внутрішнього опалення і водопроводу, які як правило розташовані впродовж зовнішніх несучих стін.

Серед регламентованих нормативами (ДБН В.2.6-33-2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації) вимог щодо зовнішнього утеплення стін будівель найбільш поширеними є технології «мокрого» і «вентильованого» оздоблення фасадів. Методика проектування інженерно-технічних рішень зовнішнього оздоблення передбачає обґрунтування теплотехнічних параметрів огороджувальної конструкції шляхом підбору матеріалі за теплоізолювальними властивостями і їхніх геометричних показників. При цьому враховують, що основне навантаження «енергоефективного» матеріалу, функцію опору теплопередачі приймає на себе внутрішній шар огороджувальної конструкції (стіна). Слід враховувати, що потенційна проблема, яка може виникнути при експлуатації будівлі може бути пов’язана зі значними показниками паропроникності масиву стіни, при цьому теплопровідність стіни зростає, а при заморожуванні конденсованої в порах вологи може відбуватись руйнування оздоблювального шару.

Одним з раціональних шляхів проектування теплозахисного покриття зовнішніх стін будівлі є влаштування вентильованого фасаду. Тобто залишки підігрітого зсередини повітря разом з водяними парами будуть тимчасово знаходитись в повітряному прошарку, а по мірі втрати температури масивом стіни вони можуть знову перемістити в конструкцію. Конденсаційні процеси повітряної вологи не будуть відбуватись в повітряному прошарку через належну теплоізоляцію ззовні. Дослідження методики проектування елементів вентильованого фасаду в структурі інженерно-технічних рішень по термомодернізації існуючого житлового будинку передбачали порівняння теплотехнічних показників традиційного «мокрого» оздоблення і показників для вентильованого фасаду. За основу проектування було прийнято конструкцію зовнішньої стіни, яка б задовільнила нормованим вимогам термічного опору. Характеристики зовнішньої огороджувальної конструкції і результати розрахунків теплотехнічних параметрів наведено на рисунку.

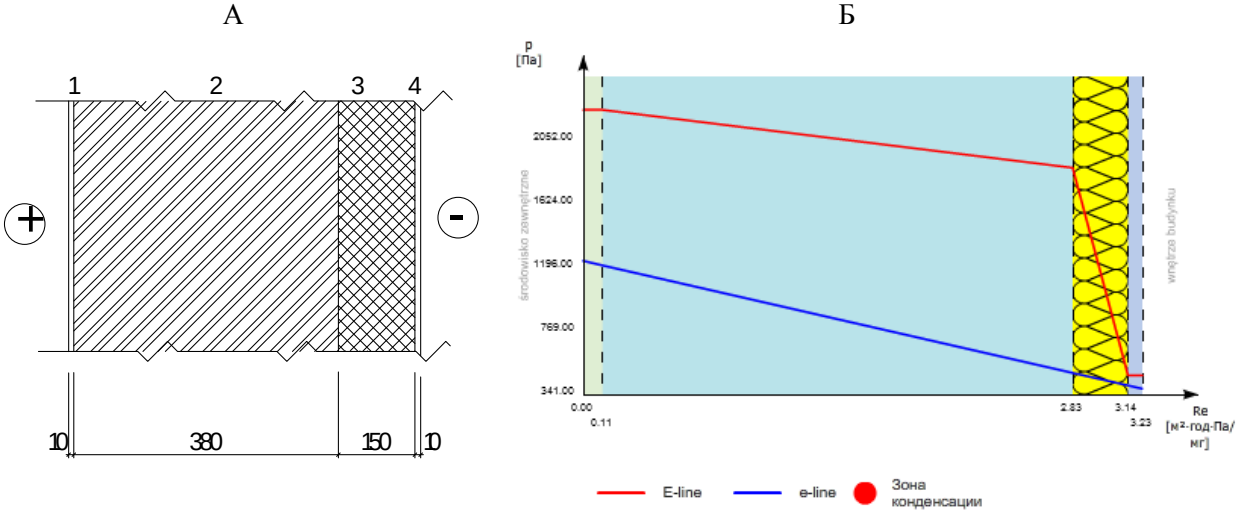


Рисунок 1. – Термомодернізована конструкція зовнішньої стіни (А) і графічна інтерпретація результатів теплотехнічного розрахунку (Б): 1 – внутрішній оздоблювальний шар штукатурки;2. – стіна з керамічної повнотілої цегли; 3 – утеплювач з мінеральної вати; 4 – шар зовнішнього оздоблення.

За результатами теплотехнічного розрахунку в умовах забудови для II кліматичного району розрахункове значення показника термічного опору конструкції зовнішньої стіни становить R=4,27 м^2·К/Вт, що відповідає нормованим вимогам 3.3 м^2·К/Вт. Для проведення подальших досліджень впливу повітряного прошарку на теплотехнічні показники конструкції було прийнято за основу

наведені на рис. 1 конструктивні характеристики шарів. Вивчення впливу повітряних включень і складі конструкції стіни проводились для різних товщин прошарку повітря. Так товщина прошарку між поверхнею стіни і внутрішньою поверхнею утеплювача варіювалась в межах від 20мм до 100 мм з кроком 20 мм. Прийняті межі прошарку зумовлені можливими способами конструктивного виконання оздоблювально-ізолювального покриття і умовами забезпечення експлуатаційної надійності конструкції. Розрахунок теплотехнічних параметрів огороджувальної конструкції виконувались в програмному комплексі «ROCKPROJECT», методика адаптована до вимог ДБН В.2.6.-31-2016 «Теплова ізоляція будівель», результати розрахунку наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунку теплотехнічних властивостей варіантів зовнішньої огороджувальної конструкції несучої стіни.

Товщина повітряного прошарку, мм	20	40	60	80	100
Показник термічного опору, $м^2$·К/Вт	4.635	4.932	5.324	5.624	5.835
Відносний показник зменшення тепловтрат порівняно з базовим варіантом, %	8.5	15.5	22.4	31.5	36.6

Аналізуючи отримані результати розрахунково-аналітичних досліджень можна стверджувати, що влаштування повітряного прошарку в теплоізолювальному покритті конструкції зовнішньої стіни забезпечить зменшення тепловтрат в приміщенні. Крім того приймаючи до уваги, що з зовнішньої сторони по відношенню до повітропроникності від «+» до «–», поверхня утеплювача герметична, можна стверджувати про наявність «нульових» температури прошарку в зовнішнє середовище. Наявність повітряного прошарку сприятиме акумулюванню теплової енергії в структурі масиву огороджувальної конструкції, що в свою чергу забезпечить дотримання нормованих параметрів мікроклімату в приміщеннях будівлі без зайвих тепловтрат через огороджувальні конструкції.

Висновки

Запропоновані раціональні організаційно-технічні рішення в термомодернізації зовнішніх огороджувальних конструкцій існуючих будівель. В результаті проведених розрахунково-аналітичних досліджень підтверджено ефективність використання в технології термомодернізації конструкцій з вентильованими фасадами. Результати проведеного аналізу теплотехнічних розрахунків варіантів конструкцій вентильованого фасаду відображають позитивні тенденції підвищення теплоізолювальних в процесі варіювання товщини повітряного прошарку в конструкції ізолювально-захисного покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи». Довідник. //Упорядники НДІ проектреконструкція, Deutcshe Energie-Agentur GmbH и Instituts Wohnen und Umwelt. –2006. – 138 с.

2. Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року. / Схвалено Кабінетом Міністрів України // Розпорядження КМУ від 25 листопада 2015 р. № 1228-р. – 72 с.

3. Сердюк В.Р., Енергозбереження в будівництві – вимоги сьогодення / В. Р. Сердюк, С. Ю. Франишина // Вісник ВПІ. – 2009. – №4. – С. 17-21.

Багрій Владислав Валерійович **–** аспірант, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Москаленко Дмитро Олександрович **–** аспірант, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет.

Христич Олександр Володимирович **–** к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. Email: dockhristichv@i.ua.

Bagri Vladislav V. – postgraduate, Faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University.

Moskalenko Dmitry A. – postgraduate, Faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University.

Khristych Alexander V – associate professor, associate professor of department Construction, Urban and Architecture , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : dockhristich@i.ua.

УДК 725+711

Чепіжак В. В.
Дудар І. Н.

ПРИНЦИПИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ГРОМАДСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В УМОВАХ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ КВАРТАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано існуючий стан житлового кварталу, розглянуто перспективу його розвитку, досліджено актуальність розміщення у ньому торгівельно-розважального центу.

Ключові слова: житловий квартал, громадська будівля, торгівльно-розважальний центр, реконструкція кварталу, містобудівний розвиток.

Abstract

The current state of territory, the prospect of its development was considered, The relevance of the location of a shopping and entertainment center in it has been studied.

Keywords: residential area, public building, area reconstruction, shopping and entertainment center, urban development.

Вступ

Нове будівництво у більшості міст України здійснюється в умовах реконструкції, у кварталах, що сформувалися раніше. За житловий квартал (мікрорайон) у роботі приймається структурний елемент житлового середовища, обмежений магістральними або житловими вулицями, проїздами, природними межами тощо, площею 20-50 га з повним комплексом закладів, установ та підприємств обслуговування місцевого значення і до 20 га з неповним комплексом. Модернізується наявний житловий фонд, споруджуються нові багатоквартирні комплекси. Збільшується навантаження на існуючі об’єкти громадського обслуговування, які часто не відповідають запитам жителів та сучасним вимогам до комплексного формування системи обслуговування.

Роки державної незалежності в Україні суттєво вплинули на свідомість та спосіб життя людей, їхні потреби. Суспільство розподілилося на верстви в залежності від рівня доходів, релігії, професії тощо. Різноманітність запитів сучасних українців привела до розширення спектра послуг, які можна отримати. В архітектурі це викликало появу нових типів будівель об’єктів обслуговування, що мають певні планувальні та об’ємно-просторові особливості.

Результати дослідження

Архітектурно-планувальна організація об’єктів громадського обслуговування. На основі проведених досліджень визначені принципи комплексного формування закладів обслуговування:

- Зв’язок з оточенням. Об’єкти обслуговування повинні утворювати цілісний архітектурний ансамбль із житловою забудовою та гармоніювати з природним ландшафтом.

- Різноманітність. Для підтримання рівноваги в забудові необхідна присутність різних за розмірами та потужністю об'єктів обслуговування. В житлових кварталах доцільно розміщати дрібні, середні, та, при наявності потреби, крупні заклади. Наявність у забудові закладів обслуговування трьох перерахованих груп дозволяє найбільш повно задовольнити запити населення.

- Диференціація об'єктів обслуговування. Обслуговування повинне бути адресним, базуватися на маркетингових дослідженнях, забезпечувати максимальне задоволення запитів різних груп споживачів.

- Індивідуальність архітектурного образу. Індивідуальність образу досягається через відображення в архітектурних рішеннях об'єктів обслуговування культурних традицій регіону будівництва, застосування прогресивних архітектурно-конструктивних систем, які дозволяють вільно формувати план та фасад будівлі, забезпечують організацію різноманітних об'ємно-планувальних та конструктивних вирішень.

Висновки

Заклади обслуговування запропоновано розміщати відповідно до ієрархії громадських просторів. Використання моделі сприяє вирішенню соціальних проблем шляхом винесення крупних об'єктів обслуговування на зовнішні межі кварталів із мінімізацією їхнього негативного впливу на житло, організацію лінійних громадських центрів та пішохідних зон уздовж головних композиційних осей забудови, створення затишних дворових просторів для відпочинку та спілкування жителів тощо.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДБН Б.2.2-12-2018 Планування і забудова територій – К: Мінрегіонбуд України, 2018.
2. Коноплева Е. В. Специфика размещения многофункциональных комплексов в структуре крупнейших городов / Е. В. Коноплева, Д. Н. Гура // Коммунальное хозяйство городов. – 2007.
3. ДБН В.2.2-9:2018 Громадські будинки і споруди. Основні положення. – К: Мінрегіонбуд України, 2018.

Чепіжак Вікторія Василівна – студентка групи БМ-18м, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, vika100zub1313@gmail.com

Науковий керівник: ***Дудар Ігор Нікіфорович*** – професор, доктор технічних наук, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, indudar11@gmail.com

Chepizhak Victoria – student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa city

Supervisor: **Igor Dudar** – Professor, Doctor of Technical Sciences, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa city

УДК 728.34

Я. В. Гурман
В. П. Ковальський

ВПЛИВ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЗБЛОКОВАНИХ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз особливостей об'ємно-планувальних рішень зблокованих будинків . Наведені типи зблоко- ваних будинків й переваги при енергоефективності над іншими житловими будинками.

Ключові слова: утеплення, будинок, переваги, рішення.

Abstract

The features of the three-dimensional planning decisions of the blocked houses are analyzed. The types of block houses and the advantages of energy efficiency over other residential buildings are given.

Keywords: insulation, home, benefits, solutions.

Вступ

Зблокований будинок – це одно-, дво- або триповерхова будівля, яка складається з відокремлених житлових зон. Головна умова – щоб кожне з таких жител надавало мешканцям можливість незалежного проживання [1-4].

Метою роботи є аналіз і дослідження впливу об`ємно-планувальних рішень на підвищення енергоефективності при будівництві зблокованих будинків на прикладі таунхаусів.

Розвитком індивідуального житлового будинку є спарений будинок у вигляді двох індивідуальних житлових будинків, що мають одну загальну поперечну стіну і симетричну планування щодо неї.

Такі будинки є найпростішим типом блокованого житлового будинку - малоповерхового будівлі квартирного типу, що складається з кількох квартир у вигляді індивідуальних житлових будинків, "зблокованих" в одну лінію і, як правило, мають власний невелику земельну ділянку.

Основна частина

Виділяють два види зблокованих будинків: таунхауси і дуплекси, розглянемо детальніше перший тип. Таунхауси з кожним роком стають все більш популярними в Україні, зараз вони активно будуються не тільки біля Києва, а й під Львовом, у Вінниці, Кам'янці-Подільському та інших містах Таунхаус – комплекс малоповерхових комфортабельних будинків, суміщених між собою бічними стінами, саме завдяки цій особливості зблоковані будинки енергоефективніші ніж звичайні [5,6].

Коли говорять «таунхаус», мають на увазі будинок в комплексі малоповерхових котеджів, суміщених один з одним бічними стінами (скажімо, десять будинків в лінію рис. 1).

Розглянемо об'ємно-планувальне рішення зблокованих будинків, зображене на рис. 1.
Виділені зони – це бічні суміщені стіни, зазвичай в таунхаусі їх дві (не враховуючи крайні будинки), в дуплексі ж одна. Сумарна площа цих стін близько 50%, в нашому ж випадку 64,5%. Для прикладу, якщо проводити утеплення одним з найпопулярніших метеріалів в Україні – мінватою, до переваг якої можна віднести:

- довгий термін служби, вона не ламається і не деформується, дуже пластичний матеріал;
- зберігає тепло;
- мінеральна вата не горить і витримує температуру в 1000 градусів, на відміну від пінопласту, який швидко запалюється і при згорянні викидає в атмосферу шкідливі речовини, з мінеральною ватою подібного статися не може;

- за допомогою пористої структури утеплювач покращує акустичні властивості приміщення і ізолює шум [7,8];

то можна дійти до висновку, що ми заощадимо 64,5% тільки на матеріалах, не враховуючи різноманітні опоряджувальні роботи і т.д. Також одною з переваг таунхаусів є здійснення утеплення всієї ланки, тоді весь процес відбувається швидше й дешевше.

Суттєвим фактором являються й зменшені тепловтрати через зовнішні стіни, оскільки їхня частка, зазвичай, менша ніж прилягаючих.

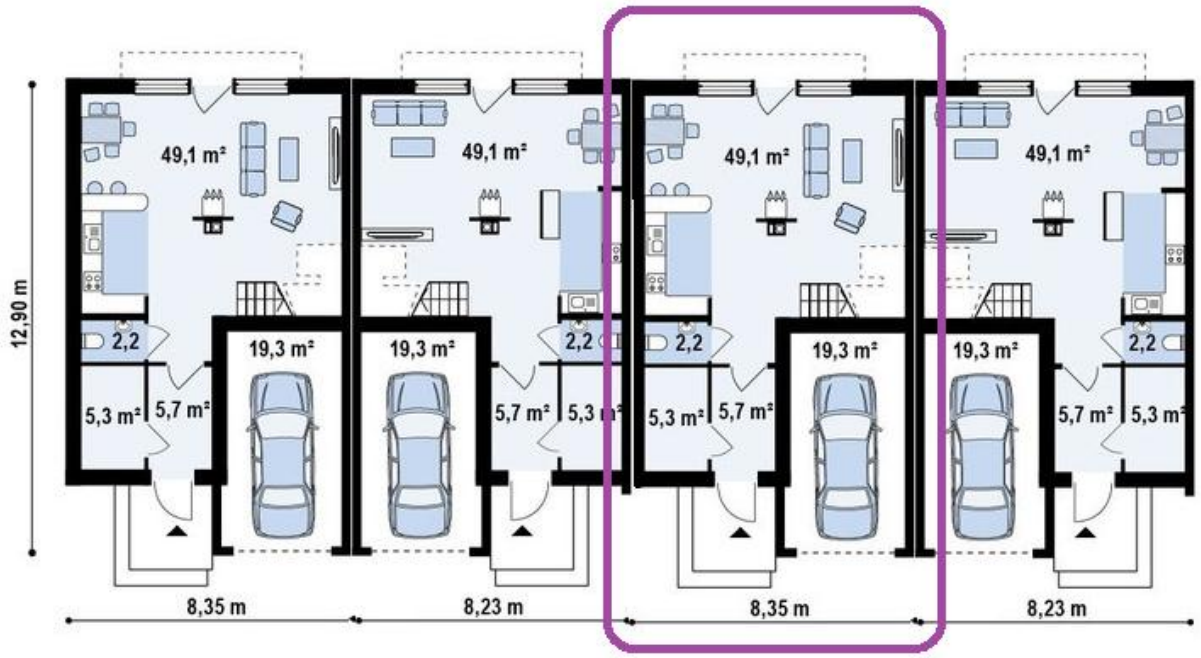


Рис. 1. Об'ємно-планувальних рішень зблокованих будинків

Висновки

Внаслідок дослідження встановлені всі особливості й переваги об'ємно-планувальних рішень на підвищення енергоефективності при будівництві зблокованих будинків на прикладі таунхаусів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сергієнко М. Що таке таунхаус: в чому відмінність від будинку, квартири, пентхауса і дуплексу [Електронний ресурс] / Марина Сергієнко – Режим доступу до ресурсу: https://dom.ria.com/uk/articles/chto-takoe-taunkhaus-v-chem-otlichie-ot-doma-kvartiry-pentkhausa-i-174874.html.

2. Акімов Н. А.Сучасні об'ємно-планувальні рішення при будівництві малоповерхових житлових будинків [Текст] / Н. А. Акімов, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 202-204.

3. Смоляк В. В. Єдність утилітарних, конструктивних та естетичних факторів у народному житлі Східного Поділля [Текст] / В. В. Смоляк, В. П. Ковальський, Н. В. Козинюк // Materialy VI miedzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji "Europejska nauka XXI powiek – 2010", Przemysl, 07-15 maja 2010 roku. - Przemysl : Nauka I studia, 2010. - S. 60-64.

4. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.

5. Гурман Я. В. Особливості об'ємно-планувальних рішень зблокованих будинків [Текст] / Я. В. Гурман, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 209-211.

6. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.

7. Будинки і споруди ЖИТЛОВІ БУДИНКИ. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ [Електронний ресурс] // ДБН В.2.2-15-2005. – 101. – Режим доступу до ресурсу: https://kga.gov.ua/files/doc/normy-derjavy/dbn/Budynky-i- sporudy-ZhYTLOVI-BUDYNKY-OSNOVNI-POLOZhENNJa-DBN-V22-15-2005.pdf.
8. Переваги мінеральної вати для фасаду [Електронний ресурс] // Компания ЭОС. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.eos-klinkier.com.ua/articles/preimushestva-mineralnoj-vaty-dlya-fasada.html

Гурман Ярослав Володимирович — студент групи БМ-16б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: yarik.gurman.99@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Hurman Yaroslav V — Student Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: yarik.gurman.99@gmail.com

Kowalskiy Viktor P — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

УДК 711.455

К. В. Бойко[1]
Л. В. Кучеренко[1]

Принципи формування планувальної та функціональної структури туристичної системи

[1]Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Визначено принципові моделі формування планувальної структури та обґрунтовано функціональну структуру основних планувальних елементів туристичного простору. Досліджено основні принципи розвитку рекреаційних територій на прикладі реалізованих проектів. Запропоновано тенденцію розвитку рекреаційних зон, для покращення туристичного потенціалу.

Ключові слова: *рекреація, туризм, туристично-рекреаційний потенціал, планувально-рекреаційна структура.*

Abstract

Principal projects of planning work and substantiated functional structure of the developed planning elements of the tourist space were identified. The basic principles of development of recreational territories in relation to applied real projects are investigated. The tendency of the development of the recreational zone for improving the tourist potential is proposed.

***Keywords**: recreation, tourism, tourist and recreational potential, planning and recreational structure.*

Вступ

Вінниччина відзначається значним природно-рекреаційними та історико-культурними ресурсами, що у поєднані створили сприятливі передумови для розвитку туристичної системи. Туристична галузь набуває все більшого значення для розвитку економіки та соціальної сфери у Вінницькій області. Становлення внутрішнього і в'їзного туризму має перспективи стати важливим чинником соціального-економічного розвитку області. Основним завданням є формування сучасної конкурентоспроможної туристичної індустрії Вінницької області, спроможної задовольнити потреби іноземних та вітчизняних громадян в туристично-рекреаційних послугах.[1]

Метою роботи є визначення принципів формування планувальної та функціональної структури існуючої туристичної системи. Вивчення головних напрямків розвитку туризму у Вінницькій області, що закладено у програмі. Та на основі отриманих даних, запропонувати варіантні пропозиції покращення туристичного потенціалу.

Результати дослідження

Були проведені аналіз і оцінка процесів формування туристичного простору на основі узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду, моделювання планувальної структури та функціонального зонування туристичних зон в прибережних територіях.

Враховуючи Програму розвитку туризму в області та виділяючи що головною її метою є створення конкуренто спроможного на національному та міжнародних ринках туристичного продукту. Провідною задачею є задоволення туристичних потреб мешканців області та її гостей. Також передбачається створення та розвиток матеріально-технічної бази і сучасної інфраструктури туризму.

Перспективними напрямками Програми є:

- посилення ролі в'їзного та внутрішнього лікувального та відновлювального туризму на основі залучення інвестицій у спа- та лікувальну інфраструктуру існуючої мережі санітарно-курортних закладів області;

- використання історико-етнічної спадщини для розвитку в'їзного, внутрішнього туризму;

- розвиток релігійного та паломницького туризму до святих місць Вінниччини;
- розвиток зеленого, активного та спортивного туризму тощо.

Враховуючи усі аспекти розвитку туризму у Вінницькій області: географічне положення, придатний рельєф, сприятливий клімат, історико-культурний та туристично-рекреаційний потенціал, можна сміливо зазначити що вона має значний потенціал у розвитку.

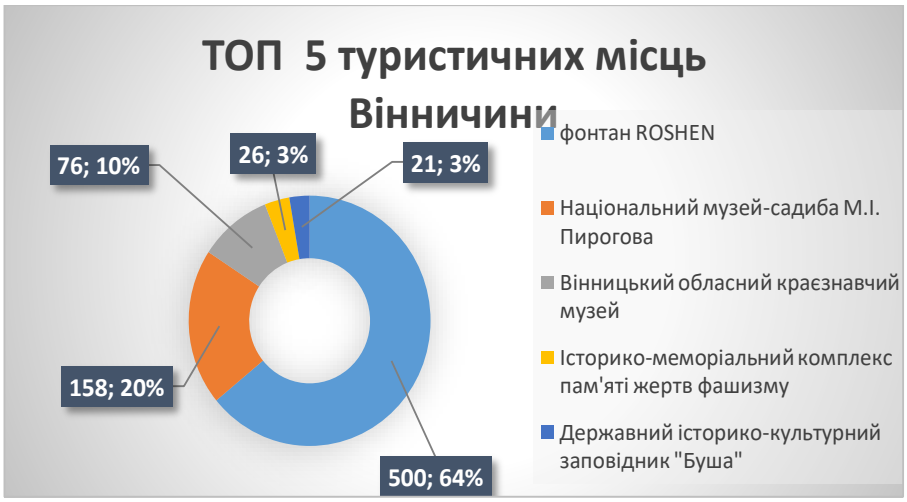


Рис. 1. ТОП 5 туристичних місць Вінниччини

Відштовхуючись від даних, що загалом на території області функціонує 409 об’єктів природно-заповідного фонду загальною площею біля 60 тисяч гектар. Актуальним є розвиток рекреаційних територій, а саме прибережних зон. Останнім часом активний туризм набирає популярності, зокрема у Вінницькій області користується популярністю велосипедний, кінний та водний (рафтинг) відпочинок. Тому, на мою думку, потрібно звернути увагу застарілим базам відпочинку що знаходяться на прибережній території та потребують реконструкції.

Закордонний досвід, наглядно показує, що дана територія є досить перспективною та інноваційною у розвитку зеленого туризму.

Рис. 2. Проект бази відпочинку на березі р. Нива

Архітектурно-просторова організація об'єктів відпочинку та туризму відповідно до сформульованими принципами і розробленими моделями сприятиме підвищенню комфортності відпочинку, принесе соціальний і економічний ефект, який полягає в можливості залучення більшої кількості туристів з різних українських регіонів, ближнього і далекого зарубіжжя; стане стимулом для поліпшення економічного стану місцевого населення; сприятиме більш раціональному використанню унікальних природних ландшафтів.

Висновки

В результаті виявлення особливостей проектування об'єктів відпочинку та туризму на території заплавно-дельтових утворень, а також комплексного аналізу досліджуваної території, сформульовані основні принципи архітектурно-просторової організації об'єктів відпочинку та туризму на прибережних територіях: принцип екологічної стійкості та пріоритету природного ландшафту, принцип «просторової поліфонії», принцип різноманітності, принцип мобільності, принцип аттрактивності і художньо-естетичної виразності. Сформульовані принципи рекомендується застосовувати при розробці проектних рішень об'єктів відпочинку та туризму на прибережних територіях.

Встановлено, що дана Стратегічна програма, вирішує більшість аспектів розвитку туризму, проведено аналіз реалізованих проектів на прикладі закордонного досвіду, запропоновано основні напрямки розвитку зеленого туризму Вінницької області.

Економічна обґрунтованість рішень по організації відпочинку та туризму на цих територіях буде ґрунтуватися і на нормативно-правових пріоритетах, що передбачає встановлення особливого статусу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Програма розвитку туризму у Вінницькій області на 2017-2020 роки.

2. О.М.Андропов, Стан рекреаційного комплексу України., 2005 - №24.

3. Р.І. Магійович, О.В. Пилип’як, и О.О, Шкрібинець, Розвиток туристично-рекреаційного комплексу в західному регіоні: Науковий вісник НЛТУ України , 2008 - №18.7. - С.164-169.

4. Антюфеев А.В., Птічнікова Г.А., Чернявська Т.А. Регіональні основи ландшафтної архітектури. Волгоград, 2005.

Бойко Катерина Вікторівна - студентка групи БМ-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.
e-mail: bm16b.boyko@gmail.com.
Науковий керівник: ***Кучеренко Лілія Василівна*** – к.т.н., доцент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури.

Boyko Katerina Viktorovna - student of BM-18m group, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: bm16b.boyko@gmail.com.

Supervisor: ***Kucherenko Lily Vasylivna*** - candidate of technical sciences, associate professor of the Department of Building, Urban and Architecture

УДК 711.551

В.С. Абрамович
В.П. Ковальський
А. В. Бондар

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто та проаналізовано приклади архітектурно-планувальних та містобудівних рішень, які забезпечують енергоефективність житлової забудови та будинків у світовому досвіді. Визначено основні принципи досягнення енергоефективності при організації житлового середовища.

Ключові слова: енергоефективність житлового середовища, рядова та перемитральна забудова, орієнтація будинків.

Abstract

Examples of architectural planning and urban planning solutions that provide energy efficiency for residential buildings and buildings in the world experience are considered and analyzed. The basic principles of achieving energy efficiency in the organization of living environment are defined.

Keywords: energy efficiency of residential environment, ordinary and peremitralny building, orientation of buildings.

Вступ

У сучасному світі старі міста ростуть, а нові з'являються дуже швидко. Географ-урбаніст Данкан Сміт провів дослідження зростання кількості міського населення та створив карту [1], яка зображує як змінилась чисельність населення деяких міст з 1950 р. до 2015 р. За цими даними у 1950 р. проживало в містах 30 % населення світу, а у 2015 р. – 54 %. Але при зростанні та розвитку міст зростають і потреби в енергії. Світове споживання енергії станом на 2018 рік збільшилось на 2,3% порівняно з 2017 роком [2]. Це обумовлено високим попитом на електроенергію і газ в різних країнах світу, особливо в Китаї та в США.

На будівництво та експлуатацію споруд витрачається близько 50 % всієї енергії у розвинених країнах, а у країнах, що розвиваються — приблизно 30 %. Тому й виникає потреба застосування певних містобудівних та архітектурно-планувальних рішень забудови, які будуть забезпечувати енергоефективність нових будинків та підвищувати енергоефективність існуючих будівель за рахунок реконструкції.

Основна частина

У місті Фрайбург, Німеччина знаходиться житловий район, який називають «Сонячне поселення» (Die Solarsiedlung in Freiburg) (рис.1). На території 11 000 м^2 побудовано 59 житлових будинків загальною площею 7 850 м^2 та комерційний центр. На дахах усіх будівель знаходяться сонячні фотоелектричні модулі, які дають можливість генерувати 420 000 кВт-год електроенергії в рік, що майже втричі більше ніж необхідно для забезпечення потреб жителів цього району [3]. Але не тільки цей факт робить «Сонячне поселення» енергоефективним житловим середовищем. Забудова в районі є рядова і досить щільна, житлові будинки розташовані довгою віссю з сходу на захід, а скляні конструкції орієнтовані на південь. Це забезпечує гарну інсоляцію та дозволяє максимально використати пасивний сонячний нагрів. Похилі дахи з сонячними панелями затінюють вікна в літній період, що зменшує потребу кондиціонерів і відповідно знижує кількість вживаної електроенергії. Всі житлові будинки збудовані з екологічно чистих матеріалів, переважно з дерева, а внутрішні двори вільні від автомобілів. Комерційний центр «Сонячний корабель» слугує шумозахисним бар'єром для основної житлової групи і забезпечує жителів великим паркувальним майданчиком на підземних поверхах. Він орієнтований довгою віссю з півночі на південь, що забезпечує рівноцінний обігрів будівлі як з заходу, так і сходу. Встановлені сонячні електричні станції на даху торговельно-розважального центру дасть змогу ефективно використати площу покрівлі і економічно вигідно використовувати електроенергію [4].

Рис. 1. – «Сонячне поселення», Фрайбург, Німеччина

Рис. 2. – Комерційний центр «Сонячний корабель»

Ще один житловий район схожого типу знаходиться в пригороді Хельсінкі, Фінляндія. Енергоефективний район Viikki (рис. 3) є експериментальним проектом програми Європейського товариства «Thermie». На території екологічного району розташовуються будівлі університету, науково-дослідницькі центри, житлові будинки, міська бібліотека, парк, зелені зони та споруди громадського призначення. Для кращого поглинання тепла всі будівлі орієнтовані на південь та південний захід. Завдяки врахуванню місцевих кліматичних умов з південної сторони передбачені галереї для проходу, які служать певним захисним екраном від вітру. Житлові будівлі обладнані системами механізованої та природної вентиляції, які забезпечують приміщення підігрітим зовнішнім повітрям і дають змогу контролювати температуру у кожному приміщенні. За обрахованими даними даний проект дозволяє знизити загальну кількість енергії, яка необхідна для тепло- та енергопостачання на 19% від існуючих нормованих значень [5]. На дахах і балконах деяких будинках установлені фотоелектричні панелі та сонячні колектори, які забезпечують централізоване теплопостачання.

Рис. 3. – Житловий район Viikki, Хельсінкі, Фінляндія

В 1990-их роках в Стокгольмі з промислової зони почав розбудовуватися район Hammarby Sjöstad (рис. 4). Незважаючи на помірні темпи розвитку, район є дуже сучасним. Розмір району складає 2 км^2: 0,4 км^2 – водний простір і 1,6 км^2 – суша. Щільність забудови досить висока, і завдяки такому розумному використанню територій вдалось понизити висотність будівель до 7 поверхів. Тут переважають квартали з рядовою та периметральною забудовою. Внутрішній простір кварталів закритий для автомобілів. Район було сплановано з ухилом на більш екологічні види транспорту, тому тут добре розвинена інфраструктура громадського транспорту, що знижує використання приватних автомобілів, тим самим зменшуючи використання невідновлюваних джерел енергії. 50 % електроенергії та тепла, які споживаються в районі, покриваються через переробку органічних та горючих відходів.

Переробка та вторинне використання відходів здійснюється всередині району за рахунок компостів, які використовуються для забезпечення зелених зон добривами, очистки стічних вод тощо. Ступінчаста обробка каналізаційних стічних вод дозволяє використовувати воду всередині району і отримувати тепло для централізованого опалення. Горючі відходи спалюють, а тепло від цього також йде в опалювальну систему будівель [6-11].

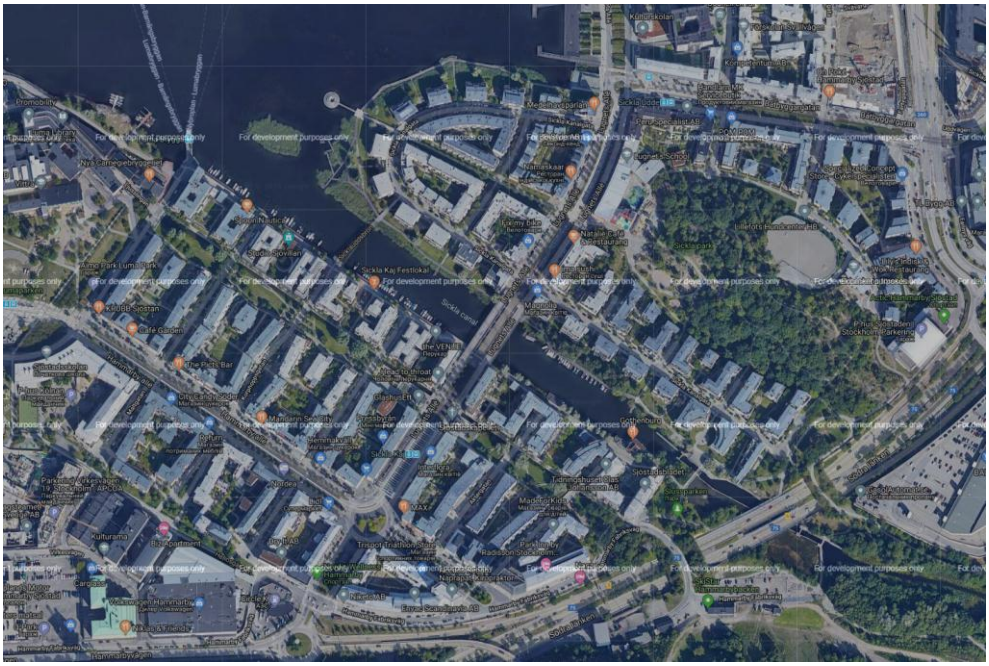


Рис. 4. – Район Hammarby Sjöstad, Стокгольм, Швеція.

Житловий комплекс «Green Village», який розташований в Айзенштадті (Австрія), дещо відрізняється від попередніх прикладів енергоефективних міських середовищ. Особливість цього комплексу є те, що енергоефективність тут досягається завдяки технології пасивного будинку. Два будинки (рис. 5), які входять в комплекс, відповідають всім вимогам до конструкції пасивного будинку: пасивне використання сонячної енергії, застосування відновлюваних джерел енергії, якісна теплоізоляція, вентиляція з рекуперацією, високоякісне скління вікон, ізоляція підлоги тощо. На даху крім сонячних батарей, які використовують для підігріву гарячої води та для покривання витрат електроенергії влітку, є басейн, зона для засмагання, сауна та тренажерний зал.

Рис. 5. – Житловий комплекс «Green Village», Айзенштадт, Австрія.

Висновок

Отже, аналізуючи закордонний досвіт, стає очевидним, що енергоефективність кварталів та районів досягається за рахунок типу забудови, напрямку будинків та сучасних технологій, які застосовують при будівництві та експлуатації будівель.

При плануванні кварталів частіше використовували рядову та периметральну забудову. Рядовий тип дозволяє найбільш оптимально розташовувати будівлі для покращеної інсоляції, тобто забезпечити їх пасивною сонячною енергією. Периметральний тип забезпечує високу щільність середовища за рахунок довгих та цілісних фасадів будинків, і дає змогу захистити будівлі, які знаходяться в центрі кварталу, від вітру, використовуючи будинки, які розташовані по периметру, як вітро- та шумозахисний екран.

Орієнтацію будинків обирають залежно від вимог інсоляції, аерації та рельєфу місцевості. У середніх широтах при розташуванні будівлі довгою віссю з півночі на південь, приміщення, які знаходяться з заходу, і приміщення, які орієнтовані на схід, за день будуть отримувати приблизно однакову кількість сонячного світла. А при розташуванні будівлі довгою віссю зі сходу на захід, південна сторона будівлі буде отримувати велику кількість тепла.

Застосування сучасних технологій і будівельних матеріалів є дуже важливою складовою енергоефективності району. Використання сонячних батарей та колекторів, вентиляції з рекуперацією, переробки відходів на території району, правильне утеплення будівель та усування містків холоду забезпечить енергетичну ефективність та незалежність окремої будівлі і всього комплексу в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. World City Populations 1950 – 2035 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://luminocity3d.org/WorldCity/#3/46.62/20.04
2. Общее потребление электроенергии [Електронний ресурс] / Статистический ежегодник мировой энергетики – Режим доступу: https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html
3. Фрайбург – приклад сталого енергоефективного розвитку міста [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://саxapa.ua/ru/kompaniya/statti/frajburg-priklad-stalogo-energoefektivnogo-rozvitku-mista
4. Визначення економічної ефективності використання сонячної енергії на дахах торговельно-розважальних центрів [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, О. О. Корецький, О. В. Дмитрів // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2018. – № 2. – С. 194-200.
5. Бродач М. Viikki – экспериментальный жилой район [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://zvt.abok.ru/articles/125/Viikki__eksperimentalnii_zhiloi_raion
6. Гершман А. Будут ли довольны потомки новым районом? [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://gre4ark.livejournal.com/653405.html
7. Березюк О. В. Динаміка питомої кількості твердих побутових відходів, що спалюються в країнах ЄС [Електронний ресурс] / О. В. Березюк // Перспективні досягнення сучасних вчених : матеріали наукового симпозіуму, 19-20 вересня 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступу : http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-1/29390-%D1%81217-019.
8. Березюк О. В. Отримання добрив методом компостування твердих побутових відходів [Текст] / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Еколого-енергетичні проблеми сучасності : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів, Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса : ОНАХТ, 2017. – С. 15-17.
9. Березюк О. В. Стан поводження з твердими побутовими та промисловими відходами в Україні [Текст] / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Научные труды SWorld. – Вып. 49, т. 1. – Иваново (Россия) : Научный мир, 2017. – С. 69-73
10. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі концентрацій забруднювальних речовин у фільтраті полігонів твердих побутових відходів [Текст] / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 4. – С. 28-31.
11. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії [Текст] / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 137-141.

Абрамович Віта Сергіївна — студентка групи БМ-16б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2b16b.abramovych@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Бондар Альона Василівна — асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alichka.vin@i.ua

Abramovych Vita S. — Student Faculty of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2b16b.abramovych@gmail.com

Kovalskiy Victor P. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Bondar Alena V.— assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: alichka.vin@i.ua

УДК 681.12

І. М. Вознюк[1]
В. П. Ковальський[2]
А. В. Ковальський[2]

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ У БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

[1] ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО»;

[2] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано застосування енергозберігаючих заходів у багатоквартирних житлових будинках, враховуючи основні складові втрати тепла . Розроблений комплекс енергозберігаючих рішень який включає наступні заходи: заміна покриття даху та утеплення горищного приміщення, ізоляція стелі підвалу, ізоляція трубопроводів опалення в підвалах будинків, заміна вікон і балконних дверей, скління балконів і лоджій,оновлення вхідних дверей, під'їзду та сходових кліток,застосування вікон з відведенням повітря з приміщення через міжскляний простір, влаштування провітрювачів і застосування мікровентиляції, встановлення додаткових тамбурів при вхідних дверях під'їздів і в квартирах.

Ключові слова: комплекс енергозберігаючих рішень, *багатоквартирні житлові будинки, енергозбереження*.

Abstract

Application of energykeeping measures is offered in apartment dwellings houses, taking into account basic component defervescences. The worked out complex of energykeeping decisions includes that next measures: replacement of coverage of roof and warming of garret apartment, isolation of ceiling of basement, isolation of pipelines of heating in basements of houses, replacement of windows and balcony doors, скління balconies and loggias, updating of entrance doors, entrance and stair cages, application of windows with taking of air from an apartment through interglass space, arranging of провітрювачів and application мікровентиляції, establishment additional platform at entrance door entrance and in apartment.

Keywords: complex of energykeeping decisions, apartment dwellingshouses, energy-savingss..

Вступ

Враховуючи енергетичну залежність України ефективність впровадження певних заходів, спрямованих на зменшення енергоємності виробництва та скорочення втрат паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) на сьогодні являється надзвичайно важливим фактором збереження країни. Забезпечення енергетичної ефективності та впровадження енергоресурсозберігаючих технологій є стратегічною задачею для економіки України, яка базується на великому обсязі імпорту енергоресурсів[1-3].

Методичні рекомендації мають на меті надати співвласникам багатоквартирних будинків практичні поради щодо оптимальної організації впровадження проектів з підвищення енергоефективності належних їм будинків. Зазначені поради стосуються всіх етапів життєвого циклу таких проектів: від прийняття рішення про розробку проекту до його реалізації та наступної експлуатації будинку.

Результати дослідження

Будь-який проект з підвищення енергоефективності багатоквартирного будинку передбачає впровадження енергозберігаючих заходів, які забезпечують суттєве скорочення споживання енергоресурсів. Актуальність таких проектів значною мірою підвищується на тлі постійного

зростання вартості енергоносіїв. Реалізація енергоефективних проектів дозволяє співвласникам багатоквартирних будинків мінімізувати платежі за комунальні послуги (в період окупності капіталовкладень в Проект) та значною мірою зменшити їх (після завершення періоду окупності). Поряд з цим, для співвласників важливими аргументами на користь таких проектів є:

- суттєве покращення комфортності умов проживання в квартирах;
- зростання ринкової вартості житла в термомодернізованих будинках;
- збільшення терміну ефективної експлуатації таких будинків.

Заходи, що дозволяють скоротити втрати ресурсів у житлових будинках та забезпечити комфортні умови проживання, а також привести до зниження витрат на оплату рахунків за спожите тепло, добре відомі і довели свою ефективність при правильному застосуванні.

Передусім необхідно визначити мету енергозберігаючих заходів: це не зниження витрат на теплопостачання за всяку ціну, а створення комфортних умов в приміщенні при мінімально необхідних витратах теплової енергії.

Першим кроком до енергозбереження має бути установка вузла обліку теплової енергії, що дозволяє перейти до розрахунків за фактично спожиту кількість тепла, а також зайнятися зниженням його споживання. На підставі показань приладу обліку можна визначити необхідність впровадження енергозберігаючих технологій у житловому будинку.

Основні способи економії енергії - автоматичне регулювання температури теплоносія в системі опалення та Скорочення тепловтрат огороджувальних конструкції.

Ефект економії виникає в перехідні періоди, коли температура зовнішнього повітря протягом дня підвищується на 5-7 градусів і більше і потреба будинку у теплі падає. Автоматичне регулювання дозволяє підтримувати оптимальну температуру в квартирах, виходячи з температури зовнішнього повітря, скорочуючи витрату теплоносія з тепломережі. Автоматичне регулювання витрати теплоносія, за даними проведених досліджень, дозволяє економити до 30% тепла в перехідний період.

Розглянувши тепловий баланс житла, встановлено, що велика частина теплової енергії опалювальної системи йде на те, щоб зменшити втрати тепла. Основні втрати тепла у багатоквартирних житлових будинках з центральним опаленням та гарячим водопостачанням показані на діаграмі рис 1.

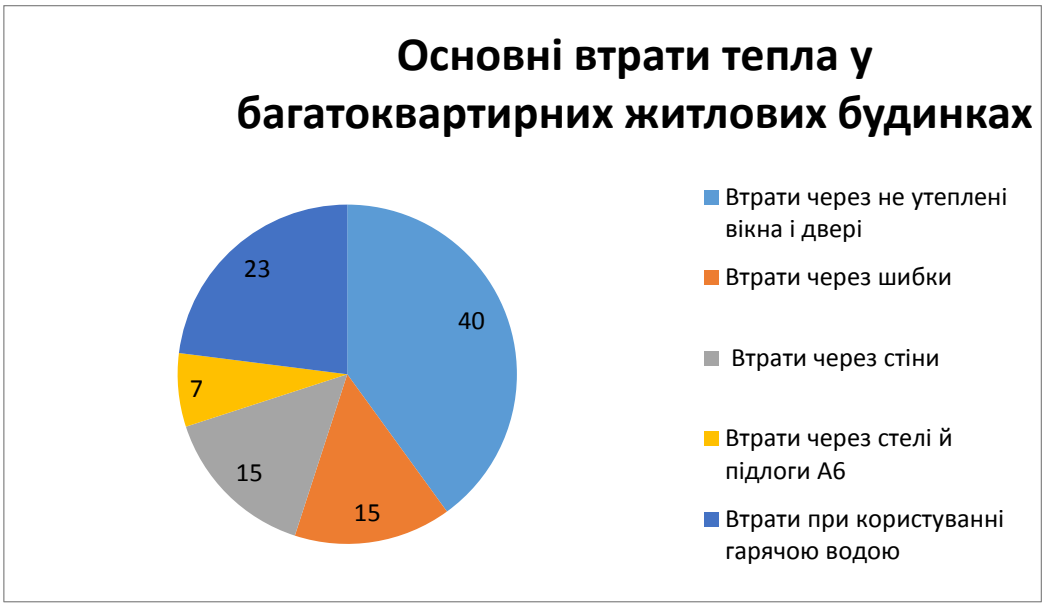


Рис. 1. Основні втрати тепла у багатоквартирних житлових будин**ках**

Утеплення зовнішніх стін будівель - найбільш популярний захід, що дозволяє підвищити температуру і нормалізувати вологість повітря в приміщеннях, знизити матеріальні витрати на їх обігрів. Найбільше в теплоізоляції потребують панельні будинки, які взимку страждають від промерзання стін і вогкості, а влітку від протікання і перегріву [3-7]. Ці проблеми вирішує утеплення фасадів багатоквартирних будинків.

Пріоритетний метод утеплення багатоквартирних будівель - зовнішня теплоізоляція. Вона

покращує мікроклімат в квартирах, захищає зовнішні стіни будівлі від підвищеної вологості, дощів, вітру і ультрафіолету, запобігає їх деформації через стрибків температури вуличного повітря і збільшує термін експлуатації.

Для панельних багатоквартирних будинків зовнішня теплоізоляція вирішує проблему, зміцнення і герметизації стиків фасадних панелей, запобігаючи появі щілин в цих місцях [8-10]. Для підвищення енергоефективності будівлі, крім теплоізоляції його стін, проводять заміну старих віконних і балконних блоків на герметичні профілі з сучасними склопакетами.

В комплекс енергозберігаючих рішень також входять наступні заходи які наведені на рис 2.

Рис. 2. Заходи енергозберігаючих рішень

Світовий досвід свідчить про можливість економії паливно-енергетичних ресурсів за рахунок впровадження енергозберігаючих технологій, матеріалів та заходів. Особливо важливим є поєднання заходів теплотехнічної санації з першочерговими роботами з ремонту чи модернізації будинку та його окремих елементів. Через поєднання рішень енергозберігаючих заходів можна значно скоротити витрати на ізоляцію, що значно підвищить їх ефективність.

Висновки

Розглянувши тепловий баланс житла, встановлено, основні втрати тепла у багатоквартирних житлових будинках. Запропоновано основні рішення енергозберігаючого комплексу.

Список літератури

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс].– Режим доступу: http://www.uazakon.com.
2. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.

3. Ковальський В. П. Підвищення ефективності в житлово-комунальному господарстві [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. О. Постолатій // Матеріали науково-практичної конференції "Енергія. Бізнес. Комфорт", 26 грудня 2018 р. – Одеса : ОНАХТ, 2019. – С. 2-3.
4. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.
5. Ковальський В. П. Основні напрямки модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3356.
6. Ковальський В. П. Реконструкція житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 74-77.
7. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
8. Абрамович В. С. Можливості зведення енергоефективних панельних будинків [Текст] / В. С. Абрамович, В. П. Ковальський // Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах: матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 28-29. березня 2019 р., – Сєвєродонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2019. – С. 13-14.
9. Березюк Л. Л. Биологические методы обращения с твердыми бытовыми отходами [Текст] / Л. Л. Березюк, О. В. Березюк // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Тюмень : ФГБОУВО “Тюменский индустриальный университет”, 2017. – С. 16-19.
10. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи : довідник - Київ : "НДІпроектреконструкція", Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Instituts Wohnenund UmweltGmbH (IWU), 2006. - 144 с.

Вознюк Ігор Михайлович – викладач ДПТНЗ «Хмільницький аграрний центр ПТО»

Ковальський Андрій В’ячеславович - студент групи БМ-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: bm15kovalsky@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Voznyuk Igor **M** – teacher of State Vocational and Technical Educational Establishment “ Khmilnyk Center of Vocational and Technical Education”

Kowalskiy Andrii V — Student Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: bm15kovalsky@gmail.com

Kowalskiy Viktor P — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

УДК 658.8:502.1

О. Г. Лялюк
А. О. Лялюк

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОМАРКЕТИНГУ В БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуті властивості будівельних матеріалів. Проаналізовано переваги – екохарактеристики будівельних матеріалів . Наведені стратегії, нові форми та інструменти екологічного маркетингу в будівництві.

***Ключові слова**: властивості будівельних матеріалів, переваги, стратегії, інструменти, екологічний маркетинг.*

Abstract

Properties of building materials are considered. Advantages, ecological characteristics of building materials are analyzed. Strategies, new forms and tools of environmental marketing in construction are given.

***Key words:** properties of building materials, advantages, strategies, tools, environmental marketing.*

Людина 80% свого життя проводить в приміщеннях, в яких практично в усіх будматеріалах використовується небезпечна речовина фенол. Ця речовина дуже отруйна і порушує функцію нервової системи. Випаровування фенолу подразнює слизові оболонки і ушкоджують шкіру. Потрапляючи в організм, фенол практично відразу негативно впливає на тканини мозку. Ознаки дії фенолу: чхання, кашель, головний біль, занепад сил, нестача повітря, нудота. У більш важких випадках – важке дихання, холодний піт, поганий пульс, судоми. Дана речовина призводить до ракових захворювань.

Виробники будматеріалів з метою заощадження використовують відходи хімічної та металургійної промисловості [1]. Вибір матеріалів надається кожному. Важливо вибирати для будови та ремонту натуральні матеріали. Екологічно налаштованих споживачів 10-12%. Метою екомаркетингу є заміна поведінки споживача через посилення екологічних переваг [2].

Метою роботи є аналіз впровадження екологічного маркетингу в будівництві.

Будівельні матеріали поділяють на три категорії – нейтральні, лікувальні та шкідливі. [3].

Щоб раціонально використовувати будівельні матеріали, необхідно знати їх властивості, способи одержання, правила зберігання і транспортування, а також умови їх роботи в конструкціях і спорудах.

Всі властивості будівельних матеріалів за сукупністю ознак поділяють на фізичні, механічні, хімічні та технологічні.

Властивості будівельних матеріалів зумовлюють їх якість і області застосування.

Під властивістю прийнято розуміти здатність матеріалу певним чином реагувати на окремий або діє в сукупності з іншими зовнішній або внутрішній фактор. Властивості матеріалів у великій мірі пов'язані з особливостями їх будови і з властивостями тих речовин, з яких складається даний матеріал. У свою чергу, будова і склад матеріалу залежать: для природних матеріалів - від їх походження і умов утворення, для штучних - від технології виробництва і обробки.

Властивості матеріалів оцінюють кількісно, тобто по числовим показникам, визначеним шляхом випробувань за певними методиками, передбаченим державними стандартами або технічними умовами [4-5].

При купівлі будівельного матеріалу споживач повинен перевірити сертифікат якості та паспорт.

Маркетинг зв’язаний зі споживачами та його потребами, може впливати на збільшення еконалаштованих споживачів.

Основні задачі зеленого маркетингу:

- сприяння збільшення споживання продуктів через удосконалення екологічних переваг;
- покращення сприйняття продуктів.

Набір переваг-характеристик будівельних матеріалів може бути записане у вигляді рівняння:

$$E_j = \sum_{i=1}^{m} e_i \cdot \omega_i ,$$

де ω – оцінка переваг споживачами;

e – величина споживчого потенціалу продукту;

m – кількість переваг.

Основні характеристики будівельних матеріалів, за якими оцінюють їх небезпечність, вплив на здоров'я, довкілля:

- горючість: негорючі (НГ) та горючі (Г)- групи Г1 (слабогорючие), Г2 (помірно горючі), Г3 (нормально горючі) і Г4 (сільногорючі);
- токсичність (отруйність);
- природні (неорганічні), штучні або синтетичні (неорганічні та органічні);
- мінеральний склад;
- хімічний склад;
- тепловіддача;
- наявність шкідливих легких речовин, розчинених в повітрі;
- наявність шкідливих пилоподібних речовин;
- акустичне (шумове) забруднення;
- всі параметри мікроклімату, включаючи інтенсивність теплового випромінювання.
- випромінювання іонізуюче і не іонізуючі, поля електромагнітні, електростатичні.
- наявність радіонуклідів

Маркетинг передбачає розробку стратегії – це довгострокові плани поведінки на початковому етапі діяльності підприємства:

1) по відношенню до різних ланок ринку. Відбувається сегментування ринку на основі характеристик продуктів та споживачів;

2) по відношенню до конкурентів. Розробляється диференціація та зайняття ринкової ніші.

3) по відношенню до часу. Розрізняють стратегії лідерства та орієнтації на лідера.

Інструменти закладаються в екологічно-портфельному аналізі, в якому оцінюються різні екологічні стратегії з урахуванням:

A – величини переваг, які отримало підприємство від своїх природоохоронних заходів;

B – величини небезпечного забруднення довкілля в результаті виробничої діяльності.

На практиці використовують різні комбінації інструментів:

1. Амін, Вмакс. Мінімізація витрат. Зв'язана з виходом з ринку.
2. Амін, Вмін
3. Амакс, Вмакс – спрямований на впровадження інновацій, зайняття ринкових ніш.
4. Амакс, Вмін.

Чотири рівня якості високоякісної продукції:

1 – високоякісність основної корисності товару (допустимість споживання, довготривалість, можливість технічного обслуговування, смак, зовнішній вигляд)

2- екологічна якість продукту в цілому (відсутність шкідливих речовин, використання природних матеріалів, умов експлуатації, що не шкодить довкіллю)

3 – екологічна якість виробництва (мінімум використання матеріалів, енергії, заміна дефіцитних ресурсів, зниження викидів, відходів)

4 – екологічна якість усунення відходів (використання продуктів, які можуть використовуватись вторинне).

Соціально-екологічні характеристики будматеріалів:

1. економічні показники (ціна, гарантійні умови, допоміжні послуги)
2. естетичні показники (якість дизайну)
3. функціональні (строк служби, область застосування)
4. екологічне маркерування – це символ товару
5. упаковка товару
6. екологічні показники (вплив на здоров'я, витрати енергії, безпечне робоче місце)

Інструменти екомаркетингу:

1. Політика збуту.
2. Логістика – наука управління, контроль за рухом матеріальних ресурсів.
3. Комунікативна політика – реклама, повідомлення споживачів про стан фірми, якості.

4. Формування ціни на екопродукти. Ціна повинна бути доступною до споживача і споживач повинен бути готовий платити.

5. Еко-спонсоринг – форма співтовариства між будівельними компаніями виробничтвами та екологічними організаціями

6. Еко-тайнмент – застосовується в розвинених країнах з насиченим розвитком реклами, створюються центри задоволення, де покупці не тільки купують товари, а й стають учасниками дозвілля

7. Еко-лізинг – оренда з правом викупу цього товару.

8. Моделювання процесів створення екологізованого будівельного виробництва[6-7] .

Висновки: розглянуті стратегії, нові форми та інструменти екологічного маркетингу в будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Утилізація відходів у різноманітних галузях народного господарства. Режим доступу: http://pidruchniki.com/ (дата звернення 10.09.2019). — Назва з екрана.
2. Пахомова Н. В. Экологический менеджмент / Пахомова Н. В., Эндрес А., Рихтер К. – СПб. : Питер, 2004. – 352 с. : ил.
3. Режим доступу: http://vse-postroim.com/67-vrednye-stroymaterialy.html/ (дата звернення 10.09.2019). — Назва з екрана.
4. Системи екологічного керування : ДСТУ ISO 14001 : 2006. – [Чинний від 2006-05-15]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 68 с.
5. Настанови щодо здійснення екологічного аудиту : ДСТУ ISO 14010 - 97. . – [Чинний від 1997-08-18]. – К. : Держстандарт України, 1998. – 9 с.
6. Лялюк О. Г. Модель інтегрованого еколого-економічного управління інвестиційним процесом будівництв/ Лялюк О. Г., Чухряєва О. Г. // Вісник ВПІ. - Вінниця: № 6, 2014. – С.60-66.
7. Лялюк О. Г. Моделювання процесів створення екологізованого будівельного виробництва / Лялюк О. Г., Ратушняк О. Г. // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету.- 2007.-№1(42) частина 1. – С.137-139

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com.

Лялюк Андрій Олександрович – студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання .

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Lyalyuk Andrey – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

УДК 379.85

Грефа Анді Е. Т.
В. П. Очеретний

МІСТОБУДІВНІ ТА АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості містобудівної та архітектурно-планувальної структури території туристично-рекреаційних комплексів. Проаналізовано основні складові елементи ландшафтно-рекреаційної системи. Проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід щодо проектування та нормування ландшафтно-рекреаційних територій.

Ключові слова:

Архітектурно-планувальні рішення, містобудівні рішення, ландшафтно-рекреаційна система, будівля, туристично-рекреаційний комплекс, забудова, чинники, елементи.

Abstract

The features of town-planning and architectural-planning structure of the territory of tourist-recreational complexes are considered. The basic components of the landscape and recreational system are analyzed. Domestic and foreign experience in designing and normalizing landscape and recreational areas is analyzed.

Keywords:

Architectural and planning decisions, town-planning decisions, landscape-recreational system, building, tourist-recreational complex, buildings, factors, elements.

Вступ

Актуальність теми: В період сьогодення готельно-ресторанний комплекс являє собою складне підприємство, в якому зайняті сотні людей різних професій для забезпечення обслуговування туристів. Створення сучасної індустрії туризму вимагає розвиненою інфраструктури з обслуговування туристів.

Мета та задачі дослідження. Метою даної роботи є ознайомлення з нормативною літературою та розробками українських вчених у питанні містобудівних та архітектурно-планувальних рішеннях туристично-рекреаційних комплексів.

Задачами даної роботи є :

- Визначити складові елементів ландшафту;
- Аналіз вітчизняного та українського досвіду у цій сфері;
- Розглянути ідею планування «динамічної» прибережної міської зони нової активності;
- Розглянути та проаналізувати «проекти нового покоління».

Об’єкт дослідження: туристично-рекреаційний комплекс в місті Тена (Еквадор).

Предмет дослідження: містобудівні та архітектурно-планувальні рішення туристично-рекреаційного комплексу в місті Тена (Еквадор).

Відомо, що ландшафтно-рекреаційні території, призначені для організації відпочинку населення та покращання стану довкілля, формують «природний каркас» як населених пунктів, так і територій поза їх межами, який являє собою єдину ландшафтно-рекреаційну систему природно-заповідних та штучно створених міських озеленених територій, об’єднаних пішохідно-транспортними мережами.

Складовими елементами ландшафтно-рекреаційної системи є:

- міські елементи ландшафту (парки, сади та сквери, зелені насадження закладів освіти, охорони здоров’я, виробничих підприємств тощо);
- приміські ландшафтно-рекреаційні території (зони короткочасного відпочинку, дачні та садівничі поселення, лісопарки та гідропарки тощо);
- курорти та рекреаційні зони (приморські, гірські, рівнинні); туристичні зони та центри туризму (в межах історичних поселень, історико-культурних заповідників тощо);
- природно-заповідні території (національні природні та регіональні ландшафтні парки, парки–пам’ятки, експозиційні зони пам’яток природи тощо).

Типологічно визначені ландшафтно-рекреаційні території (крім озеленених територій спеціального призначення – санітарно-захисних зон, водоохоронних та містозахисних смуг тощо) є об'єктами містобудівного та ландшафтного проектування, яке в залежності від розмірів територій, існуючого функціонального їх використання, адміністративно-територіального устрою охоплює всі ієрархічні рівні – загальнодержавний, регіональний, місцевий будівель і споруд та здійснюється у містобудівній документації на державному та регіональному рівнях, на стадіях генерального плану, детального плану території, плану зонування території, а також у проектах різного типу громадських будівель і споруд[1].

Проектування ландшафтно-рекреаційних територій регламентується відповідним розділом ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень».

Однак з огляду на суттєві зміни у містобудівній діяльності, пов'язані з новими соціально-економічними умовами розвитку країни, процесами приватизації, з необхідністю адаптування нормативної бази до європейських стандартів набуло актуальності розроблення нової редакції згаданого ДБН з розширенням його змісту не тільки на міські і сільські поселення, але й на інші території за їх межами.

На основі аналізу вітчизняного та зарубіжного досвіду (Болгарії, Росії, Румунії, Франції тощо) щодо проектування та нормування ландшафтно-рекреаційних територій автором виявлено низку нових позицій, які доцільно науково та експериментально опрацювати і включити при коригуванні в діючий ДБН, зокрема[2]:

- встановити нормативи забезпечення потреб населення в ландшафтно-рекреаційних територіях; обґрунтувати показники питомої ваги озеленених територій (в межах житлової, громадської забудови, у загальному балансі території);
- уніфікувати номенклатуру рекреаційних закладів (скоротити з 16 типів до 5-7); раціоналізувати нормативи земельних ділянок рекреаційних закладів (зменшити їх у 3 – 5 разів);
- обґрунтувати нормативи кількості персоналу для нових об'єктів рекреаційного обслуговування;
- запровадити нові методи визначення місткості курортно-рекреаційних територій, нормативи допустимих антропогенних навантажень на ландшафтні комплекси, методи розрахунків площі земельних ділянок (брутто), рекреаційної забудови (нетто), озеленених територій тощо в залежності від містобудівних умов.

Основна частина

За останні десятиліття проекти прибережних ландшафтно-рекреаційних зон реалізовано в багатьох країнах світу (Великобританія, Америка, Німеччина, Іспанія, Франція тощо). Ці проекти комплексного благоустрою прибережних міських територій відображають нові тенденції щодо їхньої функціонально- планувальної організації та розкриття ролі цих територій в створенні якісного міського середовища.

Проведений аналіз цих проектів дозволяє визначити загальні тенденції сучасного планування прибережних ландшафтно-рекреаційних зон у світі. Насамперед планувальна організація прибережних ландшафтно-рекреаційних зон відрізняється поліфункціональністю; на достатньо великих площах міських територій вздовж урізку води формуються різноманітні функціональні зони: житлова, рекреаційна, промислова та інші[1-3].

Це реалізовано за проектами у різних містах світу: Колчестер (Великобританія), Ляйпціг (Німеччина), Рон Лєтап (Франція), Баку (Азербайджан), Гуанзху (Китай), Вінниця (Україна) тощо. Ще одна тенденція планування прибережних ландшафтно-рекреаційних міських зон полягає в об'єднанні їх в єдиній просторовій структурі міста, яка забезпечує стійкий («sustainable») розвиток територій в майбутньому. Також заслуговує на увагу ідея планування «динамічної» прибережної міської зони нової активності, яка передбачає:

- паритетний розвиток забудованих та відкритих озеленених ділянок на прибережних територіях; поєднання відкритих прибережних ландшафтів та архітектури – стає принциповим лейтмотивом у багатьох планувальних розробках;

- сучасний інженерно-технічний рівень проектних рішень, що спрямовано на безпеку прилеглих територій від високої води та можливих природних катастроф, які розробляються комплексно, враховують зміни клімату та місцеві умови, енергозберігаючі технології, що застосовуються при експлуатації гідротехнічних складових, зовнішнього освітлення тощо;
- паралельні заходи щодо розвитку сучасного будівництва та реконструкції й захисту історичної спадщини міста, а також здійснення нового ландшафтного благоустрою;
- реальна участь та підтримка громади міста у прийнятті рішень щодо розроблення проектів ландшафтно-рекреаційних прибережних зон та їх реалізації на вимогу громадян міста, наприклад у м. Ляйпціг (Німеччина), м. Валенсія (Іспанія), м. Рон Лєтап (Франція) тощо.

Однією з найбільш актуальних тенденцій є забезпечення зв'язку сучасної життєдіяльності людей з найновішими технологіями, створення «динамічного» міського простору за допомогою використання цифрових мультимедійних засобів, здійснення техно-креативної діяльності щодо проведення арт-фестивалів, світлових шоу, музично-співочих марафонів тощо. Найбільш характерно це для прибережних територій різних міст; прикладами проведення постійних заходів такого роду можуть служити прибережні ландшафтно-рекреаційні зони: біля фабрики Roshen на узбережжі Південного Бугу в м. Вінниця (Україна); Мадрид-Ріо вздовж русла Мансанарес у м. Мадрид, (Іспанія); береги річки Мерт у м. Рон Лєтап (Франція) тощо[3].

Сучасний темп життя в мегаполісах та інших населених пунктах, подальший сталий розвиток прибережних ландшафтних зон, необхідність створення нових міських зон соціальної та комерційної активності, а також індивідуальна потреба окремого мешканця у відпочинку, спостереженні водної поверхні, можливості пішки пройти вздовж русла річки, коли відчувається первинний зв'язок з природою та збереженим історичним минулим в сучасному міському просторі – все це диктує необхідність розробки та реалізації концептуальних проектів ландшафтно- рекреаційного благоустрою прибережних зон міста, що актуально і для українських міст, багатих на природні водні ресурси, унікальну рослинність та різноманітніший рельєф. Спираючись на наукові дослідження минулих років, для гармонійного формування архітектурно-ландшафтного середовища багатофункціональних рекреаційних комплексів у «проектах нового покоління» необхідно дотримуватись принципів, які відповідають досягнення науки в нинішній час і забезпечують:

- «Відкритість» – взаємодію забудови рекреаційного комплексу з ландшафтним оточенням, необмежені території якого дають можливість його подальшого перспективного розвитку;
- «Нелінійність» – дотримування меж цілісності об'єкта , запрограмованих параметрів рекреаційного комплексу з метою запобігання створення безперервної смуги забудови;
- «Варіантність» – прогнозування розвитку рекреаційного комплексу на основі функціональних, територіальних, екологічних та інших обґрунтувань різних шляхів його можливої архітектурно-планувальної організації у відповідності до містобудівної концепції формування планувальних утворень вищих ієрархічних рівнів (курортно-рекреаційні зони, райони, системи).

Висновок

Практична цінність матеріалів які наведені у цій статті полягають у подальшому удосконалені архітектурно-планувальних та композиційних рішень при проектуванні ландшафтного благоустрою комплексів нової міської забудови, що дозволить «зеленими фасадами, дахами та коліями» значно покращити екологію та рівень комфортності довкілля, підкреслити виразність архітектури будівель і споруд. Внесення відповідних доповнень у нормативні документи дозволить як при проектуванні, нової – так і при реконструкції існуючої міської забудови підвищити якість житлового середовища за рахунок створення таких прибудинкових, фасадних, покрівельних зелених зон.

Запропоновано низку нових позицій, які доцільно включити до нового ДБН.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Типологія об'єктів ландшафтної та туристично-рекреаційної архітектури: посібник /уклад.: Т. Ф.Панченко, С. М. Проценко, Л. І.Рубан, О. Ю. Пантюхіна, С.В. Шешукова. — К.: КНУБА, 2013.

2. Білоконь Ю. М. Регіональне планування (теорія і практика) / за ред. І.О.Фоміна. — К.: Логос, 2003.
3. Рубан Л. І. Архітектурно-ландшафтна організація прирічкових територій: навч. посібник / Л. І.Рубан / за ред. проф. Панченко Т. Ф. — К.: КНУБА, 2013.

Грефа Анді Елвіа Тереса — студентка групи БМ-18м, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, elviflaqui@hotmail.com
Науковий керівник: Очеретний Володимир Петрович — к.т.н., доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет.

Gref Andi Elvia Teresa— BM-18m student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, elviflaqui@hotmail.com
Scientific adviser: Volodymyr Volodymyr Petrovych— Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University)

УДК 72.01; 621.711.168

Т. К. Ріваденейра
В. П. Очеретний

ФОРМУВАННЯ ГОТЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ В ЗОНАХ РЕКРЕАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто, що собою являє рекреаційне середовище та визначили чинники рекреаційного середовища. Проаналізовано основні чинники, що визначають вибір ділянки для розміщення готельного комплексу. Визначено склад рекреаційної зони та основні принципи, що беруться до уваги при формуванню готельних комплексів в цій зоні.

Ключові слова:

Рекреаційне середовище, ресурси, об’ємно-планувальні рішення, будівля, архітектура, готельно-торговельний комплекс, забудова, чинники, сучасність, містоблудування.

Abstract

It is considered that it is a recreational environment and factors of recreational environment have been identified. The main factors that determine the choice of site for hotel complex are analyzed. The composition of the recreation area and the basic principles that are taken into account in the formation of hotel complexes in this area are determined.

Keywords:

Recreational environment, resources, space planning solutions, building, architecture, hotel and shopping complex, development, factors, modernity, urban planning.

Вступ

Актуальність теми: Готельний бізнес як невід'ємна частина ринку туризму займає важливе місце в економіці багатьох країн. Науково-технічний розвиток і пов'язана з ним зміна праці, призвели до змін характеру відпочинку у всіх куточках світу. Створення сучасної індустрії туризму неможливо без підприємств готельного і ресторанного бізнесу, які займають важливе місце в цій сфері діяльності.

Мета роботи: Ознайомлення з світовим досвідом проектування готельних комплексів та порівняти досвід будівництва на території України. Визначити фактори впливу на принципи архітектурно-планувальних рішень готельних комплексів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- Проаналізувати, що собою являє рекреаційне середовище;
- Визначити чинники рекреаційного середовища;
- Проаналізовано основні чинники, що визначають вибір ділянки для розміщення готельного комплексу
- Визначено склад рекреаційної зони та основні принципи, що беруться до уваги при формуванню готельних комплексів в цій зоні

Предмет: дослідження: Формування готельних комплексів в зонах рекреації на прикладі міста Орельяна (Еквадор).

Об’єкт: Готельний комплекс у місті Орельяна (Еквадор).

Рекреаційне середовище є результатом взаємодії, взаємопроникнення і взаємодоповнення трьох комплексних чинників: ресурсів, утворень, діяльності[1-4].

Ресурси є поєднанням природних і антропогенних чинників, що створюють сприятливі умови для рекреаційної діяльності. Природні (рельєф, акваторії, клімат, флора) й антропогенні (історико-культурні, соціально-економічні) рекреаційні чинники оцінюють за:

- санітарно-гігієнічними критеріями;
- функціональними критеріями;
- естетичними критеріями.

Функціональний критерій – здійснення конкретного виду рекреаційного заняття (для купання - водойм з теплою водою, для альпінізму – гірський рельєф та ін.). Санітарно-гігієнічний критерій –

відсутність забруднення, шумів, небезпечних комах інше. Естетичний критерій - художня виразність природних й антропогенних ландшафтів та їх елементів.

Ресурси створюють «рекреаційний профіль» певного ландшафту. Разом з тим, потреби охорони природи, економічні і технічні умови розвитку ландшафту для конкретного виду діяльності сприяють його трансформації для освоєння та впорядкування, тобто створенню системи рекреаційних утворень.

Вони є сукупністю природного (парк, водні басейни, нові насадження, лижні схили) і урбанізованого (рекреаційні: установи, селища, комплекси, агломерації) середовища, перетвореного для рекреації.

Вони можуть мати різний масштаб і вигляд, розрізняючись за таксономічними і типологічними ознаками. Таксономічна ознака визначає місце даного утворення в ієрархічних щаблях усієї системи рекреаційних утворень:

- регіональна система (Карпатський рекреаційний регіон); районна – система утворень району (рекреаційна агломерація Велика Ялта);
- локальна – система утворень однієї місцевості (місто–курорт, рекреаційне селище, комплекс), однієї ділянки (рекреаційний заклад, пляж, парк) або мікроділянки (рекреаційне приміщення, місце).

Основна частина

Планувальна організація території рекреаційної зони визначається функціональними й архітектурно-будівельними критеріями. За вимогами всі рекреаційні зони можна розділити на: територію забудови та природний рекреаційний ландшафт[2,4].

Функціональні критерії визначають типологію забудови (поліфункціональна або монофункціональна); кількість і види підзон території забудови:

- територія основної забудови;
- підзона центру періодичного обслуговування;
- територія оздоровчо-спортивних споруд;
- підзона лікувально-оздоровчого центру.

Склад рекреаційної зони залежить від містобудівних умов її розміщення:

- у складі рекреаційного району;
- відособлено (автономно);
- у рекреаційному центрі;
- у зоні впливу промислового міста.

Поєднання в одній рекреаційній зоні у стаціонарних і нестаціонарних, цілорічних і сезонних, відносно комфортабельних комплексів дозволяє збільшувати місткість рекреаційної зони, урізноманітнити рекреаційну забудову, сформувати єдину систему обслуговування[3].

У сучасних рекреаційних зонах система обслуговування повинна мати гнучку структуру, яка враховує як кількісні так і якісні потреби рекреантів. Частота і масовість використання різних видів обслуговування визначає структуру і розміщення установ обслуговування. Структура обслуговування формується на містобудівній або соціальній потребах.

Містобудівна концепція обслуговування у рекреаційній зоні має східчасту структуру: повсякденне - періодичне - епізодичне. Повсякденне обслуговування зосереджене у підзонах основної забудови (в установах загального харчування). Періодичне обслуговування формується у вигляді підзони суспільного центру, що складається з підцентрів: адміністративного, побутового, культурно-видовищного, торгівельного обслуговування. Різниця між установами масового харчування повсякденного та періодичного обслуговування полягає в характері обслуговування (рівні комфорту):

- повсякденне вимагає обов'язкового трьохразового харчування;
- періодичне - несе додатковий (крім харчування) розважальний (атрактивний) характер.

Готельні комплекси - це складні, часто унікальні споруди. їх розміщення у планувальній структурі міста є складним і відповідальним процесом. Вибір ділянки для розташування готельного комплексу визначається цілою низкою чинників (див. рис. 1)[1].

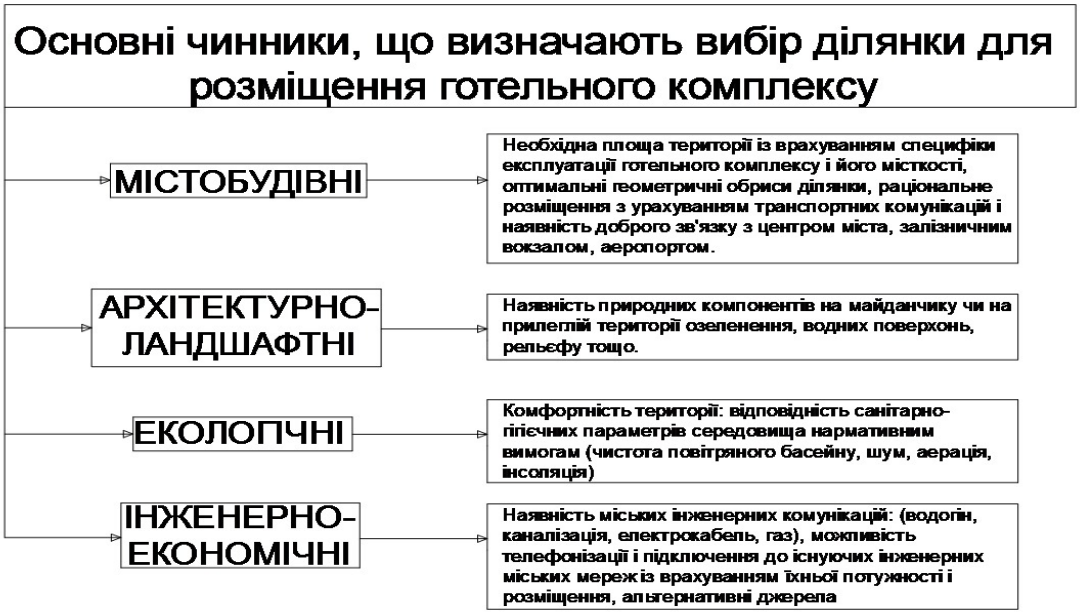


Рис. 1. Чинники вибору майданчика для будівництва готельних комплексів

Проаналізувавши рис. 1 можна зробити висновок, що найголовнішими чинниками є містобудівні, архітектурно-ландшафтні, екологічні, інженерно-геологічні.

Основні принципи, що беруться до уваги при спорудженні будівель готелів, такі.

- Будівля (або комплекс будівель) повинні органічно вписуватися до навколишнього середовища, не порушуючи особливості міського або сільського ландшафту.
- Необхідно враховувати природно-кліматичні фактори, температуру та вологість повітря, кількість опадів, інсоляцію, швидкість і напрямок вітру тощо.
- Архітектурне, конструктивне і планувальне вирішення будівлі не повинні бути надмірно дорогими. Планування будівлі повинне забезпечувати економічність її експлуатації.
- При проектуванні готелю певну роль відіграють рекламні міркування: забезпечення оформлення фасаду, що підкреслює престижність готелю; встановлення рекордів певного напрямку (будівництво найвищої будівлі, найбільш екзотичної будівлі тощо); розташування вітрин готельних торгових центрів і т. ін.
- Планування будівлі повинне забезпечувати раціональну організацію обслуговування і відповідний комфорт проживаючим, відповідати функціональним вимогам.
- Будівля повинна відповідати естетичним, технічним, санітарно-гігієнічним, екологічним нормам і рекомендаціям. Варто передбачати можливість її реконструкції.
- Необхідно дотримуватися умови економічності процесу будівництва будинку.

Висновок

Отже, було розглянуто, що собою являє рекреаційне середовище та визначили чинники рекреаційного середовища. Проаналізовано основні чинники, що визначають вибір ділянки для розміщення готельного комплексу.

Визначено склад рекреаційної зони та основні принципи, що беруться до уваги при формуванні готельних комплексів в цій зоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бричанський А. О. Сучасні об'ємно-планувальні рішення готельно-торгового комплексу [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13

жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3390.

2. Вітюк І. В. Варіанти моделювання ландшафтно-архітектурної та просторової структури рекреаційно-розважальних парків [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали міжнар. наук.-прак. конф., 5-7 квітня 2017 р. - Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2017. - С. 144. - ISBN 978-966-284-110-7.

3. Вітюк І. В. Критерії комплексної оцінки сучасного стану садово-паркових об’єктів на території міста Вінниці [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference , «Dny vědy -2017», 22 -30 března 2017 г. - Praha : Publishing House «Education and Science», 2017. – Vol. 6 : Chemie a chemické technologie . Zemědělství . Matematika. - С. 45-48.

4. Ковальський В. П. Фактори, що впливають на формування та розміщення садово-паркових об’єктів [Текст] / В. П. Ковальський, І. В. Вітюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Т. 21, № 2. - 2016. - С. 69-73.

Рівaденейра Тапуй Клара Індіра — студентка групи БМ-18м, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, clarisrivadeneyra@outlook.es.

Науковий керівник: Очеретний Володимир Петрович — к.т.н., доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет.

Rivadeneira Tapui Clara Indira — BM-18m student, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, clarisrivadeneyra@outlook.es.

Scientific adviser: Volodymyr Volodymyr Petrovych— Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University)

УДК 711.582

К.О. Трофименко
В.П. Ковальський

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ м. ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розвиток міста Вінниця, яке не маючи столичного статусу і не будучи мегаполісом, інтегровано у процеси сучасного розвитку, зростає в ногу з часом, у багатьох сферах є реальним лідером серед інших міст. Проте, темпи та результати урбанізації зазвичай створюють загострення транспортних,екологічних, соціальних проблем та відчуваються наслідки незбалансованого розвитку міста.

Ключові слова: розвиток,модернізація,транспорт,мікрорайони ,м. Вінниця.

Abstract

The development of the city of Vinnytsia, which, having no capital status or being a metropolis, is integrated into the processes of modern development, is growing with the times, in many spheres it is a real leader among other cities. However, the pace and results of urbanization are usually exacerbated by transport, environmental, social problems and the effects of unbalanced urban development.

Keywords: development, modernization, transport, neighborhoods, Vinnitsa.

Вступ

Вінниця – економічний та історичний центр України. Тут доволі високий рівень ділової активності і, як наслідок, низький рівень безробіття. Також в цьому місті народжуваність перевищує смертність, що дає відчутний приріст населення. При цьому до Вінниці приїжджає більше людей, ніж виїжджає з неї, і це забезпечує обласному центру непоганий результат за показником "Міграція". Так які ж недоліки все таки є у Вінниці з точки зору містобудівництва та за якими напрямками варто розвиватися місту беручи до уваги досвід інших міст?

Результати дослідження

Основні напрямки розвитку м. Вінниця це:

- транспортна система;
- рекреаційна зона;
- поліпшення стану віддалених районів.

Якщо розібрати детально та по порядку ми маємо те , що для розвитку транспортної системи необхідно інтегрувати існуючий генеральний план, згідно з яким м. Вінниця має розширювати свої межі зі зростанням трафіку. Необхідність будівництва хоча б одного з мостів через річку Південний Буг та двох мостів через залізничні колії, котрі б завершували внутрішню та зовнішню кільцеві дороги. Також пропонується зробити регульованими перехрестя з великою кількістю пішоходів (Наприклад перехрестя біля Залізничного Вокзалу) а також створення пішохідних тунелів у внутрішніх районах міста з метою збільшення пропускної здатності дорожньої мережі.

Головною проблемою на котру будуть затрачені інвестиції у транспортну інфраструктуру до 2025 року - буде переважно покращення якості доріг та залізничного сполучення.

Якщо говорити про важливість розвитку рекреаційних зон то вони мають виняткову цінність у структурі міста [1-4]. Важливою стратегічною ціллю є організація кращої доступності до таких елементів ландшафту, як узбережжя Південного Бугу та його приток, з метою ефективного використання цих територій для рекреаційних цілей та підвищення якості й привабливості прилеглих районів [5-8].

Розвиток територій міста має передбачати збереження житлових районів на околицях,а також урбаністичних структур, сформованих ландшафтом. Тобто створення повноцінного рекреаційно-оздоровчого комплексу - системи, яка включає в себе такі функції як:

- території з цінними оздоровчими властивостями;
- рекреаційно-туристичні центри;
- природні і культурні комплекси;

- регенерація робочої сили, сфера господарчої діяльності;
- транспортне сполучення;
- рекреанти.

Щодо поліпшення стану віддалених районів, у Вінниці є 3 мікрорайони котрі за думкою Вінничан являються найкомфортнішими, а саме:.

Вишенька – найкраще місце для життя в Вінниці Вишенька, згідно з даними аналітичного центру DOM.RIA, визнаний кращим районом у Вінниці за рівнем розвитку інфраструктури, наявністю зон для відпочинку та спорту [9-11]. Він також розташувався серед лідерів за такими критеріями: екологічна ситуація; транспортне з'єднання; безпека. Мікрорайон знаходиться в західній частині міста, але від центру його відділяє буквально 5 хвилин їзди. Завдяки тому, що тут проходить кілька маршрутів трамваїв, тролейбусів і автобусів, жителі району без проблем добираються в будь-яку точку міста без пересадок. Тут знаходиться пара шкіл, є дитсадки, торговельні центри. У сучасній забудові передбачені паркінги для достатньої кількості автомобілів.

Центр – безкомпромісна безпека і зручність Центральна частина міста – справжня окраса Вінниці. Ідеально продумана інфраструктура, відсутність проблем з транспортним сполученням, широкий вибір місць для відпочинку, прогулянок і по-справжньому європейська атмосфера. Тут зосереджені міські адміністративні будівлі, навчальні заклади, в тому числі університети, головні торговельні та культурні об'єкти Вінниці.

Урожай – ще один претендент на звання кращого району Вінниці. Він виявився лідером в плані транспортної доступності. Тут добре розвинена соціальна інфраструктура, є місця для занять спортом, прогулянок. Мікрорайон розташований в пішохідній близькості від центральної частини міста. Є навчальні, освітні установи, супермаркети і торгівельні центри. Звідси без проблем можна дістатися в будь-який інший район міста.

Оскільки чисельність населення у цих мікрорайонах досить велика, а перспектива для розбудови досить обмежена у територіальному плані, з'являється необхідність розбудови менш комфортних мікрорайонів міста. Це покращить і транспортну структуру, рівномірно розподілить розселення мешканців, сприятиме створення робочих місць, покращенню благоустрою, а ще збереже довкілля,оскільки у менш перспективних мікрорайонах досить нерівномірно розташовані забудови, і є можливість доповнити архітектурний ансамбль новобудовами та адміністративними будинками не за рахунок вирубки лісів та забудові родючих полів.

Висновки

У результаті дослідження гострих проблем у м. Вінниця можна зробити висновок, що оцінюючи позитивну динаміку розвитку міста за минулі роки, є можливість зробити місто Вінниця ще комфортнішим для його мешканців та більш привабливим для туристів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вітюк І.В. Фактори, що впливають на формування та розміщення садово-паркових об'єктів / І.В. Вітюк, В. П. Ковальський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Том 20 № 2. – 2016. – С. 80-85.
2. Ковальський В. П. Малі архітектурні форми, їх переваги та недоліки(на прикладі міста Вінниця) [Текст] / В. П. Ковальський, К. Пиндик // Вісник науково-методичних досліджень. - Вінниця : ВГПК, 2015. – № 4. - С. 113–118
3. Вітюк І. В. Критерії комплексної оцінки сучасного стану садово-паркових об'єктів на території міста Вінниці [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference , «Dny vědy -2017», 22 -30 března 2017 г. - Praha : Publishing House «Education and Science», 2017. – Vol. 6 : Chemie a chemické technologie . Zemědělství . Matematika. - С. 45-48.
4. Ковальський В. П. Оцінка чисельності відвідувачів рекреаційного об'єкту на прикладі центрального міського парку міста Вінниці [Текст] / В. П. Ковальський, І. В. Вітюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2017. – Т. 22, № 1. - С. 57-60.
5. Вітюк І. В. Варіанти моделювання ландшафтно-архітектурної та просторової структури рекреаційно-розважальних парків [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали міжнар. наук.-прак. конф., 5-7 квітня 2017 р. - Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2017. - С. 144. - ISBN 978-966-284-110-7.

6. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.
7. Ковальський В.П., Лисій Г. І. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків // Науково-технічний збірник №1-Вінниця 2015. - С. 111-114.
8. Ковальський В. П. Містобудівний аналіз розташування аквапарків, їх особливості та класифікація [Текст] / В. П. Ковальський, О. В. Новікова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Т. 20, № 1. - 2016. - С. 97-102.
9. https://dom.ria.com/uk/articles/vinnica-top-3-rajona-v-gorode-komforta-i-uyuta-177104.html © DOM.RIA.com™
10. Трофименко К. О. Актуальність реконструкції кінотеатру "Росія" у місті Вінниця [Текст] / К. О. Трофименко, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 212-214.
11. https://forumkyiv.org/uk/analytics/transportna-infrastruktura:-svitlo-u-kinci-tunelyu

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Трофименко Катерина Олександрівна — студентка Вінницького національного технічного університету. E-mail:bm16mc.trofimenko@gmail.com Тел.:+380937797433

Науковий керівник: ***Ковальський Віктор Павлович*** — к.т.н., доцент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Kowalskiy Viktor P — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Katerina O. Trofumenko — student of Vinnitsa National Technical University

Supervisor: ***Kowalskiy Viktor P —*** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Urban Development and Architecture of Vinnytsia National Technical University.

УДК 725

Сердюк В. Р.
Бармалюк В. М.

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛОСКОЇ ІНВЕРСІЙНОЇ ПОКРІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості організації інверсійних покрівель, їхні переваги та недоліки, конструкції та застосування у міському середовищі.

Ключові слова: інверсійна покрівля, гідроізоляція, теплоізоляційні плити, пінополістирол, гравійна засипка, монолітна армована плита.

Summary

Features of other inversion roofs, their advantages and disadvantages, structures and applications in urban environment are considered.

Keywords: inversion roof, waterproofing, heat insulation boards, expanded polystyrene, gravel backfill, monolithic reinforced plate.

Вступ

Одна з основних задач інверсійної покрівлі – в захисті шару гідроізоляції, яка вільно укладена під шаром утеплювача. Такий порядок укладання пирога практично забезпечує для гідроізоляції постійний температурний режим, близький до температури безпосередньо в будівлі.

Таким чином ризик появи конденсату зводиться до мінімуму, тобто пристрій пароізоляції стає необов’язковим.

В структуру інверсійних покрівель зазвичай входять:

- перекриття залізобетонне;
- уклонообразующий шар;
- вирівнююча стяжка;
- гідроізоляція;
- екструдований пінополістирол як утеплювач;
- геотекстиль;
- баласт.

Конструктивна схема типових інверсійних покрівель зображена на рис. 1.

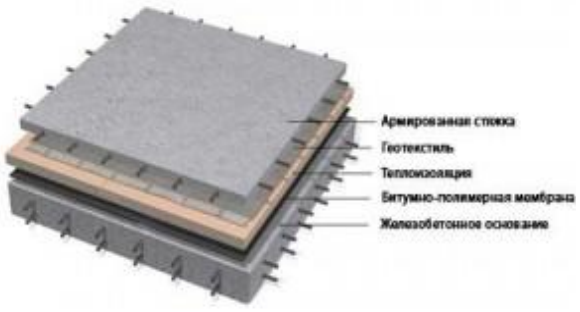


Рис. 1. Конструктивна схема типових інверсійних покрівель

Конструкція інверсійної покрівлі полягає в тому, що шар гідроізоляції "перевернутий", тобто розташовується не як прийнято, а безпосередньо на бетонному перекритті. Далі по порядку йде шар утеплювача. Відмітними особливостями, що застосовуються в якості утеплювача, теплоізоляційних плит є:

1) високі теплоізоляційні показники;

2) стійкість до води;

3) стійкість до механічного навантаження;

4) високі показники стійкості до впливу навколишнього середовища і перепаду температур;

5) забезпечення збереження гідроізоляційного шару.

Інверсійна покрівля має ряд переваг перед своїми традиційними аналогами, серед яких:

- незаперечна перевага плоских експлуатованих інверсійних покрівель насамперед у багатофункціональності покриття. Воно стає майданчиком для облаштування паркової зони, басейни, корти, паркінгу, тераси і т. д. Причому укласти її можна на будь даху або уступі, з урахуванням високої точності з'єднання точок примикання покриття;

- гідроізоляція в конструкції інверсійної даху виявляється захищеною від механічних пошкоджень, дії ультрафіолетових променів, а також коливань температур;

- тільки інверсійна покрівля дає можливість експлуатації в інтенсивному режимі;

- порівняно з традиційними покрівлями, теплостійкість даного виду покрівлі вище, приблизно на 20 °С. Перепади температур, завдяки еластичності покриття, не викликають мікротріщин, які могли б надалі викликати порушення цілісності покрівлі;

- відмінну теплоізоляцію (наявні тепловтрати незрівнянно нижче, ніж у традиційної);

- особливості будови забезпечують його міцність;

- можливість монтажу протягом усього року, що особливо цінно, коли стислі терміни будівництва;

- багатоваріантність використання, що дозволяє при комплексному будівництві забезпечити єдність стилю;

- при демонтажних роботах допускається повторне використання теплоізоляційних плит.

Експлуатована інверсійна покрівля в змозі витримувати значні навантаження, її експлуатаційний термін гарантований в 50-60 років.

До мінусів інверсійної покрівлі можна віднести те, що:

- ще на етапі проектування має бути врахована наявність в її конструкції водостоків;

- її складна структура передбачає якість, що, природно, відбивається на вартості.

Інверсійне суміщене покриття будівлі проектують із зміненим порядком складових шарів, що включає несучу конструкцію, вирівнюючий та ухилоутворюючий шари, покрівлю під шаром утеплювача, шар гравію або бетонні плити. Слід передбачити використання морозостійкого утеплювача з водопоглинанням не більше 0,7 % по об'єму та міцністю на стиск не менше 100 кПа.

За необхідністю відведення вологи з поверхні утеплювача слід передбачити додатковий шар покрівлі по утеплювачу. Механічне закріплення теплоізоляційних плит не допускається [1].

Поява і масова доступність гідрофобного утеплювача дозволила розробити і реалізувати в будівництві конструкцію інверсійної покрівлі. Цей вид утеплювача має рівномірно розподілені замкнуті пори, він не поглинає воду, не набухає і не дає усадки, стійкий до механічних навантажень хімічно стійкий і не схильний до гниття. Теплоізоляцією для інверсійних покриттів служать екструдовані пінополістироли вітчизняного та іноземного виробництва (табл. 1).

Таблиця 1. Усереднені технічні характеристики утеплювача інверсійної покрівлі

Середня щільність, кг/м^3	25-45
Теплопровідність при середній температурі 10 ºС, (Вт/мК)	0,025-0,033
Межа міцності при стисненні при 10 % деформації, Н/мм^2	0,15-0,7
Водопоглинання через 28 діб при змінній температурі, об. %	0,1-0,5
Гранично допустима температура використання	75 ºС

Можливі кілька варіацій «перевернутих» дахів [2]:

- Баластова інверсійна покрівля – включає покладену по підставі гідроізоляцію, теплоізоляцію, фільтруючий шар і гравійну засипку в якості баласту.
- Експлуатована покрівля з тротуарною плиткою буде дуже до місця там, де потрібна відкрита площадка з присутністю людей, розміщенням парасольок, столиків зі стільцями, шезлонгів, тренажерів і т. п. Відрізняється присутністю тротуарної плитки замість гравію.

- Зелений дах – призначений для влаштування газону і посадки рослин з неглибокими корінням. За складом відповідає баластних варіанту (гравій грає роль дренажу) з додаванням другого фільтруючого і грунтового шарів. Особливі вимоги до водовідводу з даху.
- Дах-автостоянка – при необхідності облаштування на покрівлі автостоянки або водойми слід заздалегідь передбачити в проекті проміжні зміцнюючі шари і верхнім покриттям - монолітну армовану плиту.

У практиці сучасного будівництва при проектуванні експлуатованих покрівель все частіше використовують озеленення покриття дахів будівель та споруд. Інтерес до нових розробок в області урбаністичного дизайну з метою формування концепції сталого розвитку міського середовища, створення додаткових просторів з пристроєм зеленого даху зростає у багатьох країнах, принципи функціонування «зелених» будівель створюють сприятливе середовище для здоров'я і благополуччя населення [3].

Інверсійні покрівлі за даними багатьох джерел можуть утримувати 60-80% дощової води, а це зниження навантаження на міську стічну каналізацію та усунення можливих затоплень. Використання інверсійної покрівлі будівель забезпечує додаткові відкриті площі, які можуть використовуватись за різним призначенням. На сьогоднішній день інверсійна покрівля не лише захищає будівлю від впливу зовнішнього середовища та погодних умов, але й забезпечує додаткові відкриті зелені площі, які зменшуються через забудову міст.

Висновки

Інверсійна покрівля являє собою суттєве поліпшене конструктивного вирішення традиційної плоскої покрівлі, яке забезпечує подовження терміну служби плоскої покрівлі більше ніж в 2 рази, легко трансформується в «зелену» покрівлю.

Як відомо, традиційна конструкція покрівлі не володіє достатньою жорсткістю і не може використовуватися як експлуатована, оскільки в цьому випадку гідроізоляційний шар буде схильний до сильних механічних навантажень. Принцип використання інверсійної покрівлі полягає в тому, що утеплювач розміщується поверх гідроізоляційного шару і тим самим захищає його від несприятливих умов (кліматичних і механічних).

Враховуючи доступність будівельних організацій до сучасних теплоізоляційних і гідроізоляційних матеріалів існує необхідність державної підтримки та регулювання обов'язковості використання інверсійної та «зелених» покрівель в сучасному будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Покриття будівель та споруд. ДБН В.2.6-220:2017. Затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства від 06.06.2017 р. № 139. – Режим доступу: URL: https://eurobud.ua/uploads/files/pinoplast_norm_doc/dbn_v.2.6-220_2017.pdf.

2. Будівельні технології. [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL: http://stroytechnology.net/budivelni-roboty/707-inversiyna-pokrivla.html.

3. Horr A., Arif Y., Kaushik M. et al. Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature //Building and environment. 2016. Vol. 105. Pp. 369–389. 2. Global Networking for Green Roofs.

Сердюк Василь Романович – доктор технічних наук, професор кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: modser@i.ua

Бармалюк Владислав Максимович – студент Факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bm14b.barmalyuk@gmail.com.

Vasyl R. Serdyuk – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of BMGA, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa city, e-mail: modser@i.ua

Vladyslav Barmalyuk — student, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, e-mail: bm14b.barmalyuk@gmail.com.

УДК 711.57

Т. І. Белинь
В. П. Ковальський

АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОГО ТА СВІТОВОГО ДОСВІДУ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАКЛАДІВ КУЛЬТУРИ ТА ДОЗВІЛЛЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано вітчизняний процес формування закладів культури та дозвілля, встановлено основні фактори розвитку даних закладів закордоном .

Ключові слова: *заклади культури та дозвілля, позашкільна освіта, неформальна освіта, архітектурно-композиційні рішення.*

Abstract

The national process of creation of cultural and leisure institutions is analyzed, the main factors of development of these institutions abroad are established.

Keywords: *cultural and leisure facilities, extracurricular education, non-formal education, architectural and compositional solutions.*

Вступ

Технічний прогрес зосередив в руках людини XXI століття величезні можливості, одночасно зробивши її як ніколи вразливою. Тому проблема гармонійного виховання молодої людини і фахівця в даний час привертає увагу науковців у всьому світі. Засобом вирішення даного завдання є не тільки досягнення високого рівня знань за відповідним напрямом, але і задоволення потреби в організованому дозвіллі, наповненому інтелектуальною діяльністю, творчістю, спілкуванням, заняттями спортом. У зв'язку з цим підвищуються вимоги до різноманітності та якості споруд, призначених задовольняти запити різних соціальних груп населення в сфері дозвілля [1-3]. Особливо гостро стоїть проблема формування закладів дозвілля молоді, яка є найбільш активною соціальною групою суспільства.

Мета роботи: аналіз процесу становлення та розвитку закладів культури та дозвілля в Україні, охарактеризувати світовий досвід формування та організації даних закладів.

Основна частина

Будинки культури, центри дозвілля, сільські та міські клуби, творчі об’єднання, школи естетичного виховання тощо належать до закладів позашкільної освіти. Такий тип освіти здійснюється диференційовано, відповідно до індивідуальних можливостей, здібностей та інтересів дітей і молоді. В Україні функціонує близько півтори тисячі закладів позашкільної освіти, які відвідують понад 1,2 млн. дітей та підлітків, тобто кожна п’ята дитина. Існує понад 72 тисячі гуртків, секцій, творчих об’єднань [4].

Вітчизняний досвід проектування будинків культури та дозвілля

Згідно досліджень доктора педагогічних наук Биковської О. В., розвиток позашкільної діяльності на території України поділяється на історичні етапи:

- I етап – до X ст. Етап створення передумов виникнення позашкільної освіти, оволодінням елементарними трудовими навичками;
- II етап – X-XV ст.ст. Відбувається активізація освітньої діяльності, розвиток шкільництва та позашкілля, відкриваються іноземні освітні заклади;
- III етап – XVI-початок XX ст. Позашкільна робота спрямовується на виховання молодого покоління на засадах народних традицій, народної та козацької педагогіки;
- IV етап – 20-80-ті рр. XX ст. Розвиток позашкільної роботи та позашкільних навчальних закладів, формування позашкільної діяльності як системи та, як наслідок, набуття у 1991 р. у Законі України «Про освіту» статусу складової системи освіти. В 30-х рр. XX ст. в Україні масово створюються заклади позашкільної освіти нового типу – палаци піонерів та жовтенят, аналогів яких не було в жод-

ній країні світу. Це були комплексні заклади, в яких організовувалося цікаве дозвілля, розумний відпочинок, саме тут виявлялися здібності та таланти, задовольнялися дитячі запити.

Детальний розвиток цього періоду зображено на рис. 1.

• V етап – кінець XX – початок XXI ст. Етап сучасного розвитку позашкільної освіти України характеризується соціальними змінами в суспільстві та нормативним закріпленням статусу позашкільної освіти [5].

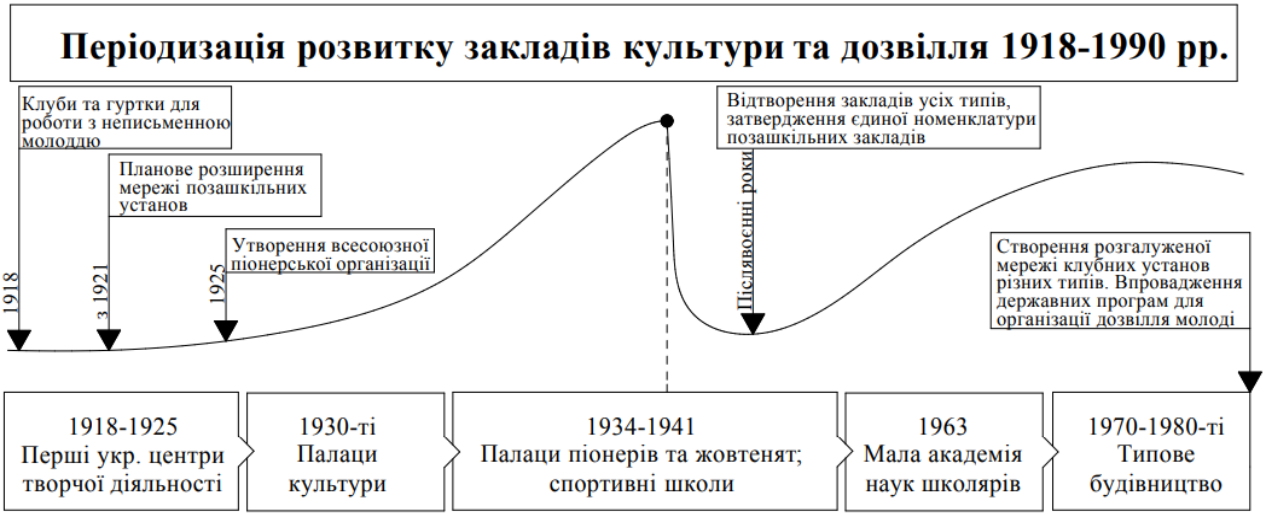


Рис.1. Етапи розвитку закладів культури та дозвілля в Україні 1918-1990 рр.

Наймасовішими спорудами кінця XIX ст. стали робітничі клуби, які будували на кошти профспілок залізничників, харчовиків, металургів. Кожна профспілка, замовляючи проект, ставила перед архітектором певні вимоги не лише з його планувальної організації, а й щодо дотримання певних естетичних принципів. Основний принцип планування клубів і палаців культури полягав у досягненні можливості роздільної експлуатації їх масово-видовищної та клубної частини. що майже завжди приводило до створення асиметричних складних планів. Творчій роботі архітекторів України над проектуванням клубів великою мірою сприяло проведення численних конкурсів та обговорення проектів на творчих дискусіях і в пресі [6].

До найцікавіших прикладів будинків культури минулого століття з компактним планом у формах конструктивізму належить «Палац робітника» в Харкові (нині «Палац культури залізничників»), зображений на рисунку 2.

Рис.2. «Палац робітника», м. Харків

Споруда побудована у 1928-1932-х роках за проектом О. Дмитрієва. Палац розташований на відносно невеликій площі. Центром композиції є зал для глядачів секторної форми на 2 тис. місць із двома ярусами балконів. Із трьох боків його оточують кулуари і фойє. Безпосередньо до сцени примикають кімнати для артистів, а до ар'єрсцени - гімнастичний зал з набором приміщень обслуговування. Найвдалішим є парадне вирішення вестибюля з гардеробом і фойє з двома широкими сходами. Забезпечено зручний зв'язок вестибюля із залом невеликого ресторану з одного боку, і лекційною аудиторією - з другого, а також із клубними кімнатами в рівні двох верхніх поверхів, які мають ізольовані виходи на вулицю. Внутрішньому просторові основних приміщень притаманна одна загальна риса - він немовби перетікає в різні рівні, тут вдало використано фактуру і колір оздоблювальних матеріалів. які поєднуються з полірованою міддю, що "осучаснює" інтер'єри, надає їм особливої вишуканості.

До числа довершених за планувальною організацією належить Палац культури ім. Котлова у Кременчуці (1925-1926, архіт. Ф. Мазуленко), представлений на рисунку 3.

Рис.3. Палац культури ім. Котлова, м. Кременчук

Дві третини його об'єму займає видовищна група зі зручним залом на 500 місць із балконом, а клубна частина функціонально ізольована і має свій вхід, вестибюль і гардероб, що зручно в експлуатації. Архітектурне обличчя клубу утворюють форми, навіяні українським народним теслярством. Це велика ніша-портал з балконом, верхня частина якої має форму трапеції, а масштаб ніші майстерно підкреслено двома невеликими баштами. Пілони, що обрамляють портал, пластично збагачені невеликими заглибленнями, в яких розмішено декоративні вази. Особливу красу споруді надають декоративний картуш над нішею-порталом, рустовка першого поверху і характерної форми череп'яний дах з великим виносом.

Згідно ДБН 360-92** чисельність позашкільного закладу задається з розрахунку загального числа школярів, відсоток охоплення населення за нормативами становить 15,3% з розрахунку на 1000 осіб. Для Палаців (Будинків) школярів цей показник становить 3,3%, станцій юних натуралістів та туристів – по 0,4%, дитячо-юнацьких спортивних шкіл – 2,3%, дитячих шкіл мистецтв чи музики – 4%, художніх та хореографічних – 2,7% та інших – 6,2% [7].

В нормативній документації України для установ культури та дозвілля вказані норми за чисельністю учнів у закладі, а радіуси пішохідної доступності носять узагальнений характер та не відповідають конкретним містобудівним ситуаціям. Крім того, не задаються рекомендації з розташування закладів позашкільної освіти у структурах житлових утворень, не визначені розміри земельних ділянок. Немає і відповідних вітчизняних досліджень та методичних рекомендацій з цих питань.

Разом з тим, багаторічна складна політична, економічна та соціальна ситуації негативно вплинули на розвиток мережі позашкільних установ.

На сьогоднішній день розвиток мережі дозвіллєвих закладів в Україні призупинився. До прикладу, Вінницький Палац дітей та юнацтва, зображений на рисунку 4, відкрив свої двері 1935 року і спочатку мав назву Палацу піонерів і жовтенят. Сучасну будівлю палацу було зведено в 1969 році на кошти, зібрані молодіжним активом міста. Наразі в стінах Палацу займаються понад чотири тисячі дітей.

Рис.4. Палац дітей та юнацтва, м. Вінниця

За кордоном діяльність молоді в закладах культури та дозвілля позначається терміном «неформальна освіта» і є частиною «концепції безперервної освіти» («long life education»), яка передбачає процес зростання освітнього потенціалу особистості протягом усього життя на основі використання системи державних і громадських інститутів відповідно до потреб особистості та суспільства. В таблиці 1 проаналізовано світову концепцію розвитку закладів культури та дозвілля.

Табл.1. Концепція розвитку закладів культури та дозвілля за кордоном

Світовий досвід формування закладів культури та дозвілля	
Японія • Відвідування гуртків є обов'язковим для кожної дитини; • через високу щільність забудови клуби та заклади дозвілля інтегровані у мережу шкіл.	***Польща*** • Постійно розвивається мережа закладів культури та позашкільної освіти: палаци молоді, дитячі центри розвитку, будинки культури; • співпраця зі шкільною мережею та об'єктами соціальної сфери.
Франція • Держава надає постійну матеріальну підтримку та контролює обєкти дитячої творчості; • мережа будинків культури та дозвілля розгалужена. Організовуються гуртки, стажування, курси при підтримці мерій.	***Італія*** • Розповсюджена прктика методу " Школа в школі" для створення більш гнучкої системи уроків і позаурочних занять; • Розташування центрів дозвілля в оточенні найважливіших об'єктів соціальної інфраструктури.
Китай • Відвідування будинків культури та дозвілля є безкоштовним та загальнодоступним; • стрімкий розвиток проектування закладі культури: палаци сучасної науки та техніки, інтерактивні павільйони профорієнтації, підліткові клуби за місцем проживання.	***США*** • Популярними є "Клуби для хлопчиків та дівчат Америки" для дітей віком від 6 до 18 років, в яких працюють над розвитком лідерських якостей, освітою для кар'єри, навчаються підтримувати здоров'я та розвивають життєві навички.

В архітектурній практиці, в свою чергу, закордонні фахівці акцентують увагу на створенні гнучких, функціонально-варіативних просторів та структур навчальних споруд, розкритті прилеглих територій та включенні їх до навчальних процесів. Мережа позашкільної освіти здебільшого інтегрована в мережу загальноосвітніх шкіл, вона істотно відрізняється від вітчизняної мережі за формами та методами організації навчально-виховного процесу.

Висновки

Керуючись досвідом розглянутих країн, визначено, що для удосконалення мережі закладів культури та дозвілля в Україні, перш за все, необхідно створити загальнонаціональну концепцію перспективного розвитку мережі, у тому числі теоретичну модель формування навчально-матеріальної бази. Можливо, поряд з будівництвом окремих позашкільних закладів доцільним є створення вбудованих у житлове середовище прибудинкових дитячих клубів (досвід Казахстану), впровадження обов'язкових для учнів гуртків при школах та блокування гуртківських приміщень зі шкільною будівлею (така модель поширена в Японії та інших країнах), створення громадських центрів для молоді з особливими потребами та мережі приватних навчальних закладів (модель країн Західної Європи). В складних економічних умовах перехідного періоду в Україні нереально спланувати впровадження всіх напрямків оптимізації дозвіллєвих закладів, особливо пов'язаних із будівництвом нових. Проте прогнозувати подібні напрямки розвитку мережі позашкільної освіти, проводити необхідні наукові дослідження та техніко-економічні розрахунки зараз доцільно і своєчасно.

Визначено, що в основу функціонально-планувальної організації закордонних мереж установ культури та дозвілля та архітектурно-композиційних рішень будівель навчально-виховних закладів покладено індивідуальний підхід у навчанні. Встановлено, що в розглянутих країнах (США, Китай, Франція, Японія та ін.) позаурочне виховання є частиною концепції «безперервної освіти» та передбачає зростання освітнього потенціалу особистості протягом усього життя на основі використання системи державних і громадських інститутів відповідно до потреб особистості та суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белинь Т. І. Особливості проектування центрів культури та дозвілля [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. І. Белинь // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5006.
2. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
3. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406.
4. Позашкільна освіта: стратегія, інновації, практика : зб. матеріалів Міжнародної наук.-практ. конф., 21-23 травня 2009р. / М-во освіти і науки України, Сумський обласний центр позашкільної освіти [та ін.]. – Суми, 2009. – 328 с.
5. Биковська О.В. Сучасні положення теорії та методики позашкільної освіти / О.В. Биковська // Міжнародний науковий форум: соціологія, психологія, педагогіка, менеджмент. – Вип. 2 : збірник наукових праць. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. – 180 с.
6. Астаніна Н. Особливості організації клубної роботи з учнівською молоддю на початку XX-го століття // Позашкільна освіта та виховання. – 2008. – № 2. – 56-62 с.
7. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: ДБН 360-92**– [Чинний від 2014-01- 01]. – К. : Мінрегіонбуд України 2009. – 6, 11-17, 51 с.

Белинь Тетяна Іванівна, студентка групи БМ-18м, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: tbelin715@gmail.com.

Ковальський Віктор Павлович – кандедат технічних наук, доцент кафедри БМГА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України, email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com .

Belin Tatyana Ivanivna, student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, email: tbelin715@gmail.com.

Kovalsky Viktor Pavlovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine, email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com .

УДК 725.71: 697.94

О. О. Червінська
В. П. Ковальський

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено специфіку енергозабезпечення підприємств ресторанного комплексу, запропоновано шляхи підвищення ефективності використання енергії. Наведено рекомендації щодо зниження витрат на кондиціювання повітря, зниження витрати енергії на опалення з допомогою теплових насосів і освітлення ресторанів за рахунок використанням енергозберігаючих технологій освітлення на базі світлодіодних приладів.

Ключові слова: енергоефективність, енергозберігаючі технології, HoReCa, світлодіодні прилади освітлення, теплові насоси.

Abstract

The specifics of the energy supply of the enterprises of the restaurant complex have been determined, the ways of improving energy efficiency have been proposed. Recommendations are given for reducing the cost of air conditioning, reducing energy consumption for heating by heat pumps and lighting restaurants by using energy-saving lighting technology based on LED devices..

Keywords: energy efficiency, energy-saving technologies, HoReCa, LED devices, heat pumps.

Вступ

Аналіз ефективності використання ресурсів для загальних потреб підприємства було проведено наступними напрямками: системи охолодження; приготування їжі; освітлення; вентиляція; опалення; водовикористання. Згідно з отриманими даними розроблено рекомендації щодо удосконалення кожного з напрямків.

В сучасних умовах для підприємств ресторанного господарства України суттєвою проблемою є висока енергоємність технологічних процесів та неефективне використання ресурсів. Так, наприклад, для роботи кафе або ресторану на 100…150 місць необхідна номінальна потужність тільки для технологічного обладнання складає від 30 до 50 кВт залежно від меню та технології. При цьому у більшості випадків теплові та холодильні потужності використовуються на підприємстві не раціонально. У зв'язку з цим до 10 % загального прибутку витрачається на сплату комунальних платежів та лягає на собівартість готової продукції. Витрати на електроенергію і воду, тобто на комунальні послуги, становлять 20-25% від сукупних витрат рестораторів щомісяця. Тим часом використання сучасного обладнання та усвідомлений підхід до ресурсоспоживання дозволяють скоротити цю суму як мінімум на третину, причому без шкоди для бізнесу і споживачів. [1]

Слід зауважити, що в Україні розробці та впровадженню енергозберігаючих технологій довгий час не приділяли належної уваги у зв'язку з тим, що енергоносії залишалися досить дешевими. Проте зараз спостерігається швидке зростання їх вартості до рівня світових цін.

Результати дослідження

Перше, що потрібно зробити, - провести аудит інженерних систем: оцінити витрати на електроенергію і водопостачання, проаналізувати структуру ресурсоспоживання, щоб зрозуміти, скільки і де вийде заощадити. Витік може виявитися в самому несподіваному місці - наприклад, левову частку електрики часом витрачає застаріле холодильне обладнання в ресторані або клієнти, які забувають вимикати світло у туалетній кімнаті.

Як видно на рисунку 1, максимальну кількість енергії на підприємстві споживає технологічне обладнання для обробки продуктів харчування. Тому при створенні нового підприємства треба велику увагу приділити підбору ефективного та енергозберігаючого обладнання для виробничих цехів ресторану. З метою забезпечення безпеки кулінарної продукції перевагу треба віддавати підбору облад-

нання з системою НАССР. Для працюючого підприємства також важливо приділяти увагу цьому типу обладнання — правильно його експлуатувати, та оновлювати за необхідності [2].

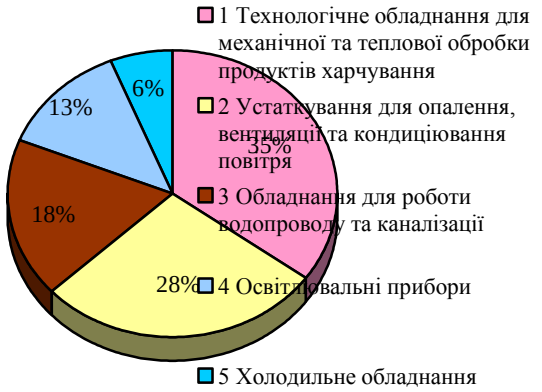


Рисунок 1 — Розподіл та використовування електроенергії на підприємствах ресторанного бізнесу

До основних сучасних технологічних та технічних напрямів створення високоефективних ресторанних технологій відносять:

— економію електроенергії та газу за рахунок підвищення ефективності використання обладнання, зменшення тривалості роботи обладнання, усунення недоліків у недоцільному використанні енергії, використання більш дешевих джерел енергії, використання сучасного обладнання (пароконвекційні печі, апарати шокового охолодження та багатофункціональні кухонні пристрої (VCC));

— збільшення терміну зберігання продуктів харчування (MAP-технології, технологія Cook&Chill, використання вакуум-машин) та підвищення санітарно-гігієнічного стану виробництва, в тому числі завдяки розробці та впровадженню на підприємстві системи НАССР;

— економічні технології приготування страв (низькотемпературне приготування страв, приготування завдяки мікрохвильовому випромінюванню та індукційній обробці їжі), дозрівання овочів та фруктів;

— ергономіка виробництва (нові аспекти проектування);

— використання автоматизованих систем на підприємстві та формування, завдяки ним, чітко спланованого завдання, заснованого на виробничому плані.

Для зниження витрат на кондиціювання повітря при проектуванні системи вентиляції на підприємствах ресторанного господарства необхідно:

— забезпечити кожний витяжний зонт незалежною системою витяжки;

— у цехах передбачати витяжну вентиляцію із двома швидкостями роботи, що дозволить зберегти ресурс роботи вентилятора, а також заощадити енергію, що витрачається і на нагрівання, і на охолодження;

— передбачити застосування в обідньому залі витяжної вентиляції, яка направляє повітря до кухні;

— використовувати поліровані шибки, які зменшують надходження тепла ззовні і збільшують надходження денного світла;

— передбачати монітори вуглекислого газу, які контролюють рівень його вмісту у повітрі всередині приміщень і регулюють приплив зовнішнього повітря;

— використовувати системи рекуперації тепла від обладнання;

— застосовувати теплоізоляцію для дахів і стін.

Забезпечення ефективної роботи холодильного обладнання передбачає:

— використання низькотемпературних сенсорів або таймерне включення в морозильниках;

— проектувати установлення стелажів у холодильній камері за принципом побудови стелажів у бібліотеці, що зменшує об’єм вільних охолоджуваних площ майже у два рази;

— використовувати сучасну технологію пакування швидкопсувних продуктів у газомодифікованому середовищі, що вирішує проблему товарного сусідства.

Для зниження витрати енергії на водоспоживання слід передбачати такі системи, у яких нагріваються тільки ті обсяги води, які необхідні для кожного процесу. У мийних столового і кухонного посуду слід передбачати насадки на крани для економії гарячої води. Збільшення розміру бака, у якому зберігається гаряча вода, і його теплоізоляція, також будуть сприяти заощадженню тепла.

Для зниження витрат енергії на освітлення підприємств ресторанного бізнесу слід передбачати системи освітлення, на основі флуоресцентних і низьковольтних ламп, використовувати реостати, датчики руху і фотодатчики для автоматичного контролю освітлення. Перехід від звичайної лампи розжарювання до флуоресцентної дає економію у 34 $ на кожну лампочку на рік. По можливості при проектуванні нового підприємства передбачити використання світлових «труб», для використання природного денного світла у внутрішніх приміщеннях.

Результати розрахунків [3] доводять, що використання новітнього теплового обладнання, у порівнянні з традиційним обладнанням, дає такі переваги:

— площа, яку займає обладнання зменшується на 29 %;

— споживання електроенергії зменшується на 31 %;

— зменшується кількість виробничого персоналу;

— зменшуються втрати маси продукту;

— зменшуються втрати кулінарного жиру для приготування;

— зменшуються втрати води для миття обладнання.

З одного боку, вартість обладнання нового типу на 30 % дорожче традиційного обладнання. Однак, враховуючи економію від зменшення витрат на електроенергію, зниження втрат маси продукту і кулінарного жиру, а також зниження витрати води та зменшення кількості робітників, ця різниця у вартості окупається за 8 місяців роботи підприємства. Ці розрахунки свідчать про ефективність використання обладнання нового типу в порівнянні із традиційним.

Однією з представлених технологій є технологія перенесення енергії для опалення, охолодження та холодильного обладнання. Її іноді називають тепловим насосом, тому що вона передає теплову енергію. Застосування енергоефективних кондиціонерів повітря, в яких використана не тільки технологія теплового переносу, але високоефективна система управління за допомогою перетворювачів, що працюють з урахуванням даних вимірювання навколишнього середовища, включаючи температуру. Такі кондиціонери переважають по всій Японії. [4-6]

Автоматизація комунальних систем - ще один істотний захід для зниження витрат. На допомогу тут приходять не тільки термостати, але і спеціальні датчики для освітлення та вентиляції.

Для як найшвидшого досягнення бажаної температури встановлюється крайні положення датчика термостата (зазвичай це мінімум + 10 ° С і максимум + 30 ° С). У цей момент сам гість може навіть не перебувати в залі, що приводить до нічим не виправданого «перегріву» або «переохолодження». Після того, як гість покидає заклад, в обов'язки персоналу зазвичай входить установка термостата в економний режим (Приблизно на + 18 ° С), але простежити за цим не представляється можливим. Тобто, ефективність енергозбереження тут залежить від людського фактора - сумлінності працівників і свідомості гостя. Крім того, будь-яка несправність в роботі інженерних систем може бути виявлена тільки при безпосередньому обході інженера або при надходженні скарг з боку клієнтів. Логічною вершиною оптимізації енергоспоживання вважається застосування енергозберігаючого обладнання в сукупності з наявністю контурів регулювання на всіх рівнях розподілення енергоресурсів і створення єдиної системи управління і моніторингу. Система управління опаленням, запрограмована на економію ресурсів, буде стежити за присутністю або відсутністю гостя. Якщо гість в залі - комфорт і зручність на найвищому рівні, в іншому випадку - система автоматично переходить в режим економії енергії. Так само система автоматично зменшить опалення при відкриванні вікна, відключить кондиціонер під час провітрювання, збільшить потужність вентиляції при збільшенні числа людей в приміщенні (наприклад, під час банкетів і весіль).

Іноді істотно заощадити на «комуналці» можна, замінивши електролічильники - однофазний на трифазний, тарифний на багатотарифний. Оптимальний варіант для ресторану - це багатотарифні трифазні лічильники електричної енергії. Багатотарифний трифазний лічильник дозволяє налаштовувати часові зони для чотирьох тарифів і окремий розклад вихідних і святкових днів. Він захищений від імпульсних перенапруг і впливу магнітних полів, а міжповірочний інтервал становить 16 років - це говорить про високі метрологічних характеристиках лічильника, про його точності. Налаштував-

ши тарифікацію, слід прописати графік роботи електротехніки - наприклад, запланувати миття посуду і прання на ніч, коли тарифи знижені.

У готелях коридорного типу, номера в яких розташовані по обидва боки загального коридору, витрати на освітлення складають до 30% від усіх комунальних платежів, у великих ресторанах - до 15%. Щоб скоротити цю цифру, потрібно реалізувати просте правило: всі лампи у всіх приміщеннях, включаючи підсобні, повинні бути максимально енергоефективними (таблиці 1, 2).

Таблиця 1. Галузь застосування приладів освітлення в залежності від колірної температури

Колірна температура	Тепле світло, 2700 К	Біле світло, 3000 К	Нейтральне світло, 3500 К	Холодне світло, 4100 К	Денне світло, 5000–6500 К
Галузь застосівання	Ресторани Вестибюлі готелів Магазини Житлові приміщення	Бібліотеки Офісні приміщення Магазини	Виставкові зали Книжні магазини Офісні приміщення	Навчальні аудиторії Офісні приміщення Супермаркети Лікарні	Галереї Музеї Ювелірні магазини Приміщення для медичного огляду

Таблиця 2. Діапазони корисного терміну служби світлодіодів і традиційних джерел світла

Джерела світла	Типовий діапазон (години)
Лампа накалювання	750 – 2 000 /номінальный строк використання
Галогенна лампа накалювання	2 000 – 2 000 / номінальный строк використання
Металогалогенна лампа	500 – 20 000 / номінальный строк використання
Лінійна люмінесцентна лампа	20 000 – 30 000 / номінальный строк використання
Білий світлодіод	35 000 – 50 000/корисний строк використання

У HoReCa (скорочення від від hotel, restaurant, cafe; ринковий сегмент, який об'єднує сферу гостинності) великою популярністю користується люмінесцентне освітлення - в порівнянні з лампами розжарювання це більш ефективний варіант, однак сьогодні він не витримує ніякої конкуренції з таким сучасним рішенням, як світло діоди [7-9].

По-перше, люмінесцентні лампи неприємно мерехтять при включенні, у світильників з електромагнітними ПРА високий коефіцієнт пульсації світлового потоку, що шкідливо для очей. По-друге, вони дуже спотворюють кольору - їх індекс передачі кольору не перевищує 70 при ідеалі в 100. По-третє, термін служби люмінесцентних ламп як мінімум в п'ять разів менше ніж у світлодіодних. [10]. (таблиця 3).

Таблиця 3. Порівняння характеристик різних типів ламп

Характеристика	Лампи розжарювання	Люмінесцентні лампи	Світлодіодні лампи
Енергоспоживання	100 Вт/год	20 Вт/год	11 Вт/год
Термін служби	До 1000 год	До 10 000 год	До 30 000 год
Ресурс міцності	Низький (чутливі до механічних впливів, ударів і вібрації)	Високий (стійкий до механічних впливів, ударів і вібрацій)	Високий (стійкий до механічних впливів, ударів і вібрацій)
Безпечність	Небезпечний (при перегоранні нитки під напругою може розбитися захисна колба)	Небезпечний (містять ртуть – ядовиту речовину, яка потребує спеціальної утилізації)	Безпечні відсутнє ультрафіолетове та інфрачервоне випромінення, важкі метали і ртуть; немає загрози спалаху)
Чутливість до перепадів напруги	Середня (понижується світловий потік)	Висока (можуть не ввімкнутися при пониженій напрузі)	Низький (стабільно працюють в широкому діапазоні напруги – від 160 до 260 В)
Температурний режим роботи	Високий (корпус сильно нагрівається при роботі, можливо обпектися)	Середній (корпус нагрівається, але вірогідність опіку мінімальна)	Низький (нагрів мінімальний – до працюючої лампи можливо доторкнутися)

Одним з чинників, якому часто не надається належного значення, але який може значно понизити світлову віддачу системи, являється енергоспоживання світильника (світлодіодного) у вимкненому стані. Електроенергія витрачається у вимкненому стані, коли вимикачі або регулятори знаходяться в ланцюзі між блоком живлення або трансформатором і світильником. При такому підключенні трансформатор продовжує споживати електроенергію навіть тоді, коли світловий прилад вимкнений. Потужність, споживана трансформатором при вимкненому світловому приладі, може перевершувати

2 Вт, а втрати від цього можуть складати до 20% загального енергоспоживання системи.

Мережеві компанії HoReCa можуть істотно заощадити, встановивши на своїх об'єктах автоматизовану систему комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) з можливістю моніторингу стану електроприладів. Система допоможе виявити як витоку, так і неправильне використання обладнання, наприклад, залишене на ніч освітлення гостьового залу. Об'єкти можна розділити на категорії і для кожної встановити свій рівень витрат на 1 квадратний метр, а також налагодити інформування відповідальних осіб про перевищення параметрів енергоспоживання.

Висновки

Сучасний підхід до створення підприємств харчування, що забезпечує ефективність діяльності, має бути орієнтований на нові технології. А в процесі роботи підприємства необхідно враховувати всі можливості усунення випадків недоцільного використання енергії та ресурсів. Тому для будь-якого ресторанного закладу важливим є проведення своєчасного енергетичного аудиту, який дозволяє покращити енергетичну ефективність та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.

2. Ряшко Г. М., Крусір Г. В., Новічкова Т. П. Аналіз енергозберігаючих технологій в ресторанному господарстві [Текст] / Г. М. Ряшко // Наукові праці ОНАХТ. – 2016. – Том 80. – випуск 2. https://journals.onaft.edu.ua/index.php/swonaft/issue/view/36

3. Ряшко, Г. М. Використання новітнього обладнання із метою створення високоефективних технологій на підприємствах ресторанного господарства [Текст] / Г. М. Ряшко // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – № 40. – С. 271 – 276.

4. Червінська О. О. Аналіз енергоефективності в закладах ресторанного господарства [Текст] / О. О. Червінська, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 221-223.

5. Журнал «Строй-инфо». Энергоэффективные решения для HoReCa: как на треть сократить затраты на коммунальные услуги в отеле и ресторане. http://stroy-info63.ru/news/5969/

6. Друкований М. Ф. Переваги застосування теплових насосів в Україні [Текст] / М. Ф. Друкований, В. П. Ковальський // Екологічна безпека та відновлювальні джерела енергії, 24-25 травня 2017 р. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - С. 58-62. - ISBN 978-966-641-694-3.

7. Березюк О. В. Перспективність використання світлодіодних ламп для освітлення виробничих приміщень [Електронний ресурс] / О. В. Березюк, Є. Г. Крекотень // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2018/paper/view/3849/3416.

8. Крекотень Є. Г. Перспективність освітлення виробничих приміщень світлодіодними лампами [Текст] / Є. Г. Крекотень, О. В. Березюк // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції "Прикладні науково-технічні дослідження", 3-5 квітня 2018 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2018. – С. 135.

9. Березюк О. В. Використання віртуального лабораторного стенда для проведення лабораторної роботи «Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях» [Текст] / О. В. Березюк // Педагогіка безпеки. – 2017. – № 1. – С. 35-39.

10. Джонатан Вейнерт, Светодиодное освещение. принципы работы, преимущества и области применения. Справочник. Пер. с англ. – М.: 2010. – 150 с.

Червінська Олена Олегівна — студентка групи БМ-17МС, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Chervinska Olena O. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email:

Kowalskiy Viktor P. — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

УДК 72.01; 621.711.168; 728.5

А. О. Бричанський
В. П. Ковальський
Є. Р. Матвійчук

НАУКОВІ ОСНОВИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ГОТЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ПРИКЛАДІ ГОТЕЛЮ ДОБРОДІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості реконструкції готельних комплексів. Визначено основні чинники які впливають на реконструкцію готельних комплексів. Розроблено варіативну схему розширення готелів при реконструкції від початкової конструктивної схеми. Наведено практичне використання варіативної схеми на прикладі готелю Добродій

Ключові слова:

Реконструкція, будівля, готельно-торговельний комплекс, забудова, чинники, наука, дослідження.

Abstract

Features of reconstruction of hotel complexes are considered. The main factors that influence the reconstruction of hotel complexes are identified. A variant scheme of hotel expansion was developed during reconstruction from the initial design scheme.

Keywords:

Reconstruction, building, hotel and shopping complex, development, factors, science, research.

Вступ

Актуальність теми: науково-технічний розвиток і пов'язана з ним зміна праці, призвели до змін характеру відпочинку у всіх куточках світу. Пасивний відпочинок вже втрачає свою актуальність, а отже основою для формування сприятливого середовища відпочинку є сама людина і характер вибору відпочинку. Будівництво готелів, використання яких пов'язано насамперед з людьми, стає в останні роки в усьому світі, мабуть, найбільш розвинутою темою в ландшафтній архітектурі.

Мета роботи: ознайомлення з світовим досвідом проектування та реконструкції готельних комплексів та порівняти досвід будівництва на території України. Навести практичне використання цих теоретичних знань.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- Проаналізувати особливості реконструкції готельних комплексів;
- Провести аналіз робіт українських науковці в цій сфері;
- Визначити чинники які впливають на реконструкцію готельних комплексів;
- Розробити варіативну схему розширення готелів при реконструкції від початкової конструктивної схеми.

Предмет дослідження: готель «Добродій» у місті Вінниця.

Об’єкт: наукові засади архітектурно-планувальної організації готельних комплексів на прикладі реконструкції готелю «Добродій» у місті Вінниця.

Основна частина

Питанням вивчення конструктивних особливостей реконструкції житлових та громадських споруд присвячені роботи багатьох архітекторів, конструкторів та інженерів-будівельників. Найвідоміші з них праці: Авдот’ївна Л.М., Кутукова В.Н., Лисової А.І., Полякова Є.В., Соколова В.К. та багатьох інших. Конструктивні особливості реконструкції готелів розглядаються у монографіях таких зарубіжних дослідників як: Д. Портман, Д. Барнет, Р. Пеннер, У. Рутес та інших

Узагальнюючи досвід проектування реконструкції готелів, можна виділити наступні основні їх конструктивні аспекти: дослідження існуючого стану конструкцій будівлі готелю, посилення існуючих

елементів конструкцій, конструктивні основи просторового збільшення готелів, а також питання модернізації окремих конструктивних вузлів та елементів[1, 4, 7].

Аналіз досвіду міжнародної практики реконструкції готелів, розрахунки окремих характеристик будівельних та оздоблювальних матеріалів (зокрема, звукопоглинання) дозволяє запропонувати при реконструкції готелів у якості міжкімнатних перегородок гіпсокартонну конструкцію, із застосуванням стоїчного профілю у 75-100 мм, з сертифікованими звукоізоляційними плитами всередині (див. рис 1). Такий варіант рішення перегородок між житловими номерами дозволить: організувати якісну звукоізоляцію при достатньо невеликих втратах площі; розгрузити конструкції перекриття; провести розводку комунікацій всередині перегородок; за рахунок двошарового розташування листів гіпсокартону - забезпечити достатню міцність та можливість використання навісних елементів; полегшить та прискорить роботи по внутрішньому оздобленню номерів [5-7].

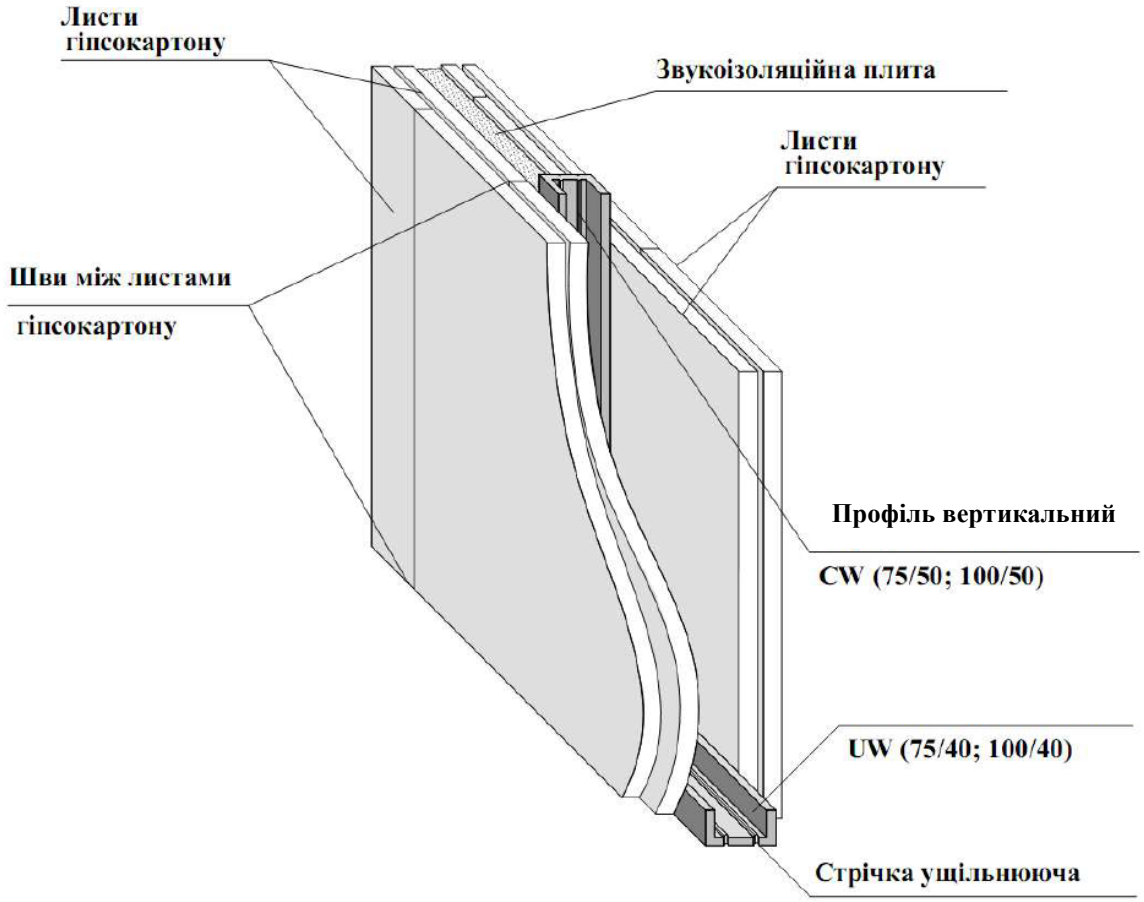


Рис. 1. Конструкція міжкімнатних перегородок

При необхідності посилення конструкції перекриття застосовуються наступні методи: використання залізобетонних обойм, «сорочок», металевих хомутів; нарощення конструкцій; підведення нових балок між існуючими з опорою на нові або існуючі опори; розвантаження конструкцій. Використовується також зміна конструктивної схеми перекриття: заміна одно прольотних конструкцій на багатопрогонові системи; застосування попередньо напружених стальних затяжок або розпірок.

Покрівля готелів при реконструкції може виконуватися із заміною або ремонтом існуючих матеріалів та конструкцій плоских покрівель та скатних дахів з можливим влаштуванням мансардних та технічних поверхів і горищ.

Рекомендації по можливостям просторового збільшення будівель готелів наведено на рис. 2 [1-5].

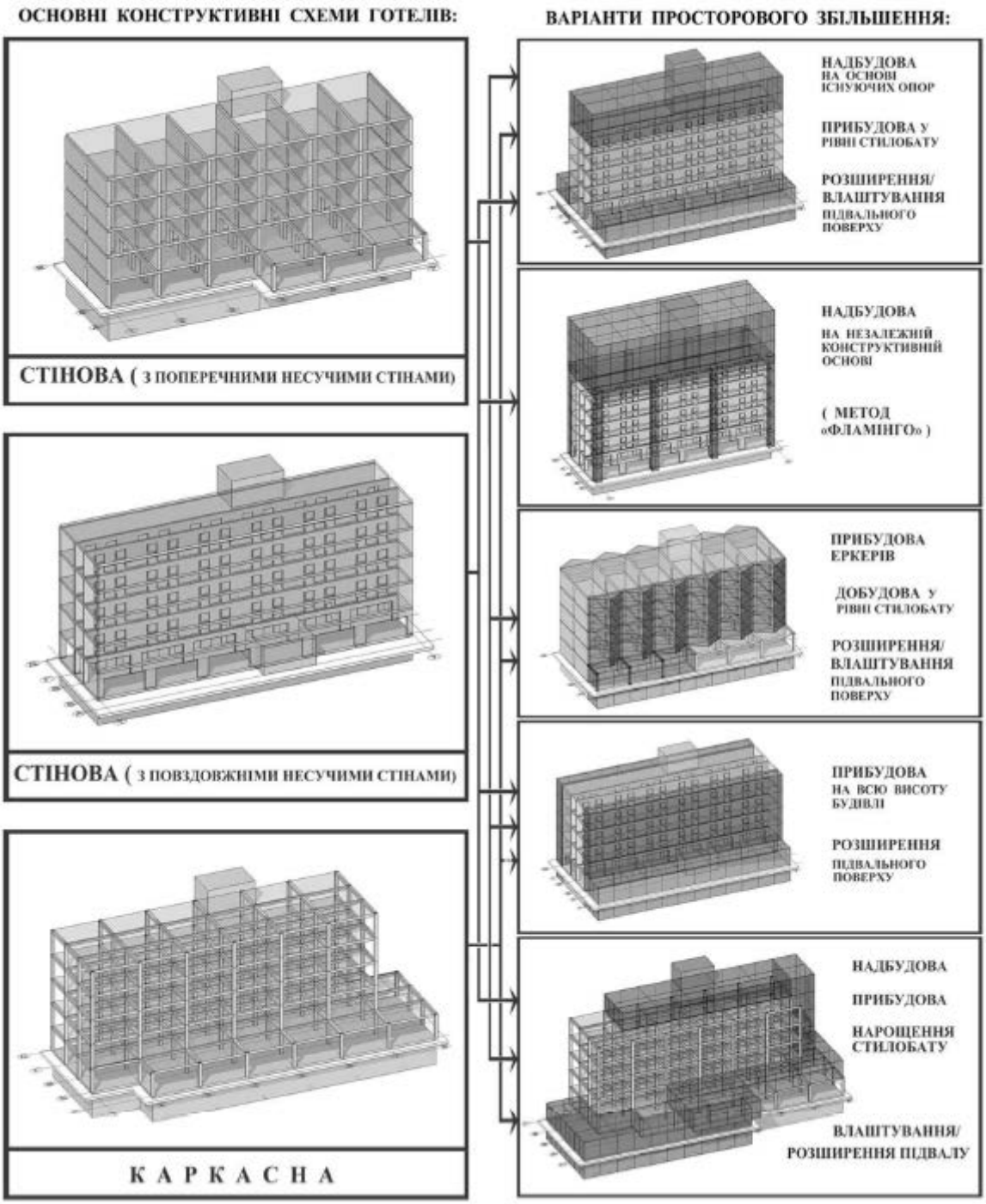


Рис. 2. Залежність варіантів просторового розширення готелів при реконструкції від початкової конструктивної схеми

Крім питань просторового розширення готелів, а також дослідження та посилення існуючих конструкцій, при реконструкції готелів постають питання модернізації окремих вузлів та елементів конструкцій, застосування новітніх конструктивних матеріалів та засобів. Мова може йти про модернізацію систем засклення фасадів, влаштування сучасних віконних, дверних та стінових конструкцій та поверхонь (зокрема, з безімпостним заскленням), навісних скляних козирків та навісів, тощо; використання нових систем підвісних стель та перегородок (гіпсокартонних конструкцій, натяжних стель, алюмінієвих, стальних та маталопластикових та інших систем) [2, 6].

У рішеннях підлоги в сучасних готелях широко застосовуються збірно-розбірні системи «піднятої підлоги», що дозволяють провести там різні інженерно-технічні комунікації з можливістю доступу до них; модульні конструкції та покриття, які дозволяють змінювати місцезнаходження джерел електроенергії; системи «теплої підлоги» з водяним або електричним підігрівом та багато інших.

До сучасних конструктивних систем фасадів можна віднести: навісні «вентильовані фасади», фасадні системи з різних матеріалів (штучний камінь, алюміній, дерево і т.д.) з вбудованим додатковим світлом, фасадні системи з «вертикальним озелененням», мультимедійними сітками та екранами [8].

Практичним використанням усіх теоретичних викладень у цій статті можна показати на прикладі готелю «Добродій». На рис. 3 показано стан до реконструкції, а на рис. 4 показано вигляд який буде після реконструкції. Було використано один з варіантів просторового розширення в якому добудовується частина готелю, але вона є продовженням основної будівлі, а також були запропоновані у якості міжкімнатних перегородок гіпсокартонну конструкцію, із застосуванням вертикального профілю у 75-100 мм, з сертифікованими звукоізоляційними плитами всередині.

Рис. 3- Стан готелю «Добродій» до реконструкції

Рис. 4- Вигляд готелю «Добродій» після реконструкції

Висновок

Отже, було досліджено особливості реконструкції готельних комплексів. Проведено аналіз роботи українських авторів. Визначені основні принципи, які впливають на реконструкцію готельних комплексів. Розроблено варіативну схему розширення готелів при реконструкції від початкової конструктивної схеми.

Показане практичне застосування варіативної схеми розширення готелів на прикладі готелю Добродій, а також запропоновано у якості міжкімнатних перегородок гіпсокартонну конструкцію, із застосуванням стоїчного профілю у 75-100 мм, з сертифікованими звукоізоляційними плитами всередині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Особливості реконструкції готельних закладів [Текст] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський, Є. Р. Матвійчук, А. В. Бондар // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 162-165.

2. Бричанський А. О. Сучасні об'ємно-планувальні рішення готельно-торгового комплексу [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3390.

3. Бричанський А. О. Особливості планувальної структури території готельних комплексів [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський, Є. Р. Матвійчук // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4751.
4. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406.
5. Вітюк І. В. Критерії комплексної оцінки сучасного стану садово-паркових об'єктів на території міста Вінниці [Текст] / І. В. Вітюк, В. П. Ковальський // Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference , «Dny vědy -2017», 22 -30 března 2017 г. - Praha : Publishing House «Education and Science», 2017. – Vol. 6 : Chemie a chemické technologie . Zemědělství . Matematika. - С. 45-48.
6. Ковальський В. П. Фактори, що впливають на формування та розміщення садово-паркових об'єктів [Текст] / В. П. Ковальський, І. В. Вітюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - Т. 21, № 2. - 2016. - С. 69-73.
7. Соколов В. К. Основні методи і принципи реконструкції житлових будинків/ В.К. Соколов.-М., Видавництво літератури по будівництву, 1999,-с. 232
8. Ісаєнко О. С. Освітлення будівель в історичній забудові міста [Електронний ресурс] / О. С. Ісаєнко, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2019), м. Вінниця, 11-30 травня 2019 р. – 2019. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/paper/view/8033.

Бричанський Артур Олегович — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,artyrbr@gmail.com
Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри БМГА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com
Матвійчук Єлізавета Русланівна — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, bm15.matviichuk@gmail.com

Brychanskyi Artur — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, artyrbr@gmail.com
Kowalski Viktor Pavlovych — Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com
Matviychuk Elizaveta — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, bm15.matviichuk@gmail.com

УДК 330.13:697

О. Г. Лялюк
Я.С. Горовенко

Економічна доцільність застосування енергоефективної системи тепло та холодопостачання житлового будинку

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано техніко-економічне порівняння котлів з використанням різних видів палива. Розраховані основні показники експлуатаційних витрат, термін окупності для кожного варіанту.

***Ключові слова**: котел, експлуатаційні витрати, пелети, паливо, термін окупності.*

Abstract

Techno-economic comparison of boilers using different types of fuel has been performed., The main indicators of operating costs, payback period are calculated for each option .

Key words: mine boiler, operating costs, pellets, fuel, payback period.

В багатоповерховій будівлі на 81 квартиру з приміщеннями громадського призначення в м. Бердичів проектується енергоефективна система тепло та холодопостачання. Передбачена неподалік від дома котельня, для якої треба обрати оптимальний варіант використання джерела теплоти.

Мета роботи: виконати багатоваріантний аналіз котлів з використанням різних видів палива.

Для розрахунку використаємо такі джерела теплоти як природній газ, деревні пелети та паливні брикети.

Природній газ це одне з найефективніших джерел енергії. Котли на природному газу мають один з найвищих коефіцієнтів корисної дії.

Пелети є сучасним універсальним видом біопалива. Найчастіше матеріалами для виробництва пелет служать відходи одержані в процесі переробки деревини. Оскільки пелети переважно виробляються з нешкідливих для людини і навколишнього середовища матеріалів,які підлягають утилізації, вони є екологічно чистим паливом; при цьому вартість таких гранул вигідно відрізняється від ціни вугілля, рідкого палива або дров.

Паливні брикети - це спресовані відходи деревообробки, відходи сільського господарства. Брикети паливні при горінні не іскряться, не виділяють чадний газ та інші шкідливі речовини.

Перший варіант - встановлення газового котла Buderus Logano G334WS-230. Даний варіант котла має автоматичний режим роботи з електричним розпалюванням, не потребує додаткових затрат газу для розпалу. Коефіцієнт корисної дії наближений до 93%. Тип котла дає можливість розміщення на дахах будинків або горищах. Повністю забезпечує безшумну та надійну роботу. Легко комбінується з баками-водонагрівниками – для забезпечення не тільки опалення, а і для гарячого водопостачання [1].

Другий варіант-встановлення твердопаливного котла LOGICA 230. Переваги: повна автономність роботи пристрою дозволяє не звертати уваги на відключення електроенергії або перекриття газу; все що потрібно для підтримання теплоти будинку так це регулярне поповнення палива в котлі; конструкція твердопаливного котла дуже проста, за рахунок чого він дуже легкий в експлуатації; в результаті підвищується надійність пристрою і термін служби; порівнюючи з газовими або електричними котлами, вартість твердопаливного апарату досить низька; досить високі показники ККД, які можуть досягати відмітки в 83% при використанні основного палива, такого як вугілля або дров; повністю безпечна конструкція пристрою, яка не принесе шкоди при його експлуатації [2]. Ннедоліки: для зберігання палива необхідна площа, господарське приміщення, або будівля, необхідність регулярного догляду, потреба в установці різних допоміжних пристроїв.

Третій варіант-встановлення твердопаливного котла MARTEN INDUSTRIAL. Даний варіант встановлення котла на пелетах має значні переваги, так як замість палива можливе використання деревних гранул, також можливість змінювати і програмувати режими, автоматичне виключення

системи в результаті збільшення температури вище заданої, можливість застосування обладнання в найрізноманітніших варіаціях, наявність багатоступінчастого захисту, який гарантує максимальну пожежо- та вибухобезпеку, підвищений коефіцієнт корисної дії 87-97 %, низькі затрати на експлуатацію , при цьому не потрібні додаткові затрати на технічне обслуговування (очищення золи відбувається приблизно раз на місяць), період експлуатації при грамотній роботі складає близько 25 років, не значні габарити котла [3]. Не дивлячись на те, що дане обладнання вважається відносно новим типом опалювального пристрою, воно завойовує популярність серед європейських країн.

Проведені розрахунки усіх економічних статей [4] витрат експлуатації котлів представлені в таблиці 1.

Таблиці 1- Техніко-економічне порівняння котлів

Показники	Котел Buderus Logano G334WS-230	Котел LOGICA 230	Котел MARTEN INDUSTRIAL
Річне виробництво теплоти, (МДж/рік)	8392879	8392879	8392879
Витрата робочого палива на опалення: кг/сезон, природного газу $м^3$/сезон	Газ-274458 $м^3$/рік	Дрова - 568710 кг/сезон	Пелети-512800 кг/сезон
Витрата електроенергії, кВт·год/рік , грн.	20966,48 60593,3	18841 54452	34611,1 100030
Затрати на заробітну плату, грн./рік	113778	151704	151704
Витрати на паливо, грн.	2465390,2	1789430	1249180
Витрати на воду, $м^3$/рік, грн.	18578,56 143054,91	30686,3 229533,64	30686,3 229533,64
Витрати на амортизацію, грн/рік	63000	56000	1200000
Витрати на поточний ремонт, грн/рік	12600	11200	16800
Інші витрати, грн. /рік	176693,7	137539,4	109870
Експлуатаційні витрати, грн. /рік	3121588	2429863,15	1941113,3
Собівартість відпущеної теплоти, грн./ГДж	371,9	289,5	231,3
Ефект від продажу теплоти, тис. грн/рік	3290	3290,08	3290,08
Термін окупності,роки	5,3	0,93	0,88

Отже, варіант з використанням котла MARTEN INDUSTRIAL має термін окупності T= 0,88 (років), при встановленні котла на пелетах йде значна економія палива, не потрібно наймати додаткових робітників для догляду за котлом, паливо подаватиметься автоматично через шнек, і за способом транспортування є простим[6].

Висновки: Виконали техніко-економічне порівняння котлів з використанням різних видів палива. Розрахували основні показники експлуатаційних витрат, термін окупності для кожного варіанту. За усіма техніко-економічними показникам обрали котел котел MARTEN INDUSTRIAL.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Газові котли Buderus Logano [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://buderus.co.ua/. Дата звертання 7.10 .2019.
2. Лялюк О. Г. Техніко-економічне порівняння котлів з використанням різних видів палива/ О. Г. Лялюк , А. В. Гарбуз // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в будівництві», м. Вінниця, 2018, [Електронний ресурс]. Режим доступу:https://conferences.vntu.edu.ua/index.php
3. Твердопаливні котли MARTEN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://marten.com.ua/ Дата звертання 30.10.19.
4. Лялюк О. Г.Економіка енергетики : практикум / О. Г. Лялюк. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 118 с.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

Горовенко Яна Сергіївна – студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання.

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Gorovenko Yana – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

УДК 711.552.3; 725.8

К. А. Щербатюк
І. Н. Дудар

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ОФІСНО-ТОРГІВЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості формування офісно-торгівельних комплексів. Проведено аналіз робіт іноземних та українських авторів. Визначено етапи історичного формування слова мол синоніма ТЦ. Сформовано універсальні характеристики торгівельних центрів.

Ключові слова:

Торгівельний комплекс, офісно-торгівельний комплекс, фрмування, ТРЦ, мол, будівля, забудова, чинники, наука, дослідження.

Abstract

The peculiarities of formation of office-shopping complexes are considered. The work of foreign and Ukrainian authors is analyzed. The stages of historical formation of the word mole synonymous with shopping malls are determined. The universal characteristics of shopping centers have been formed.

Keywords:

Shopping complex, office-shopping complex, formation, mall, shopping mall, building, building, factors, science, research.

Вступ

Актуальність теми: зміна соціальних та економічних умов в Україні в останні десятиліття призводить до значного коригування типології торговельних та розважальних закладів, що є важливою передумовою для пошуку нових підходів у їхньому проектуванні. ТРЦ є новим типом громадських будівель, проектування якого ускладнено через відсутність розробок із типології. Як наслідок актуальним є проведений у цій роботі аналіз світового досвіду проектування ТРЦ та формування типології комунікативних просторів з урахуванням їхньої залученості до загальної системи ТРЦ[13,16,1].

Мета роботи: ознайомлення з світовим досвідом проектування та функціональної організації офісно-торгівельних комплексів та порівняти досвід будівництва на території України.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- Систематизувати та оцінити сучасний стан знань про комунікативний простір у складі ТРЦ, розробити понятійно-термінологічний апарат дослідження, проаналізувати історичне формування ТРЦ;
- Проаналізувати архітектурні та позаархітектурні чинники, що впливають на розвиток архітектурно- планувальної організації комунікативного простору ТРЦ та визначити архітектурні засоби його формування;
- Сформувати типологію комунікативних просторів ТРЦ, проаналізувати доцільність розгляду комунікативного простору ТРЦ як громадського простору міста, визначити основні принципи його архітектурно-планувальної організації;

Предмет дослідження: офісно-торгівельний комплекс.

Об’єкт: будівництво офісно-торгівельного комплексу з проектуванням прилеглої території

ТРЦ є багатофункціональною архітектурною будівлею, а інтегруючою ланкою у її структурі є комунікативний простір (багаторівневе архітектурне середовище, що виконує функцію зв’язку між елементами ТРЦ). Поняття «комунікативний простір» міждисциплінарне. Зокрема, воно широко використовується у соціології, психології, семіотиці та теорії комунікації. Від 1980-х років його використовують у професійному лексиконі архітекторів, де до його соціогуманітарних вимірів додається ще й архітектурна складова, пов’язана із функціональною організацією будівлі, з геометричними та планувальними характеристиками. Врахування усіх можливих аспектів функціонування комунікативного простору є важливим для створення ергономічного, психологічно сприятливого, гармонійного, соціально

відкритого простору, що задовольняв би всі потреби відвідувача. Такий підхід до проектування комунікативного простору є не тільки запорукою успіху та економічної доцільності ТРЦ, але й основою для переведення ТРЦ із суто комерційного сегмента у культурний та соціально відкритий. Тому вивчення архітектурно-планувальної організації комунікативного простору у структурі ТРЦ постає зараз як важливе теоретичне та практичне завдання[1-5].

Основна частина

У роботі враховано питання містобудівного підходу до досліджуваної проблеми, що розроблені в працях М. Бевза, Г. Петришин, Б. Черкеса, М. Габреля, Я. Гейла, Н. Сакінгароса.

Питаннями просторової та функціональної організації багатофункціональних комплексів займались: А. Боков, Л. Вихор, Е. Цайдлер, Л. Гайкова, Е. Коноплева, С. Єжов, В. Єксарьов. Конструктивні особливості архітектури цивільних будівель розглянуто у роботі О. Слєпцова. Просторову організацію торговельних закладів розглядали: Ю. Супрунович, Г. Левицька, В. Абизов, К. Сіверс, К. Сееманн, К. Канаян, С. Кельба, С. Бессемер, Б. Майтленд, Г. Актас. Історію розвитку закладів торгівлі розглядали такі науковці: А. Лобанов, Ф. Міллер, Б. Хіллер, Ж. Хардвік, С. Андерсон, А. Скороходова, М. Давиденко. Особливості організації просторів інтер'єру з погляду психології, ергономіки та естетики розглянуто у роботах: В. Проскурякова, Х. Штейнбаха, В. Єленського, Д. Панеро. Питання соціологічного, психологічного та культурного осмислення значення комунікативного простору розглядали: В. Кабрин, Л. Тухватуліна, А. Белянин, Н., В. Черноіваненко, О. Маніковська.

Перераховані вище роботи сформували джерелознавчу базу дослідження

Торговельний центр (ТЦ) – це група торговельних об'єктів, зосереджених в одному місці і керованих як одне ціле, які за своїми типами, розмірами та місцем розташування функціонально відповідають потребам торговельної зони, яку вони обслуговують.

Торгово-розважальний центр (ТРЦ) – це одна або кілька будівель, що включають сукупність магазинів та різноманітних закладів, що надають культурно-розважальні та соціально-побутові послуги, які об'єднані пішохідними алеями.

Посилений розвиток та будівництво торговельно-розважальних центрів у Європі та, зокрема, в Україні є причиною активного обговорення цієї теми у наукових працях різних галузей. Досліджують цей напрям у архітектурі, економіці, менеджменті. Велику увагу на торговельні центри та їхню економічну вигідність звернуто в дослідженнях, що стосуються ринку нерухомості.

Різноманіттю літературних джерел сприяє також багатофункціональність такого типу споруди, як ТРЦ. Дослідження закладів торгівлі, харчування, розважальних закладів також доцільно розглядати, адже вони і є по суті складовими ТРЦ.

Згідно з ДБН «Підприємства торгівлі» [1] торговельний центр (ТЦ) – це група торговельних об'єктів, зосереджених в одному місці і керованих як одне ціле, які за своїми типами, розмірами та місцем розташування функціонально відповідають потребам торговельної зони, яку вони обслуговують. Це визначення терміна «торговельний центр» збігається із визначеннями англійського терміна «shopping center», що їх сформулювала Міжнародна рада торговельних центрів (ICSC) [10] і дослідницька та освітня організація «Інститут міста та землі» (ULI) [9].

Визначення ТРЦ у ДБН немає, проте сам термін «торгово-розважальний центр» підказує, що до зазначеного вище визначення торговельного центру додано розважальну функцію. К. Мезенцев у статті дає визначення: «ТРЦ – це одна або кілька будівель, що включають сукупність магазинів та різноманітних закладів, що надають культурно-розважальні та соціально- побутові послуги, які об'єднані між собою пішохідними алеями» [3].

Окрім визначення, К. Мезенцев визначає мол як синонім ТРЦ. Ототожнює ці два поняття у своїх роботах і Л. В. Ключко [2]. Останнім часом термін «мол» (англ. mall, скорочене від shopping mall) усе частіше використовують в українських та російських наукових працях [3, 4, 5, 7, 6,17,16]. У роботах російських науковців термін «мол» пишеться з двома «л» – молл.

Розглянемо історичне формування терміна «мол». Початковий зміст цього терміна не має нічого спільного з торгівлею чи комплексами, проте поетапна трансформація його значення цілком виправдовує та пояснює сучасне використання терміна (табл. 1.1).

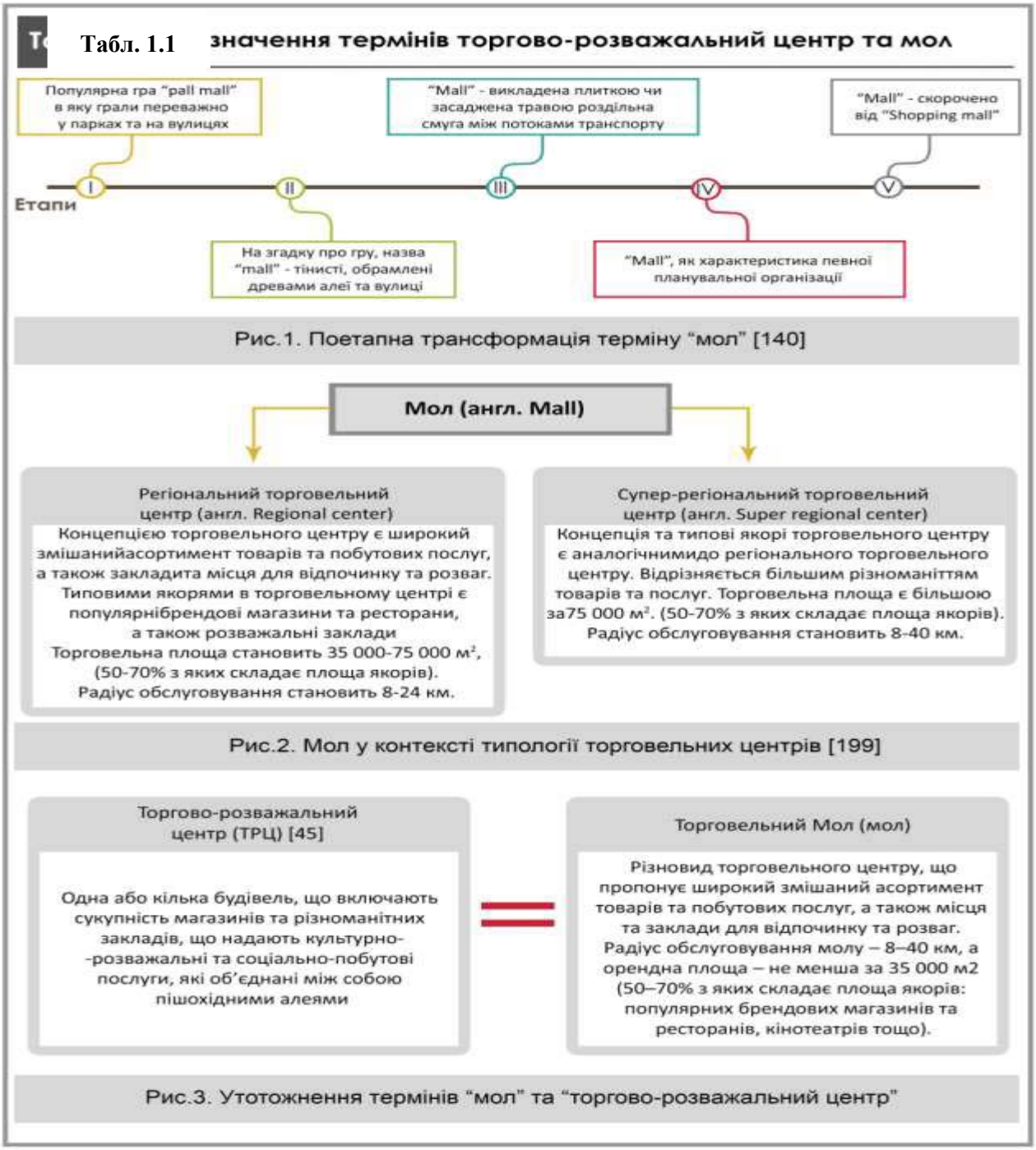
- Перший етап. У XVI–XVII ст. у Лондоні була популярною гра «pall mall». У цій грі було два спортивні снаряди: м'яч (іт. palla) і молотоподібний снаряд (англ. mallet). У цю гру

грали переважно у парках та на вулицях. Одна із вулиць у місті Вестмінстер так і називається на честь гри – Pall mall.

- Другий етап. З часом гра втратила свою популярність, проте згадкою про неї лишилась назва «mall». Тепер так називають тінисті, обрамлені з двох боків зеленими насадженнями прогулянкові алеї та вулиці.
- Третій етап. «Mall» означає викладену плиткою чи засаджену травою, зеленими насадженнями роздільну смугу між потоками транспорту [12].

Тобто термін почали використовувати як характеристику певної планувальної організації: основна вулиця, алея чи роздільна смуга, обабіч якої розміщено зелені насадження. Аналогічну планувальну організацію мають і ТРЦ, де основою є простір, обабіч якого розташовані магазини, ресторани та зони іншого функціонального призначення [11].

Табл. 1.1 **значення термінів торгово-розважальний центр та мол**



Усі типи торговельних центрів мають певні визначені характеристики:

- загальна концепція;
- орендна площа (англ. Gross leasable area (GLA)) – загальна площа призначена для виняткового використання орендарів, враховуючи будь-які підвали, мезоніни або верхні поверхи. Площа виражена в квадратних метрах і вимірюється від осьової лінії спільних перегородок та від меж зовнішніх стін. Оскільки GLA легко можна виміряти, його прийнято вживати як стандарт для статистичного порівняння [11];
- кількість якорів (англ. Anchor) – орендарі, що є центром привабливості для відвідувачів у ТРЦ [2, 8];
- відсоток, що становить площа якорів від орендної площі;
- визначені типові якорі;
- радіус обслуговування

Висновок

Отже, було проведено аналіз робіт іноземних та українських авторів. Визначено з чого починалось слово ТЦ та як дійшло до наших реалій. Досліджено етапи історичного формування слова мол. Наглядно продемонстрована поетапна трансформація слова мол в ТЦ. Сформовано універсальні характеристики торгівельних центрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-23:2009 Підприємство торгівлі. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 48 с.
2. Ключко Л. В. Суспільно-географічні особливості торгово-розважальних центрів як публічних просторів м. Харкова / Л. В. Ключко, А. Г. Ісмаілова // Економічна та соціальна географія. – 2014. – Вип. 1 (69).– С. 186–193. – ISSN: 2413-7154.
3. Мезенцев К. Публічні простори Києва: забезпеченість населення та сучасна трансформація / Констянтин Мезенцев, Наталія Мезенцева // Часопис соціально-економічної географії : Міжрегіональний зб. наук. пр. – Х., 2011. – Вип. 11(2). – С. 52.
4. Мезенцев К. Трансформація публічних просторів у великих містах України на прикладі торговельно-розважальних центрів / К. Мезенцев, Н. Мезенцева, Т. Бура // Економічна та соціальна географія : наук. зб. – К., 2011. – Вип. 63. – С. 172–184. – ISSN: 2413-7154.
5. Михайлова О. И. Потребитель в молле: между свободой выбора и пространственными ограничениями / О. И. Михайлова, О. Ю. Гурова // Журнал социологии и социальной антропологии, – 2009. – Т. XII. № 1. – С. 200–205. – ISSN: 1029-8053.
6. Мусина И. А. Молл как новая форма общественного центра на примерегорода Пенза / И. А. Мусина, В. С. Горбунова // Перспективы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 52–65. – ISSN: 2307-2334.
7. Цайдлер Э. Многофункциональная архитектура / Э. Цайдлер. – М. :Стройиздат, 1988. – 264 с.
8. Чернікова Г. С. Сутність споживчої корисності торговельного центру / Г. С. Чернікова // Вісник Хмельницького нац. ун-ту. – 2010. – № 4, Т. 1. – С. 222–228.
9. Dollars & Cents of Shopping Centers 2002 / [editor Geoffrey Booth]. – ULI. – 2002. – 417 p. – ISBN-10: 0874208874.
10. ICSC Shopping Center Definition. Basic Configuration and Types. – New York : ICSC, 1999. – 4 p.
11. Müller-Hagedorn L. Zur Wirkung von Shopping Centern auf ihre Besucher / Müller-Hagedorn Lothar, Marcus Schuckel, Carola Viehöver. – Köln : Handel und Distribution der Universität zu Köln, 2003. – 66 c. – ISBN: 3-929252-16- 3.
12. The Merriam-Webster New Book of Word Histories. – Springfield : Merriam- Webster, 1991. – 544 p. – ISBN-10: 0877796033.
13. Варчук Р. В. Модернізація роботи культурно-побутових закладів у ході джентрифікації міста [Електронний ресурс] / Р. В. Варчук, В. П. Ковальський // Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (МН-2019), м. Вінниця, 11-30 травня 2019 р. – 2019. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/paper/view/6495.
14. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406.

15. Ковальський В. П. Особливості формування бізнес-центрів [Текст] / В. П. Ковальський, О. П. Терещенко, О. О. Шамраєва // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2018. – № 2. – С. 122-128.

16. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.

17. Ковальський В. П. Сучасні об'ємно-планувальні рішення готельно-торгового комплексу [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Р. В. Варчук // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3417.

Щербатюк Катерина Андріївна — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ***shcherbatyuk112@i.ua***

Науковий керівник: Дудар Ігор Никифорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

Shcherbatyuk Ekaterina — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, ***shcherbatyuk112@i.ua***

Supervisor: **Igor Dudar** – d.t.n, professor, head by department of town-planning and architecture of the Vinnytsya national technical university.

УДК 711.632

Л. В. Кучеренко
А. І. Афанасьєва

Містобудівна організація змішаної житлової забудови в умовах нового будівництва

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто питання із доцільності будівництва в умовах існуючої забудови.
Ключові слова: будівництво, містобудування, земельна ділянка.

Abstract
Issues of expediency of construction in the conditions of existing development are considered.
Keywords: construction, urban planning, land.

Вступ

Сучасна містобудівна ситуація характеризується нерівномірним розподілом житла різних категорій громадян, робочих місць, великих громадських центрів соціально-культурного та торгово-побутового обслуговування населення. Ця тенденція веде до розподілу міського простору, до обмежень просторової мобільності і низької якості житлового середовища окремих територій.

Метою роботи є розробка містобудівних принципів, обґрунтування типологічних моделей і виявлення об'ємно-планувальних і містобудівних прийомів формування змішаної житлової забудови в умовах нового будівництва.

Результати дослідження

Містобудівне планування і архітектурне проектування змішаної житлової забудови в більшій мірі пов'язане з соціальним плануванням. Ті країни, які ведуть більш успішну соціальну житлову політику, використовують змішану житлову забудову як спосіб зміцнення соціальної згуртованості. Просторове планування великих площ житлової забудови розробляється спільно з громадською інфраструктурою і комунальним господарством, а також в рамках загальної містобудівної концепції. Модель «компактного міста» стає більш поширеною, щоб забезпечити кращу основу для соціальної стабільності, створити автономні соціально-змішані міські громади, а також поліпшити використання території, якість діяльності. [1]

Зовнішній вигляд і якість будівельних матеріалів будинків приватного і орендного житла повинні створювати цілісне міське середовище, характерними ознаками якого є єдність і різноманітність. Єдність фасадних рішень повинно застосовуватися в змішаній житловій забудові в складі кварталу або містобудівного комплексу при комплексній забудові території. Різноманіття фасадів може бути досягнуто за відмінності рішень квартир, а саме додаткових виступаючих обсягів: еркерів, галерей, відкритих балконів. А також застосуванням різних оздоблювальних матеріалів: цегли, залізобетону, фібробетону, обробки листовими матеріалами, керамічною плиткою і т.д., що має сприяти появі «адресності» будинку, але не його майнової ідентифікації. [2]

Проектування змішаної житлової забудови в умовах нового будівництва, перш за все, має орієнтуватися на організацію безпечної, сприятливого середовища для життєдіяльності різних співтовариств. Проект планування повинен бути розроблений з урахуванням перешкоди асоціальної поведінки, громадські простору повинні забезпечувати почуття самоідентифікації з даним місцем і сприяти розвитку спільності. Приклад змішаної житлової забудови на рис.1

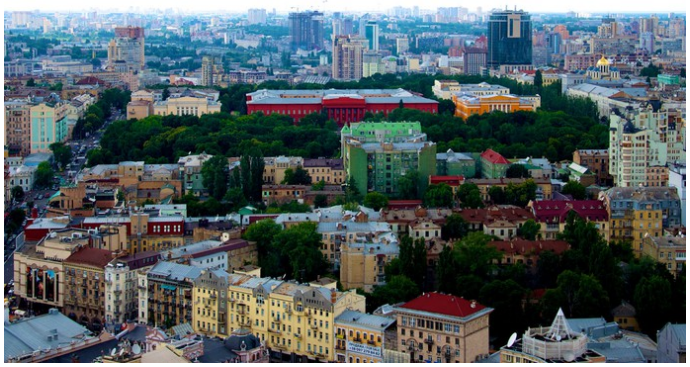


Рис. 1. Змішана житлова забудова

Доступність комфортного міського середовища для різних груп населення в рівній мірі є важливим принципом містобудівної політики більшості європейських країн, яка регламентує впровадження в практику територіального планування соціально змішані житлові освіти для усунення просторової роз'єднаності, що склалася в результаті дії вільних ринкових сил. [3]

Принципи містобудівної організації змішаної житлової забудови засновані на комплексній забудові території.

Право на забудову земельної ділянки реалізується її власником або користувачем за умови використання земельної ділянки відповідно до вимог містобудівної документації.

Проектування та будівництво об’єктів здійснюється власниками або користувачами земельних ділянок у такому порядку:

1) отримання замовником або проектувальником вихідних даних;

2) розроблення проектної документації та проведення її експертизи у залежності від категорії складності об’єкту;

3) затвердження проектної документації;

4) виконання підготовчих та будівельних робіт;

5) прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об’єктів;

6) реєстрація права власності на об’єкт містобудування.

Проблеми містобудування : безпланова, скупчена забудова, незадовільне санітарне забезпечення, шум, забруднення повітря.

Вирішення проблем: раціональне планування забудови, обмеження росту дуже великих міст, натомість малих, правильний вибір території, її розподіл на зони (житлова, промислова, комунально-складська, зовнішнього транспорту, приміська). [4]

Висновки

Отже, питання забудови та землекористування є важливим завданням сучасної землевпорядної науки, яке потребує розробки науковометодичних засад подальшого дослідження та внесення змін до нормативно-законодавчої бази.

Сформульовані містобудівні принципи для нового житлового будівництва, які передбачають:

- баланс приватного і орендного житла;
- пріоритет забудови змішаного типу;
- різноманітність функціональної організації забудови з доступом різних груп населення до повного спектру послуг;
- дотримання безпеки та просторової відокремленості, характерною для різних містобудівних моделей;

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій"– [Чинний від 2019-10- 01]. – К. : Мінрегіонбуд України 2009. – 6, 11-17, 51 сВодний кодекс України : із змінами від 17 трав. 2017 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Київ : Парлам. вид-во, 1995. – 207 с. – (Бібліотека офіційних видань).

2. Земельний кодекс України : від 13 трав. 1996р./ Верховна Рада України. – Офіц. вид. – Київ : Парлам. вид-во, 1996. – 325 с. – (Бібліотека офіційних видань).

3. Коноплева Е.В. Средства организации архитектурной среды свободных пространств в процессе реконструкции центров исторических городов //Комунальне господарство міст: Наук.-техн. збірник. – К.: - Техніка, 2012. – Вип. 101. – С. 562-565.

4.УДК 711.25 Плешкановська А. М., к.т.н. «Методи та прийоми реконструкції міських територій»

Кучеренко Лілія Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри містобудування та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kucherenko Lilia Vasylivna - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Urban Planning and Architecture, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Афанасьєва Анна Ігорівна— студентка групи БМ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет
e-mail: bm16ms.afanasyeva@gmail.com

Afanasyeva Anna Igorivna - student of BM-18m group, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University e-mail: bm16ms.afanasyeva@gmail.com

УДК 711.4

Л. Р. Ніколюк[1]
І. Н. Дудар[1]

ПЛАНУВАННЯ ГРОМАДСЬКОГО ЦЕНТРУ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні об'єкти громадського призначення у системі розпланування населених пунктів, визначено їх місце у функціонально-планувальній структурі населених пунктів.

Ключові слова: населений пункт, просторове планування, зонування території, функціональність, забудова, земельні ресурси, планувальна структура, благоустрій.

Abstract

The main objects of public purpose in the system of settlement planning of settlements are considered, their place in the functional and planning structure of settlements is determined.

Keywords: settlement, spatial planning, zoning of territory, functionality, building, land resources, planning structure, improvement.

Вступ

В процесі складання проекту розпланування і забудови території населеного пункту обов'язково потрібно керуватися архітектурно-планувальною та об'ємно-просторовою композицією і її компонентами, тобто зв'язком за певними закономірностями окремих елементів в єдине гармонійне ціле.

Організація нового громадського центру об'єднаної територіальної громади планується з врахуванням потреб всього населення громади та спрямована на децентралізацію та урбанізацію населених пунктів. Таким чином основні об'єкти громадського призначення мають бути розміщені у центральному населеному пункті територіальної громади, а також враховані усі нормативні відстані та обмеження.

Основна частина

В проекті розпланування і забудови населених пунктів об'єднаних територіальних громад архітектурно-планувальна композиція виражається взаємоузгодженим розміщенням відносно один до другого його основних елементів (частин): жилих кварталів, громадського центру, вулиць, зони відпочинку, установ та закладів сакрального та культурно-побутового призначення.

Головним об'єктом просторового планування є території адміністративно-територіальних одиниць та їх частин, в тому числі населені пункти. Їх функціонально-планувальна структура, тобто просторова модель пов'язаних між собою територій, призначених для розташування різних видів соціальної, виробничої, комунікаційної діяльності, рекреаційного та ландшафтного комплексу розподіляється на адміністративно-територіальні одиниці, об'єднані територіальні громади та населені пункти, які слід проектувати як елементи єдиної системи розселення України з урахуванням адміністративно-територіального устрою, стану соціально-економічного розвитку, фізико-географічного та архітектурно-будівельного, кліматичного районування [1].

В процесі просторового планування території на місцевому рівні визначаються сельбищна, виробнича, рекреаційна та ландшафтна, у межах яких окремі земельні ділянки мають бути планувально об'єднані у такі функціональні зони:

- житлової та громадської забудови, яка складається з прибудинкових територій багатоквартирних будинків, земельних ділянок садибних будинків, гуртожитків а також земельних ділянок, на яких розташовуються заклади дошкільної освіти, загальної середньої освіти, заклади охорони здоров'я, соціального захисту, культури та мистецтва, фізкультурно-оздоровчі і спортивні споруди, громадських та релігійних організацій;
- виробничої забудови, на якій розташовані підприємства промисловості, енергетики, сільського, лісового, водного господарства та інших виробничих об'єктів;
- рекреаційного та оздоровчого використання;
- озеленених територій, що складаються із зелених насаджень загального користування, зелених насаджень обмеженого користування та спеціального призначення;

- транспортних комунікацій (транспортної інфраструктури), що складаються з вулиць, доріг, об'єктів підприємств та мереж міського і зовнішнього транспорту;

- інженерних комунікацій (інженерної інфраструктури).

Схема простого планування території громади – це інструмент розумного управління для органів місцевого самоврядування. Завдяки застосуванню геопросторових даних є можливість оперативно приймати рішення щодо забезпечення життєдіяльності громади в будь-якій сфері: освіті, медицині, інженерно-транспортній, санітарно-епідемічному благополуччі, пожежній безпеці тощо.

Схеми планування територій на місцевому рівні визначають:

- потреби у зміні меж поселень (міст, селищ міського типу, сіл);
- зонування територій для забудови та іншого використання;
- просторову структуру розпланування території.

Схемами планування територій на місцевому рівні визначаються також опрацювання генеральних планів окремих поселень та їх територіальних об'єднань.

Для визначення розпорядження землями населених пунктів підтримано Проект Закону «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розширення повноважень органів місцевого самоврядування з управління земельними ресурсами та посилення державного контролю за використанням і охороною земель». Прийняття цього законопроекту сприятиме більш якісному і обґрунтованому плануванню розвитку територій, а також удосконалить державний контроль за використанням та охороною земель [2].

У кожному населеному пункті існуючі об'єкти житлово-комунального та громадського призначення, транспортної інфраструктури, вулично-дорожньої мережі та елементів благоустрою, що не пристосовані для маломобільних груп населення, треба обладнувати спеціальними і допоміжними засобами [3].

Висновки

Реформа місцевого самоврядування спрямована на створення та підтримку сприятливого життєвого середовища, забезпечення сталого соціально-економічного розвитку відповідних адміністративно-територіальних одиниць, задоволення інтересів громадян у всіх сферах життєдіяльності, надання населенню органами місцевого самоврядування високоякісних і доступних адміністративних, соціальних та інших послуг на відповідних територіях, узгодження інтересів держави та територіальних громад.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Планування і забудова територій ДБН Б.2.2-12:2019 – Мінрегіон України, Київ, 2019
2. Проект Закону про внесення змін до деяких законодавчих актів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uagra.com.ua/lawmaking/work/proekt-zakonu-pro-vnesennya-zmin-do-deyakyh-zakonodavchyh-aktiv-ukrayiny-shchodo-1
3. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій ДБН Б.2.2-5:2011 – Мінрегіон України, Київ, 2012

Ніколюк Лілія Русланівна – ст. гр. БМ-18м, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Дудар Ігор Нікіфорович - доктор технічних наук, професор кафедри містобудування та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Lilia Nikoliuk - student of the Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia

Igor Dudar – doctor of technical sciences, professor of Urban planning and architecture, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia

УДК 628.4.032

Сюй Їмін
Лемешев М. С.

ОСОБЛИВОСТІ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В КИТАЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто особливості утилізації твердих побутових відходів в Китаї. Встановлено, що більша частина відходів попадає на смітники і тим самим забруднює ґрунтові води та ґрунт.

Ключові слова: промислові відходи; побутові відходи; переробка сміття.

Abstract

The paper considers the features of solid household waste disposal in China. It has been established that most of the waste falls on garbage and thus pollutes ground water and soil.

Keywords: industrial waste; household waste; waste recycling.

Вступ

Разом із проблемою переробки твердих промислових відходів [1-2], актуальними є питання вторинного використання, переробки й знешкодження твердих побутових відходів (ТПВ) [3-5], що потребують вкладення значних коштів, а традиційний метод складування сміття на звалищах стає малоефективним і небезпечним для навколишнього середовища.

Переповнені звалища й полігони виводять з використання величезні земельні площі, отруюють водойми та повітря є розсадниками гризунів, інкубаторами хвороботворних організмів. Вимоги до полігонів ТПВ постійно зростають, що підвищує вартість захоронення відходів. Комплексна переробка ТПВ, що включає сортування, термообробку, ферментацію та інші процеси, забезпечує максимальну екологічну та економічну ефективність.

Основна частина

Найбільш розповсюдженими видами промислової переробки ТПВ є спалювання, ферментація, сортування та їх різні комбінації.

За даними Всесвітнього банку, ринок послуг з переробки відходів набуває глобальних масштабів. Активно розвивається зовнішня торгівля. Найбільшим імпортером відходів для вторинної переробки є Китай. Річний рівень виробництва відходів в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні становить близько 270 млн. т у рік. З них тільки на Китай припадає 70 % регіонального обсягу відходів або 520548 т/день, а до 2025 р. приріст обсягу виробництва ТПВ на душу населення в Китаї прогнозується на рівні 66 % [6].

В табл. 1 зведені дані, що відображають усереднений склад твердих побутових відходів (ТПВ) (особливо придатних для вторинної переробки), що утворяться в Китаї [7].

Таблиця 1 – Склад твердих побутових відходів у Китаї, % [7]

Населення, що користується	Відходи органічного походження	Папір (картон)	Пластмаси	Скло	Метали	Інше
вугіллям	65	9	13	2	1	10
газом	41	5	4	2	1	47

На відміну від застосування традиційних сміттєвозів на базі вантажних автомобілів із двигунами внутрішнього згорання [8], китайський виробник BYD представив на автошоу в Каліфорнії електропривідний сміттєвоз, який на одній зарядці може долати 120 км. За словами автовиробників, кожен такий сміттєвоз дозволить економити близько 13 тис. $ за рахунок зменшення витрат на обслуговування і застосування альтернативних джерел енергії.

У Китаї раніше будували сміттєспалювальні заводи, описані в роботі [9], та коли вони зрозуміли, що в них бракує ресурсів, почали сортувати відходи.

Усе відсортоване сміття надходить на спеціальні заводи з переробки вторинної сировини, поширеність якої змодельована в роботі. Туди ж доставляють і сміття із чужих країн: протягом багатьох десятиліть у Китай везуть відходи із усього світу. У країні існують десятки тисяч компаній з переробки вторинної сировини, справа ця досить прибуткова.

Близько 60% обсягу волокна, використовуваного для виробництва паперу й продукції з картону, у Китаї виробляється із вторинної сировини. Крім макулатури, у Китай везуть метал, пластик і інші відходи. Тут їх переробляють і виготовляють із цієї сировини нові іграшки, одяг, посуд, алюміній для автопромисловості й багато чого іншого.

У країні, що є одним із самих великих виробників відходів на планеті, донедавна не було системи роздільного збору ТПВ. Тепер відповідно до закону «Про сприяння рециркуляційній економіці», що вступив в силу з 1 січня 2009 року, відходи – це не просто сміття, а «неефективно використовуваний ресурс». А щоб жителі наочно бачили, якого ефекту можна досягти, якщо сортувати його, у багатьох дворах Пекіна були поставлені спеціальні агрегати для харчових відходів. Викинуті туди жителями будинку залишки їжі протягом 24-х годин перероблюються в екологічно чистий компост. Технологія компостування ТПВ детально описана в роботі [10]. Потім двірник удобрює ними зелені насадження у дворі.

Переважна частина населення Китаю використовує неопрацьовані та необроблені продукти. Але зростання добробуту й активне поширення супермаркетів будуть сприяти скороченню кількості біовідходів у сміттєвому кошику. Уряд починає закликати населення сортувати ТПВ для того, щоб потім переробляти їх в електроенергію, добрива та ін. На громадян вводиться «сміттєвий» податок, розмір якого залежить від кількості відходів, що викидаються [11].

Однак із прийняттям закону «Про сприяння рециркуляційній економіці» почалася боротьба зі сміттєвими полігонами. 73 смітники, розташовані в межах Пекіна, планують ліквідувати, а сміття пустити на виробництво електрики. Подібний досвід у країні вже є: з 2008 року в Пекіні працює сміттєва ТЕС. У день вона спалює біля півтори тисяч тонн відходів і одержує гроші за вироблену енергію. В місті Пекін експлуатується станція брикетування легковагових алюмінієвих банок. Станція оснащена подаючим конвеєром і спеціальним пресом Н-80/70 продуктивністю 5 т/год.

Висновки

Таким чином, незважаючи на активну переробку сміття, близько 65% китайських відходів потрапляють на смітники. Багато смітників є нелегальними, організовані не за нормами: У результаті шкідливі речовини проникають у ґрунтові води та ґрунт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сердюк В. Р. Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. – № 1. – С. 57-61

2. Лемешев М. С. Ресурсозберігаюча технологія виробництва будівельних матеріалів з використанням техногенниг відходів / М. С. Лемешев, О. В. Христич, С. Ю Зузяк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2018. – № 1. – С. 18-23.

3. Bereziuk O. Ultrasonic microcontroller device for distance measuring between dustcart and

container of municipal solid wastes / O. Bereziuk, M. Lemeshev, V. Bogachuk, W. Wójcik, K. Nurseitova, A. Bugubayeva // Przeglad Elektrotechniczny. – Warszawa, Poland, 2019. – No. 4. – Pp. 146-150.

4. Bereziuk O. V. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 / O. V. Bereziuk, M. S. Lemeshev, V. V. Bohachuk, M. Duk // Proc. SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – vol. 10808, no. 108083G. – DOI: 10.1117/12.2501557.

5. Березюк, О. В. Регрессионная зависимость объёма биореактора от суточной массы перерабатываемых твердых бытовых отходов / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк // Оралдың ғылым жаршысы (Уральский научный вестник, Казахстан). – 2014. – № 42 (121). – С. 58-62.

6. Напалкова А. А. Состояние и тенденции развития рынка услуг по утилизации и переработке твердых бытовых отходов в странах АТР / А. А. Напалкова, А. Е. Насадюк // Известия ДВФУ. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С. 73-89.

7. Висванатхан С. Реализация концепции 3R в странах Восточной и Юго-Восточной Азии / С. Висванатхан, Т. Норбу // Твердые бытовые отходы. – 2012. – № 11. – С. 54-60.

8. Березюк О. В. Регрессия параметров управления приводом рабочих органов навесного подметального оборудования мусоровозов / О. В. Березюк // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 58-62.

9. Березюк О. В. Регресія кількості сміттєспалювальних заводів / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – Выпуск 1 (38). Том 2. Технические науки. – С. 63-66.

10. Березюк О. В. Моделювання поширеності компостування як методу поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 1. – С. 33-38.

11. Аболин А. А. Сортировка и прессование отходов на пяти континентах / А. А. Аболин // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 12. – С. 36-37.

Сюй Їмін *– магістер групи БМ-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 529335492@qq. com*

Лемешев Михайло Степанович *– канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua*

Xu Yming *– magister group BM-18m, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: 529335492@qq. com*

Mikhail Stepanovych Lemyshev *- Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua*

УДК 691. 039. 616

Черепаха Д. В.
Лемешев М. С.

МЕТАЛОНАСИЧЕНИЙ БЕТОН ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ АНТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В результаті проведеного аналітичного огляду запропоновано виготовляти електроди для систем антикорозійного захисту із електропровідного бетону. Формування електротехнічних властивостей таких виробів варто здійснювати комплексним застосуванням силового і електромагнітного впливу, що забезпечить отримання заданих фізико-механічних і електрофізичних властивостей електродів анодних заземлювачів.

Ключові слова: *електротехнічний бетон, антикорозійний захист.*

Abstract

As a result of the analytical review, it was proposed to manufacture electrodes for corrosion protection systems from electrically conductive concrete. The formation of the electrotechnical properties of such products should be carried out by the complex application of force and electromagnetic effects, which will provide the desired physico-mechanical and electrophysical properties of the electrodes of the anode grounding conductors.

Keywords: electrotechnical concrete, anti-corrosion protection.

Вступ

В останні роки велика увага, як в Україні, так і за кордоном, приділяється вивченню електротехнічних властивостей бетону. Цей інтерес викликаний тим, що такий новий напрям досліджень бетону відкриває великі перспективи в будівництві, електротехніці і інших галузях народного господарства.

Сьогодні для України проблема енерго та ресурсозбереження в усіх галузях економіки стає особливо актуальною. Середньостатистичні втрати металу внаслідок корозії підземних інженерних мереж і комунікацій за рік складають від 2 до 4 % [1].

Основна частина

Серед різноманіття розроблених науковцями способів антикорозійного захисту підземних металевих споруд найбільш ефективними і прогресивними є активні електрохімічні методи захисту.

Одним із складових елементів систем катодного і анодного захисту є електроди-заземлювачі, для виготовлення яких використовуються різні види металів і сплавів. Довговічність таких систем залежить в першу чергу від конструкції самого електроду і експлуатаційних умов їх використання. В середньому термін експлуатації електродів-заземлювачів дорівнює 7 - 10 років, після чого потрібно встановлювати нові, що також вимагає додаткових витрат на експлуатацію підземних мереж [2].

В роботах [3-4] автори запропонували використовувати залізобетоні конструкції у якості заземлювача . У ряді випадків здатність бетону проводити електричний струм намагаються використовувати для влаштування заземлення деяких будівельних конструкцій. Але це можливо лише в тому випадку, якщо бетон буде стабільним провідником струму. Проте при сезонних коливаннях температури і вологості, електричний опір звичайного бетону міняється на 6-8 порядків. Пояснюється це тим, що він володіє іонним характером провідності [5]. При насиченні бетону водою відбувається перехід легкорозчинних

компонентів цементного каменя в рідку фазу і він стає напівпровідником з низьким питомим електричним опором 10^3 Ом·см. Висушування ж бетону приводить до зростання його опору до 10^{11} Ом·см [6]. Таким чином, звичайний бетон не можна розглядати і використовувати як електротехнічний матеріал через велику нестабільність його електропровідних і ізоляційних властивостей.

Розроблений у Вінницькому національному технічному університеті бетон електротехнічний металонасичений (бетел-м) є одним із різновидів спеціальних бетонів, які можуть використовуватись як альтернатива існуючим струмопровідним виробам. Електротехнічні властивості бетелу-м забезпечує використання струмопровідного наповнювача металевого шламу (відходи металообробки), отриманий при цьому новий композиційний матеріал набуває широкого спектру електрофізичних і фізико-механічних властивостей, які приведені авторами в роботх [3, 6, 7]. Такі властивості бетелу-м і є передумовою можливого використання його як альтернативного активного струмопровідного елементу в системах антикорозійного захисту підземних інженерних мереж.

Дослідженнями встановлено, що з бетелу-м можуть виготовлятись вироби з широким діапазоном електричних і механічних характеристик, які приведені авторами в роботах [3, 6, 8]. В таблиці 1 приведено електромеханічні характеристики бетелу-м.

Таблиця 1–Електромеханічні характеристики бетелу-м

№ п/п	Електромеханічні характеристики	Значення
1	Питомий електричний опір, Ом·см	10 – 104
2	Міцність на стиск, МПа	5,5 – 35
3	Міцність на згин, МПа	2,0 – 3,5
4	Щільність, г/см3	1,7 – 2,8
5	Допустима щільність струму, А/см2	10 – 0,1
6	Робочий діапазон температур, ºС	від– 40 до + 150
7	Робоча температура перегріву, ºС	+150
8	Допустима швидкість перегріву, С/сек	200

На сьогодні розроблено такі основні способи формування виробів із бетелу-м, як статичне пресування і пресування сухих сумішей з послідуючим зволоженням. Основною метою використання таких технологій є силові впливи на бетонну суміш під час формування електротехнічних виробів. В результаті чого забезпечується наближення частинок дрібнодисперсного електропровідного наповнювача на відстань меншу 30 Å, що забезпечує вільне протікання електронів в структурі матеріалу. Така умова необхідна для створення виробів із стабільними електричними показниками [3].

В роботах [9-10] автори досліджували спрямований вплив електромагнітного поля на сировинну суміш в процесі її виготовлення. Експериментально було доведено, що електричний струм діє не тільки на металевий наповнювач бетелу-м, але й на цементну зв’язку. Ступінь впливу залежить від параметрів самої суміші - концентрації струмопровідної фази, пластичності суміші, а також від характеру електричного струму, що протікає через незатверділу суміш, і його величину.

Найбільший ефект від дії електричного струму на зразки незатверділої суміші бетелу-м спостерігається при малих концентраціях провідної фази, особливо при значеннях менших критичної межі 6кр = 32 % мас. При 6у > 32 % мас дія електричного струму на етапі формування бетелових виробів практично не впливає на їх кінцеві властивості.

В ході досліджень встановлено, що постійний і перемінний електричний струм діють по різному на електропровідний композиційний матеріал. При протіканні через зразок металонасиченої суміші перемінного струму електричний опір зменшується в 2-3 рази в порівнянні із аналогічними зразками які оброблялися постійним струмом. Перемінний струм

більш суттєво впливає на упорядкування електропровідної структури по мірі підвищення напруги.

Висновки

В результаті проведених аналітичних досліджень встановлено, що металонасичений бетон може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів систем антикорозійного захисту підземних інженерних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сурис М.А. Защита трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии / М.А. Сурис, В.М. Липовских. –М.: Энергоатомиздат, 2003. –216 с.
2. Экилик Г. Н. Электрохимические методы защиты металлов / Г. Н. Экилик. – Ростов-на Дону, 2004. – 52 с.
3. Сердюк В.Р. Бетон электропроводный металлонасыщенный. Винница: Континент, 1993, - 239с.
4. Лемешев М. С. Антистатичні покриття із електропровідного бетону / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 26-30.
5. Христич О.В. Формування мікроструктури бетонів для захисту від іонізувального випромінювання / О.В. Христич, М. С. Лемешев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 2. – С. 18 – 23.
6. Сердюк, В.Р. Технологічні особливості формування металонасичених бетонів для виготовлення радіозахисних екранів / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2007. – № 4. – С. 58-65.
7. Лемешев М.С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М.С. Лемешев., О.В. Березюк., О.В. Христич // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
8. Сердюк В.Р. Фізико-хімічні особливості формування структури електропровідних бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1997. – № 2. – С. 5 – 9.
9. Лемешев М. С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму / М. С. Лемешев // Науково-технічний збірник. Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві — Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006. – С. 36-41.
10. Сердюк В.Р. Строительные материалы и изделия для защиты от электромагнитного излучения радиочастотного диапазона / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №4. – С. 8-12.

Черепаха Дмитро Володимирович *- магістер групи Б-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dmutro.cherepaha@gmail.com*

Лемешев Михайло Степанович *– канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua*

Cherepakha Dmytro *- magister group B-18m, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: dmutro.cherepaha@gmail.com*

Mikhail Stepanovych Lemyshev *- Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua*

УДК 711.8

О. В. Підгорна
В. В. Швець

ВПЛИВ ДОБУДОВ НА ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Висвітлена необхідність під'єднання інженерних мереж до прибудованих приміщень, проаналізовані можливі проблеми та ефективний вплив на розвиток міста.
Ключові слова: містобудування, добудови, інженерні мережі.

Abstract
The need for connection of the engineering networks to the annexed premises, the possible problems and the effective influence on the development of the city are highlighted.
Keywords: urban planning, extension, engineering networks.

Вступ

Історично склалося так, що центральна частина міста вже забудована, інженерні мережі вже прокладені і будь-яке втручання в цю сформовану систему є не логічним і не доцільним, тому виникає необхідність розробки способів та методів під'єднання інженерних мереж до нового будівництва, а зокрема різноманітного типу прибудов, таким чином, щоб не порушувати сформовану структуру.

Метою роботи є дослідження впливу прибудов до існуючої забудови в центральній частині міста на міські та будинкові інженерні мережі.

Основна частина

Ущільнення територій відбувається шляхом захоплення вільних від забудови територій та використання вільного простору на вже забудованих територіях. В центральній частині міста такий прості р використовують для зведення прибудов до існуючих будівель. Проте сучасні прийоми просторового розвитку та нормативні документи схвалюють ущільнення забудови та прямо стимулюють до цього, але будь-які проектні рішення повинні відповідати нормативним вимогам [1].

Зазвичай прибудови до існуючої забудови роблять в комерційних цілях і ця діяльність повинна бути врегульованою. До кожної прибудови повинні бути прокладені усі інженерні мережі і вони повинні використовуватись таким чином, щоб не перевантажувати систему та не збільшувати об'єми використання енергоресурсів.

Як при новому будівництві, так і при купівлі уже готового об'єкту, виникає актуальне питання щодо проведення інженерних комунікацій, адже вони є невід'ємною частиною сучасного житла та робочого простору. Функціонування добудованих приміщень повинно бути повноцінним, це означає, що до об'єкту повинні бути підведені усі комунікації: газ, вода, каналізація електрика та інші.

У всіх великих містах є централізоване водопостачання та каналізація, в багатьох містах - теплопостачання та газопостачання. У цілому благоустрій міста є сукупність заходів, що забезпечують найкраще сполучення виробничих, культурно-побутових і гігієнічних умов для життя й виробничої діяльності населення. Підземний простір сучасних великих міст має складну систему, він насичений різними інженерними спорудами й комунікаціями, складається з мереж, колекторів і споруд на ними. Підземний простір міст - це складна система підземних комунікацій, що вимагає для їхнього спорудження, будівництва й експлуатації високої кваліфікації інженерно-технічного персоналу. Найбільш складною є каналізація, тому що вона укладається з ухилом у знижених місцях, часто в складних гідрогеологічних умовах і на значній глибині[2].

При під'єднання інженерних мереж виникає певний ряд проблем. Основна проблема це зношеність мереж, адже близько 70% передавальних потужностей відпрацювали своє. В ситуації з електроенергією, то часто електропередавальні організації справді не можуть провести нові приєднання, оскільки не мають достатньої потужності для такого розширення. Але приєднання мереж для прибу-

дов не спричинить різкого навантаження на існуючу систему, що є значною перевагою такого виду будівництва.

Отже, проаналізовано вплив зведення добудов на інженерні мережі міста, враховуючи усі переваги та проблеми, що можуть виникнути в такому випадку. Таким чином, отримана територія буде мати позитивний ефект від її використання набагато більший за вплив на навантаження інженерних мереж[3].

Висновки

Проведений аналіз показав, що будівництво прибудов в центральній частині міста є ефективним та раціональним рішенням щодо використання вільних просторів та ущільнення території міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Швець В. В. Аналіз ДБН Б.2.2–12:2018 «Планування і забудова територій» щодо збільшення ефективності забудови центральних частин великих міст/ В. В. Швець, О. В. Підгорна // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: [Науково-технічний збірник]. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2018. - №2(25). С. 129-134.

2. Айрапетян Т. С. МІСЬКІ ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ / Т. С. Айрапетян. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 54 с.

3. Швець В. В. Способи збільшення ефективності забудови центральних частин великих міст на прикладі м. Вінниці / В. В. Швець, Л. В. Шевчук, Р. Є. Козюк, О. В. Підгорна, О. І. Логоша // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: [Науково-технічний збірник]. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2018. - №1(24). С. 61-65

Підгорна Олена Володимирівна — студентка групи БМ-16б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 2b16b.pidhorna@gmail.com;

Швець Віталій Вікторович — к.т.н., доцент кафедри міського будівництво та господарства Вінницького національного технічного університету;

Pidhorna Olena — Student Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: 2b16b.pidhorna@gmail.com;

Shvets Vitaly — Ph.D. of Urban construction and economy Department in Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

УДК 711

Л. В. Кучеренко
Т. Г. Шулік

ПРОСТОРОВО-ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ОБ'ЄКТІВ МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА В ПРИМІСЬКИХ ЗОНАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
У статті розглядаються особливості доступності, розміщення та інфраструктура малоповерхового житлового будівництва в приміських зонах з містобудівної точки зору.
Ключові слова: таунхаус, малоповерхове будівництво, інфраструктура, містобудування.

Abstract
The article deals with the accessibility, location and infrastructure of low-rise residential construction in suburban homes from an urban perspective.
Keywords: town house, low-rise construction, infrastructure, town planning.

Вступ

Проблема забезпечення громадян високоякісним доступним житлом є і нині однією з найактуальніших. Містобудівна концепція, що займає провідне місце в усьому світі протягом багатьох років, передбачала розвиток багатоповерхового житлового будівництва з переважним використанням таких будівельних матеріалів як металопрокат, бетон і цегла. Бурхливому будівництва багатоповерхових будинків перешкоджає існуюча транспортна інфраструктура, брак енергетичних потужностей та водних ресурсів.

В даний час здійснюється антропогенне забруднення біосфери, яке набуває небезпечних масштабів, що свідчить про необхідність екологічного підходу до проектування ІЖБПК. Екологічний підхід спрямований на формування житлового середовища з використанням нових технологій, екологічно чистих матеріалів, особливих прийомів об'ємно-просторової організації інтер'єрних і екстер'єрних просторів, їх органічне поєднання з елементами природного середовища, без негативного впливу на навколишнє середовище.

Результати дослідження

Досліджено особливості формування основних напрямків земельної та житлової політики на територіально-галузевому рівні по забезпеченню населення доступним житлом, проаналізовані тенденції розвитку ринку доступною житлової нерухомості.

Сформовано методичні положення щодо формування ефективного механізму функціонування та розвитку містобудівних проектів котеджного будівництва, засновані на системному підході до їх розвитку і використання інновацій з урахуванням стану і вимоги ринку.

На основі порівняльного техніко-економічного аналізу встановлено доцільність індустріального масового виробництва модульних будинків як одного із способів вирішення проблеми якнайшвидшого забезпечення населення доступним житлом.

Розроблено методичні рекомендації та основні цільові параметри стратегічного розвитку об'єктів малоповерхового житлового будівництва з урахуванням принципів системного виробничого планування та організаційної надійності, що відповідають сучасним вимогам ринку.

Більш детально розглянуто об'ємно-просторову структура житлового будинку в різних структурах ландшафту, а також об'ємно-просторове рішення малоповерхових житлових будинків.

Розглянуто принципи формування сучасних малоповерхових житлових будинків:

- Принцип ергономічності
- Принцип природної інтеграції
- Принцип структурного формоутворення
- Принцип екологічної комфортності

– Принцип естетичної унікальності

Висновки

В ході дослідження було вирішено важливе завдання :обґрунтування наукових положень, методичних прийомів і практичних рекомендацій, спрямованих на пошук і розробку методів формування ефективного механізму містобудівного управління на ринку об'єктів житлової нерухомості на прикладі зведених котеджних селищ.

Запропоновано методи забезпечення надійності в системі взаємовідносин між основними учасниками містобудування при реалізації проектів котеджної забудови, що дозволяє ефективно управляти процесом будівництва.

Сформовано концепції архітектурної організації внутрішньо-об'єктивного середовища відповідно соціальним,екологічним таестетичним умовам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стригин Б.С. Проблемы жилищного строительства и пути их решения. Сб. науч. тр., Пенза, ПТУ АС, 2009 (0,6 п.л.).

2. Архитектурное проектирование жилых зданий: учебник для студентов вузов / М. В. Лисициан, В. Л. Пашковский, З. В. Петунина и др. – М. : Архитектура-С, 2006. – 488 с.

3. Змеул С. Г. Архитектурная типология зданий и сооружений: учеб. для вузов / С. Г. Змеул, Б. А. Маханько. Издание стереотипное. – М. : АрхитектураС, 2007. – 240 с.

4. Стригин Б.С. Современное состояние проектирования и выбор факторов развития объектов коттеджной застройки на основных фазах жизненного цикла. Сб. науч. тр., г.Воронеж, ВГАСУ, 2009 (0,6 п.л.).

5. Осипов Ю. К. Архитектурно-типологические основы проектирования жилых зданий. Текст : учебное пособие / Ю. К. Осипов, О. В. Матехина. – Новокузнецк. : Сибир. гос. инд. ун-т, 2013. – 257 с.

6. Степанов А. В. Объемно-пространственная композиция: учеб. Для вузов / А. В. Степанов, В. И. Малыгин, Г. И. Иванова и др. – М. : Архитектура– С, 2003. – 256 с.

Шулік Тетяна Геннадіївна- студентка групи Бм-16б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 2b16bshylik@gmail.com

Науковий керівник: ***Кучеренко Лілія Василівна-*** канд. техн. наук, доцент кафедри "Містобудування та архітектури", Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Shulik Tatyana Gennadiyevna - student of BM-16b group, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: 2b16bshylik@gmail.com

Supervisor: ***Kucherenko Lilia Vasylivna*** - Cand. tech. , Associate Professor, Department of Urban Planning and Architecture, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

УДК 625.87

С. П. Жук[1]
С. В. Риндюк[1]

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛИХ ПОКРИТТІВ НА ВУЛИЦЯХ МІСТ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто практичне застосування тротуарів з підігрівом у інших країнах світу. Плюси та мінуси такого методу боротьби з слизькою поверхнею на тротуарі.

Ключові слова: тротуар, тротуарна плитка, тротуар з підігрівом, дорога з підігрівом, технологія влаштування тротуару з підігрівом.

Abstract

Practical application of heated sidewalks in other countries of the world is considered. The pros and cons of this method of dealing with the slippery surface on the sidewalk.

Keywords: pavement, pavement, heated pavement, heated road, heated pavement technology.

Вступ

Взимку ожеледь і снігові замети нерідко стають причиною серйозних проблем на вулицях міст – нещасні випадку на дорогах, травми через падіння, обмеження проїзду тощо. Захистити будь-які зовнішні площі (сходи, доріжки, тротуари, під'їзні шляхи) від ожеледі та снігових заметів дасть змогу кабельна система танення снігу і льоду.

Як правило, в холодну пору року тротуари покриті льодом. Це становить небезпеку для перехожих і транспорту, оскільки може призвести до травмування людей та створення автомобільних аварій на дорогах. Аби позбутися цієї проблеми, варто використовувати спеціальну обігрівну систему для покриттів. Вона позбавить від подальшого систематичного ручного видалення снігу та льоду, посипання піском і сіллю. Обігрівання тротуарів працює автоматично і не шкодить покриттю й навколишньому середовищу. Ця система функціонує до тих пір, поки є ймовірність виникнення льоду, тобто поки процес танення не припиниться і вся потала вода не буде видалена.[2]

В українців така пора року, як зима асоціюється не тільки зі святами, сніжками та веселощами а й із холодом, снігом, ожеледицею і переломами. Зважаючи на те, що зимою на вулицях міст України замерзає тротуарна плитка і це перетворюється на льодову арену, у Вінниці використовують такий спосіб боротьби з цією проблемою, як посипання покриття сіллю з використанням хімічних реагентів, цей варіант є застарілий та шкідливий як для людей так і покриття доріг. Асфальт та тротуарна плитка з використанням такого методу втрачає свої фізичні характеристики. Отож, одним із способів боротьби з льодом є влаштування тротуарів з підігрівом.

Результат досліджень

Дороги з підігрівом: практичне рішення для країн з холодним кліматом. Технології підігріву автомобільних доріг і тротуарів активно застосовуються у містах, де існує проблема прибирання снігу і утворення ожеледиці.

Одна з передових країн у цій галузі, де застосовуються технології підігріву асфальту та тротуарів, це Японія. У північних регіонах держави клімат відрізняється яскраво вираженою взимку з негативними температурами і великою кількістю снігу. В Японії заборонено застосування хімічних реагентів на вулицях, зате вітається застосування підігріву [1].

Позитивний досвід японців перейняли і в інших північних країнах. Дороги з підігрівом є в Канаді, США, Фінляндії, Норвегії, Ісландії та деяких інших країнах. Так, наприклад, в Ісландії в якості джерела тепла виступають геотермальні води, якими так багата територія цієї держави. Ну, а в інших країнах найчастіше встановлюють підігрів, який працює за рахунок електрики. Така система підігріву, наприклад, існує на вулицях фінської столиці, в місті Гельсінкі [2].

Сама технологія підігріву асфальту багато в чому схожа з технологією «теплої підлоги» в будівництві, коли під зовнішнє покриття укладається сітка з нагрівальним елементом, так звана

«кабельна система». Технологія розтоплення льоду на дорогах працює як в ручному, так і в автоматичному режимі. Вона передбачає заливку асфальту в сітку з металевих стрічок. Встановлені в сітці датчики фіксують обмерзання полотна і за необхідності включають його підігрів. В якості апаратури управління використовуються терморегулятори, що фіксують температуру зовнішнього повітря та наявність опадів, або датчики температури бетонної стяжки. Коли йде сніг, система автоматично включає підігрів, і тала вода починає збігати в водозбірники. Застосування термостатів дозволяє знизити енергоспоживання кабельної системи обігріву.

Використовуючи систему теплих покриттів сніг миттєво тане, не утворюючи криги, що істотно полегшує життя пішоходам, водіям, ну і, звичайно ж, працівникам комунальних служб. На дорогах знижується кількість аварійних ситуацій, а пішоходи не страждають від падінь через те, що утворилася ожеледь.

Крім незаперечної зручності, технологія підігріву асфальту має і ще один плюс. Незважаючи на високу вартість на етапі будівництва, такі дороги мають більший термін служби, адже періодичне промерзання і відтавання протягом холодного сезону призводить до утворення дефектів на звичайному дорожньому покритті.

Застосування цієї технології також знизить шкоду екології, адже підігрів дороги дозволить відмовитися від солей та інших реагентів, які використовують при обмерзанні полотна.

. . . . . .

Висновки

Отже, концепція влаштування тротуарів з підігрівом є корисною у містобудівному плані. Систему обігрівання вулиць використовують для підтримання зовнішніх територій у незамерзаючому стані в холодну пору року, для підвищення безпеки, полегшення трудомістких робіт при очищенні територій від снігу та льоду. Ці системи обігрівають вулицю при автоматизованому керуванні та вирізняються надійністю і довговічністю. Кабельні системи обігрівання відкритих майданчиків забезпечують підігрів знизу доріг, тротуарів, сходів, ґанків та інших відкритих площ.

Нагрівальний кабель ефективно застосовують у системах обігрівання пандусів, сходів, відкритих майданчиків, під'їзних асфальтованих доріжок. Якщо в зимовий період на цих ділянках необхідні такі заходи, як захист від льоду й обігрівання сходів, то прокладання нагрівального кабелю є оптимальним способом вирішення цих проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сходи і доріжки без льоду та снігу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : http://www.budexpert.ua/content/detail/279

2. У світі активно почали застосовувати технології підігріву автомобільних доріг і тротуарів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : https://ukr.media/world/374734/

3. Дороги з підігрівом: [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL https://www.dexpens.com/Article/9250/dorogi-z-pidigrivom

Жук Світлана Павлівна — *студентка групи БМ-16б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: spzhuk@gmail.com*

Риднюк Світлана Володимирівна *— кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: runduyksv@gmail.com*

Svitlana Zhuk *- student of BM-16b group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: spzhuk@gmail.com*

Svitlana Ryndiuk - PhD, *senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: runduyksv@gmail.com*

УДК 711.11

Н.Р. Петренко[1]
Л. В. Кучеренко[1]

Ревіталізація постіндустріальних територій, як метод введення їх в структуру міста

[1]Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено теоритичне підгрунтя поняття ревіталізації та запропоновано чотири типи ревіталізації для міста. Визначено найяскравіші приклади ревіталізації постіндустріальних територій на теренах світу та України.

Ключові слова: *ревіталізація, порушені території, постіндустріальні території*

Abstract

The theoretical background of the concept of revitalization is investigated and four types of revitalization for the city are proposed. The most vivid examples of post-industrial territorial revitalization in the world and Ukraine are identified.

Key words: *revitalization, disturbed territories, postindustrial territories*

Вступ

На сьогоднішній день питання залучення в місто нових покупців та відвідувачів та покращення життя містян є актуальним з боку його ефективного економічного розвитку. Вирішення цієї проблеми можливе за допомогою відновлення постіндустріальних об'єктів на теренах міста, розвитку існуючих об'єктів культури або створення нових на вільних територіях.

Метод ревіталізації постіндустріальних зон є найбільш вигідним в плані розвитку міста. Оскільки він вирішує одразу дві проблеми: введення порушених територій в функціонуючу структуру населеного пункту та забезпечення нових рекреаційних та туристичних місць на території міста.

Метою роботи є дослідження проблеми порушених територій та введення постіндустріальних територій в структуру міста в Україні та закордоном. Оцінка процесу ревіталізації та перспективи його розвитку в Україні.

Результати дослідження

Основою роботи з порушеними земляни з точки зору містобудування є ознайомлення з поняттям рекультивація, ревіталізації та визначення подальшої функціональної приналежності до певної зони міста. Поняття рекультивації розглядається як комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель. [Земельний кодекс України (ЗКУ). Науково-практичний коментар.(Стаття 166)] У процесі відновлення порушених територій виділяють два етапи рекультивації: технічний і біологічний. Обсяг робіт першого етапу залежить від стану порушених земель і виду використання (створення парку, водойми, будівництво). Знімання родючого шару ґрунту — обов'язкове при всіх видах робіт із видобування корисних копалин, будівництва промислових, житлових та комунальних об'єктів, доріг і гідротехнічних споруд, а також при відведенні родючих земель під териконники, відстійники, ложа ставів і водосховищ. Біологічний етап рекультивації — це комплекс заходів щодо створення сприятливого водно-повітряного та поживного режимів ґрунту для сільськогосподарських і лісових культур [1].

Поняття ревіталізація широко використовується як в архітектурі та і в урабаністтиці. З точки зору архітектури це поняття близьке до реконструкції і ремонту, найчастіше застосовується до історичних садиб і означає повернення втраченого призначення будівля або набування нового. В урбаністиці поняття «ревіталізація» означає відновлення міського середовища, при якому воно стає більш придатним для проживання [2]. Вирішення задач ревіталізації в значній мірі залежить від гармонізації між планувальною структурою міст і сучасними соціально-економічними, архітектурно-планувальними та інженерно-технічними вимогами.

На сьогоднішній день на території України є велика кількість не функціонуючих та закинутих промислових підприємств. Такі території є клеймом на карті міста та псують загальне враження про ландшафт міської території. В такому випадку доцільно проводити ревіталізацію земель, яка має на увазі поліпшення умов життя місцевих жителів, найчастіше його використовують як проект залучення в місто нових туристів та інвестицій (тобто застосовують як одну із ознак містобудівного маркетингу), створенням рекреаційних зон.

Ступінь зміни міського середовища в процесі ревіталізації залежить від ступеня цінності історико-культурних об'єктів. При розгляді процесу ревіталізації для загального стану міста можна виділити його чотири типи:

- ревіталізація деградованих міських кварталів і багатофункціональних територій міської забудови;
- ревіталізація колишніх індустріальних і військових територій та об’єктів;
- ревіталізації житлових комплексів;
- ревіталізація міського пейзажу з особливим акцентом на міські силуети і систему громадських просторів [3].

Найпоширенішим прикладом процесу ревіталізації в сучасні історії архітектури та містобудування Європи є перетворення промислових заводів на виставкові центри, офісні приміщення та актуальні сьогодні квартири-лофти, тобто зміна колишніх індустріальних територій та обєктів.

Найбільш яскравими прикладами таких процесів в Європі та США є :

- перетворення колишньої фабрики бавовняно-паперових виробів «Manufactura» в місті Лодзь (Польща) на розважальний центр. В склад якого входить: кінотеатр, роледром, скейт-парк, боулінг і багато іншого. Ревіталізація даного обєкта проходила з 2003 по 2006 рік.
- перетворення фабрики з виробництва скляних виробів в Корнінгі (США) на музей скла. Експозиції якого розповідають про скло та чим саме тут займалися робітники.
- перетворення елеватора в студентський гуртожиток. Таке неординарне перетворення промислового об’єкта в житлову забудову відбулося в місті Осло (Норвегія), 53-х метровий елеватор з 21-м силосним корпусом перетворилися на 226 квартирний гуртожиток з загальною площею 9000 м^2.

В Україні теж є приклад ревіталізації промислової території в виставковий центр – це перетворення Дарницького шовкового комбінату в місті Києві на «Арт-завод Платформа», на сьогоднішній день це площадка для проведення фестивалів, виставок.

Висновки

Отже Україна має великий потенціал порушених територій, які потребують перетворення та введення в структуру міста. Оскільки є велика кількість занедбаних заводів, які можна вводити в експлуатацію змінивши їх призначення. Ревіталізація – це ефективний спосіб дати друге життя підприємствам, які занепали, не порушивши при цьому історичний вигляд будівлі. Тому що промислові будівлі мають ряд економічних, конструктивних, територіальних переваг, які роблять їх цінними на сьогоднішній день як основу для формування житлового і рекреаційного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ваганов І. І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Попович. – Вінниця, 2014.
2. Попова О. А. Основные требование к лофт жилью и приимущества промишлених зданий в условиях их реорганизации / О. А. Попова. // Весник ДГТУ им. В. Г. Шухова. – 2014. – №4.
3. Ганський В. О. Ревіталізація деприсивного міського простору за допомогою концервації колишніх промислових об’єктів історико-культурної спадщини / В. О. Ганський. // Вісник ЛТЕУ Глобальні та національні проблеми економіки. – 2018. – №23. – С. 361–365.

Науковий керівник: ***Кучеренко Лілія Василівна*** – к.т.н., доцент кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури.

Петренко Наталія Романівна - студентка групи БМ-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця. e-mail: nataliapetrenko2306@gmail.com

Supervisor: ***Kucherenko Lily Vasylivna*** - candidate of technical sciences, associate professor of the Department of Building, Urban and Architecture
Petrenko Natalia Romanivna - student of BM-19m group, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: nataliapetrenko2306@gmail.com

УДК 711; 692.433

А. О. Бричанський
В. П. Ковальський
Є. Р. Матвійчук

ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНОВИДУ ІНВЕРСІЙНОГО ПОКРИТТЯ, А САМЕ «ЗЕЛЕНА» ПОКРІВЛЯ В ГОТЕЛЬНИХ КОМПЛЕКСАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто види плоских покрівель. Визначено поняття інверсійної покрівлі та саму конструкцію плоского даху. Наведено види інверсійних покрівель та їх пристрій.
Ключові слова:
Дах, покрівля, готель, плоский дах, інверсійна покрівля.

Abstract
Types of flat roofs are considered. The concept of inversion roof and the very construction of a flat roof are defined. The types of inversion roofs and their device are given.
Keywords:
Roof, hotel, flat roof, inversion roof.

Вступ

Створюючи проекти нових готельних комплексів, забудовники усе частіше вибирають плоский варіант даху. По-перше, — це економічно. Коштом матеріалів можна добитися до п’ятдесяти відсотків економії грошей, у порівнянні з матеріальними затратами на двосхилу конструкцію. По-друге, — це швидкість виконання робіт і простота технології монтажу. По-третє, — це гарантія захищеності від вітру, та інших атмосферних впливів. Також, плоска покрівля може зіграти роль ефективного простору на даху[1-3].

Плоска покрівля в основному буває двох видів:

• Не експлуатована покрівля. Хоча вона не розрахована на сильні навантаження, по її поверхні усе ж можна вільно пересуватися, для того, щоб очистити стічні канали чи здійснити які-небудь ремонтні роботи (див. Рис. 1);

• Експлуатована покрівля. Вона використовується для розміщення на ній зелених зон, терас, кафе, басейнів, автостоянок, тощо (див. Рис. 2);

Рис.1 – Не експлуатована покрівля.

Рис.2 – експлуатована покрівля.

Основна частина

Сучасні готелі відрізняються за призначенням, місткістю, поверховістю, типами конструкцій, рівнями комфорту, режимами експлуатації (цілорічні, сезонні), місцем розташування (місто, курорт тощо), функціональним призначенням, забезпеченістю харчуванням, тривалістю проживання в них, рівнями цін.

Комплекс готельний – це декілька готельних будівель, що побудовані в одному місці за єдиним планом і належать одному власникові.Готельні комплекси являють собою складні, найчастіше унікальні споруди. Їхнє розміщення в планувальній структурі міста є складним і відповідальним процесом.

Кожна плоска покрівля складається з різноманітних шарів. У традиційному випадку, верхній шар покрівлі виконується з гідроізоляційного матеріалу. На даний момент велику популярність отримує інверсійна покрівля[2].

Інверсійна покрівля – це конструкція, перевернута «з ніг на голову» в порівнянні з традиційною і широко поширеною конструкцією суміщених плоских покрівель.

Однак далеко не завжди плоский дах припускає якесь корисне її використання, що стало б вельми до речі в часи хронічного дефіциту вільних площ у мегаполісах.

Конструкція плоского даху (суміщеної)

Широко представлена в міському пейзажі конструкція класичної плоскої покрівлі включає традиційний перелік обов'язкових елементів (покрівельний пиріг):

• Залізобетонна підстава з плит покриття;

• пароізоляційний шар з рулонного бітумного або плівкового матеріалу;

• теплоізоляція з керамзитового гравію, наприклад, або з мінераловатних плит;

• по теплоізоляції, як правило, виконується цементно-піщана стяжка (для виключення зневоднення розчину і зволоження утеплювача, його необхідно вкривати рулонним матеріалом або поліетиленовою плівкою товщиною 0,2 мм);

• покрівельний гідроізоляційний килим з рулонних бітумних матеріалів (рідше мастична або «наливна» покрівля з бітумно-полімерних і полімерних мастик);

Інверсійна покрівля має кардинальну відмінність від звичайного плоского даху в тому, що основний гідроізоляційний килим не накриває шар утеплювача зверху, а розташований під ним.

Це і є яскраво виражені переваги інверсійних покрівель[3].

Інверсійна покрівля спочатку позбавлений подібних проблем. (Див.Рис.3.) Покрівельний килим, розташований під утеплювачем, цілий рік експлуатується при позитивних температурах і надійно захищений від ультрафіолетового випромінювання і від механічних пошкоджень вищерозташованими шарами. Термін служби килима в таких умовах зростає багаторазово.

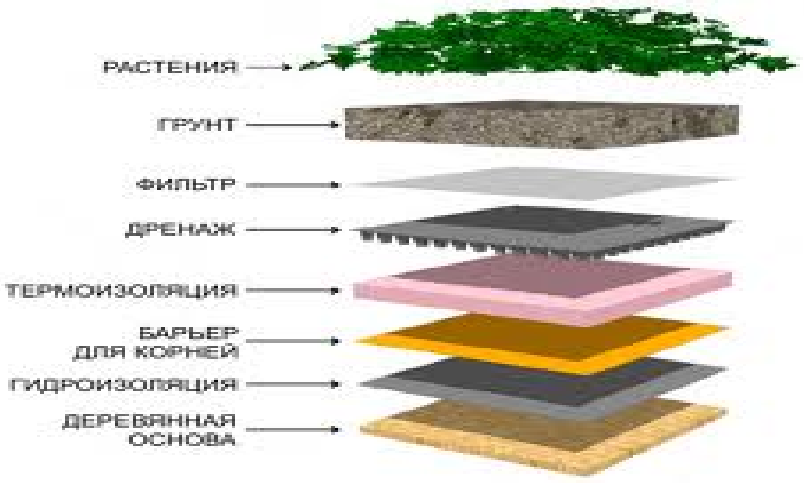


Рис.3 – Шари інверсійної покрівлі

Ще однією незаперечною перевагою інверсійної покрівлі є можливість використовувати її площа для цільової експлуатації, що дуже цінно в обмежених міських умовах.

Інверсійна експлуатована покрівля в готелях може перетворитися на майданчик переговорів і корпоративних святкувань або зону відпочинку з квітником, смужкою газону і декоративним фонтаном.

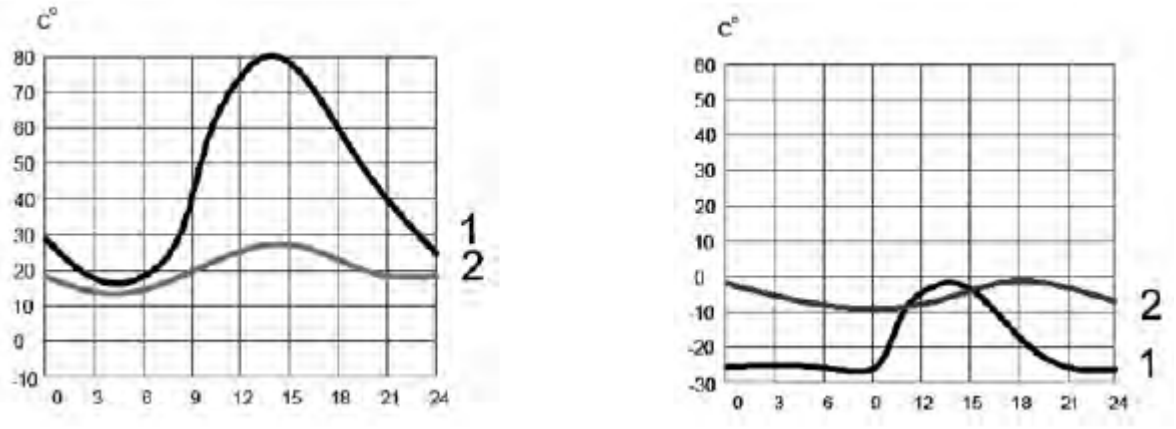


Рис. 4 Добовий температурний режим плоского даху влітку і взимку

1- Традиційне рулонне покриття 2- Трав'яне покриття

Види інверсійних покрівель та їх пристрій

Пристрій інверсійної покрівлі необхідно закладати в проект на самих ранніх етапах проектування, щоб всі навантаження від неї враховувалися в подальших розрахунках всіх конструкцій будівлі[3-6].

Можливі кілька варіацій «перевернутих» дахів в готелях:

• Баластова інверсійна покрівля. Включає покладену по підставі гідроізоляцію, теплоізоляцію, фільтрувальний шар і гравійну засипку в якості баласту.

• Експлуатована покрівля з тротуарною плиткою буде дуже до місця там, де потрібна відкрита площадка з присутністю людей, розміщенням парасольок, столиків зі стільцями, шезлонгів, тренажерів і т.п. Відрізняється присутністю тротуарної плитки замість гравію.

• Зелена покрівля. Призначена для влаштування газону і посадки рослин з неглибоким корінням. За складом відповідає баластного варіанту (гравій грає роль дренажу) з додаванням другого фільтрувальний і ґрунтового шарів. Особливі вимоги до водовідводу з даху.

• Дахавтостоянка. При необхідності облаштування на покрівлі автостоянки або водойми слід заздалегідь передбачити в проекті проміжні зміцнюючі шари й верхнім покриттям — монолітну армовану плиту.

Найбільш вигідним видом інверсійної покрівлі, є зелений дах.

Зелений дах – це дах будинку, частково або повністю покритий рослинністю і ґрунтовим шаром. Це зелений простір, створений додаванням поверх традиційної покрівельної системи додаткових шарів родючого ґрунту і рослин.

Зелену покрівлю також називають екологічною та живою покрівлею. Сьогодні зелені дахи особливо актуальні в містах Західної Європи, які задихаються серед бетону та асфальту, де позначається брак вільного місця, а кам’яна забудова займає близько 80 % міської території.

У таких містах сад на даху – необхідність. Дах готельних комплексів нерідко називають «п’ятим фасадом». Від його розмірів та художнього вигляду залежить силует забудови. Одночасно дах – верхня захисна конструкція будівлі. Вона виконує і несучу, і теплоізоляційну функції, а покрівля – забезпечує захист будинку від дощу, снігу, вітру, перепадів температури повітря.

Сьогодні покрівля будинків перестала бути просто огороджувальною конструкцією. Використовуватися дахи звичайно, можуть по-різному: стати свого роду штучною підосновою для садів, бульварів, скверів та інших об’єктів ландшафтної архітектури міста. Одночасно вони захистять конструкції покрівлі від ушкоджень, збільшуючи термін експлуатації. Не менш важливо і те, що, поглинаючи вологу, рослини зменшують навантаження на дощову каналізацію і в результаті це зможе запобігти катастрофічним підтопленням і повеням[5].

Залежно від навантаження на дахову конструкцію і різновидів рослин можна виділити два основних напрями озеленення дахів: екстенсивний та інтенсивний. У разі екстенсивного озеленення на

покрівлі створюється килим з газонних трав або низькорослих багаторічників, яким потрібно мало ґрунту та догляду. Таке озеленення робиться зазвичай на неексплуатованих та похилих дахах. Доступ людей на такий дах, у принципі, не передбачається. Таке озеленення можливе на дахах з ухилом до 28 градусів. Інтенсивне озеленення дахів – це створення повноцінного саду з доріжками, водоймами, квітниками, деревами. Вони характеризуються більшою товщиною субстрату, більшою вагою, але широким розмаїттям рослин, Субстрат інтенсивних покрівель глибиною 20–60 см, з вагою в насиченому стані від 250 до 950 кг/м^2

Висновок

Отже, було розглянуто види плоских покрівель. Також визначено яких проблем позбавлена інверсійна покрівля:

- залізобетонна плита покриття;
- пароізоляція з рулонного бітумного матеріалу;
- теплоізоляція з керамзитового гравію.

Визначено поняття інверсійної покрівлі та саму конструкцію плоского даху. Наведено види інверсійних покрівель та їх пристрій. А так як інверсійну покрівлю називають конструкцією, перевернутою «з ніг на голову» в порівнянні з традиційною, покрівельний килим, розташований під утеплювачем, цілий рік експлуатується при позитивних температурах і надійно захищений від ультрафіолетового випромінювання і від механічних пошкоджень вищерозташованими шарами. Термін служби килима в таких умовах зростає багаторазово. І це дає можливість інтенсивно озеленити дахи – що дає можливість створити повноцінний сад з доріжками, водоймами, квітниками, деревами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Титова Н.П. Сады на крышах. – М.: Олма Пресс, 2002. – 112 с.
2. Голлвитцер Г., Вирсинг В. Сады на крышах. – М., 1972 – 118 с.
3. Кучерявий В. П. . Озеленення населених місць. – Львів: Світ, 2005. – 456 с.
4. Усов Я. Ю. Формирование архитектурно-планировочной структуры биоклиматических жилых зданий: автореф. дис. канд.арх.наук.: 23.11.2013 / Усов Ярослав Юрьевич, Московский архитектурный институт. - Москва, 2013. - С. 8-10.
5. Харченко Д.С. Аналіз сучасного стану проблеми енергозбереження в житлово-комунальній сфері України / Д.С. Харченко // Научно-технический сборник .- № 95, 2010. – С. 278-282.
6. Швець В.В. Формування екологічного каркасу міста. Укриття під зеленим покривом // В.В. Швець, К.С. Руденко, О.Г. Веремій. – Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – С. 139-143.

Бричанський Артур Олегович — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,artyrbr@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри БМГА ВНТУ. Член кореспондент Академії будівництва України. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Матвійчук Єлізавета Русланівна — студентка, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, bm15.matviichuk@gmail.com

Brychanskyi Artur — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, artyrbr@gmail.com

Kowalski Viktor Pavlovych — Ph.D., Associate Professor, Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University). Corresponding Member of the Academy of Ukraine. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Matviychuk Elizaveta — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, bm15.matviichuk@gmail.com

УДК 582; 692.42

Д.С. Нікольченко[1]
С. В. Риндюк[1]

ОЗЕЛЕНЕННЯ ДАХІВ ТА ЇХ РОЛЬ В ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

[1] Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто один із варіантів втілення принципів енергоефективності за рахунок використання технології встановлення «Зелена покрівля». Наведено різновиди такої покрівлі, а також надано інформацію про переваги та недоліки влаштування такої технології.

Ключові слова: енергоефективність, «зелена» покрівля, рослини, будівля.

Abstract

One of variants of embodiment of principles of energy efficiency is considered due to the use of technology of establishment the "Green roof". Varieties over of such roof are brought, and also information is given about advantages and lacks of arranging of such technology.

Keywords: energy efficiency, "green" roof, plants, building.

Вступ

На даний момент в світі різко постало питання підвищення енергоефективності помешкань, а також місць громадського призначення. Нажаль в Україні наразі цій проблемі приділяють мало уваги, а методи, що використовуються вже вважаються застарілими закордоном. На заміну технологіям, які є звичними для нас можуть прийти проекти з влаштуванням озеленення дахів. Разом з архітектурними рішеннями, що зараз набувають популярності через актуальність та відповідність сучасним трендам поєднуються енергоефективні властивості покрівель за рахунок їх конструкції.

Озеленення дахів є вирішенням актуальних на даний момент проблем: компенсації рослинних насаджень, втрачених в результаті будівництва; зменшення обсягів і швидкості стоку дощової води з дахів; зменшення температури їх нагріву. При цьому, у людей з'являються нові місця відпочинку, а будівля набуває більш привабливого зовнішнього вигляду.

Сьогодні такий вид покриттів особливо актуальний в містах Європи, в основному через те, що кам'яна забудова займає близько 80% міської площі. У таких містах озеленення дахів - необхідне через недостатню кількість вільного місця для зелених насаджень «Зелені» покрівлі залишаються одним з найбільш перспективних напрямків будівництва в Україні, де починаючи з 1992 р. було облаштовано 150000 м2 зелених покрівель. При їх облаштуванні потрібно передбачити безліч нюансів, проконсультуватися з цілим рядом фахівців - інженерами і проектувальниками, архітекторами і дендрологами.

Результат досліджень

Насправді тема підвищення енергоефективності не нова. Безліч міжнародних проектів, які підтримуються Європейською комісією, Програмами Tacis, Thermie, USAID та іншими організаціями, починаючи з 90-х років зробили енергоефективність впізнаваним терміном. Багато хто в економічно розвинених країнах вже знають та розглядають енергоефективність, економію енергоресурсів і скорочення викидів як очевидну умову конкурентоспроможності компаній і наявності доступного та чистого джерела енергозабезпечення у майбутньому. Загальновідомо, що підвищення енергоефективності дозволяє країнам долати тиск, який на них чинить залежність від енергоресурсів, вирішувати питання ненадійності енергопостачання, нерівності, високих цін і рахунків за енергоресурси, а також екологічної шкоди і збитків здоров'ю. Власники підприємств і менеджери також розуміють, що енергоефективність — це ключ до конкурентоспроможності компанії на відкритому ринку. На сьогодні ефективне використання енергоресурсів є найбільш важливим і економічно доцільним, але в той же час, найменш використовуваним і найменш зрозумілим способом підвищення як рівня життя кожного, так і життя в умовах збереження довкілля.

Актуальною проблемою при будівництві житлового будинку або утепленні покрівлі вже існуючого будинку є зменшення рівня тепловтрат: зростання цін на енергоресурси призвело не тільки до більш економного споживання тепла, а й пошуків ідеальних систем утеплення. Якщо підійти до питання комплексно, то добре утеплена покрівля здатна в кілька раз зменшити відтік теплого повітря і сформувати усередині будинку особливий, комфортний мікроклімат.

На сьогоднішній день досить велика кількість багатоквартирних будинків не відповідають нормативним показникам опору теплопередачі, особливо з боку покриття. Це пояснюється тим, що в 2016 році були оновлені нормативи, які тепер наближені до європейських. Таким чином, існуючі будинки потребують модернізації. Вирішити цю проблему можна за допомогою цільового утеплення покриття. Одним з варіантів такого утеплення є влаштування «зеленої» покрівлі. Такий варіант даху не тільки зменшує тепловтрати, але й покращує екологію місцевості. Отже, дослідження, пов'язані з визначенням теплотехнічних параметрів конструкцій покрівель будівель на основі «зеленого» будівництва з метою обґрунтування раціональних параметрів в багатошарових «зелених» покрівель , є актуальними та відповідають нагальним потребам економіки України.

«Зелена» покрівля - це складний багатошаровий килим, на верхньому шарі якого присутні зелені насадження. Таким чином, конструкція виконує не тільки захисні функції, але і дозволяє додатково ефективно використовувати відкриті площі, а саме - створювати на них парки, пікнікові зони, газони та інші мальовничі ландшафти [2].

Сьогодні розрізняють два типи зелених покрівель.

а) екстенсивна «зелена» покрівля В цьому випадку переважно росте трава на даху будинку, а доступ людей обмежений. Траву розподіляють по тонкому шару ґрунту і після зростання зелена поверхня відрізняється найбільш простим доглядом: її необхідно тільки стригти і чистити від бур'янів.

У числі переваг такої покрівлі:

- низька вартість;
- відносно невелика вага;
- простота висадки рослин.

Ґрунтова суміш складається з гравію, органічних речовин, керамзиту, торфу, піску і має товщину на покрівлі від 5 до 15 см. З рослин застосовуються 16 ґрунтопокривні, яким не страшні посухи і коливання температур. Рослини інших видів висаджують в окремі ємкості і розставляють в різних місцях такої покрівлі.

б) інтенсивна «зелена» покрівля У цьому випадку на даху можуть бути висаджені найрізноманітніші рослини: від квітів до чагарників і невеликих дерев. Підсумком стає більш складна екосистема, яка вимагає повноцінного догляду і поливу. Тут вже товщина ґрунтового шару становить близько 60 см, що значно ускладнює конструкцію. Головне достоїнство - можливість створення унікального дизайну на даху.

Як і будь-який проект, зелена покрівля має, як переваги, так і певні недоліки:

а) екологічні переваги «зеленої» покрівлі: покращена якість повітря (фільтрація міського повітря і абсорбція пилу і бруду з розрахунку 0,2 грм / кв.м. / добу); покращена якість води (фільтрація через субстрат дощової води); охолодження міського повітря на 1-2 ° С; збалансування вологості міського середовища; додатковий процес фотосинтезу; акумуляція 30-90% дощової води в субстраті; поступове повернення частини вологи накопиченої в субстраті з різницею в часі в атмосферу («зелена» покрівля повертає близько 60%); зменшення «піку» навантаження на систему водовідведення будинку і систему міської каналізації; гасіння звукових коливань від транспорту до 8дБ і відображення до 3дБ; відображення рослинами електромагнітного «смогу».

б) економічні переваги «зеленої» покрівлі: захист гідроізоляції від сонячної радіації – УФ; захист гідроізоляції від перепаду температур (додатковий термічний захист влітку і взимку); зменшення витрат на підігрів і охолодження верхніх поверхів будівлі; термін експлуатації покрівлі до 50-ти років.

в) комерційні переваги «зеленої» покрівлі: створення різного роду пейзажів і ландшафтів на покрівлі; додатковий простір для відпочинку людей (спортивний майданчик, кафе, бюро); збільшення вартості верхніх поверхів, а також всього спорудження до 30%. г) недоліки: додаткова досить велика вага, в зв'язку з чим в конструкцію будинку повинен бути закладений великий запас міцності; трудомісткі ремонтні роботи в разі виникнення протікання.

Для того щоб рослини на даху могли повноцінно рости і при цьому не страждала сама будівля і її внутрішні приміщення, повинні бути створені спеціальні умови і враховані всі особливості:

1) розробка проекту «зеленої» покрівлі повинна відбуватися на стадії розробки проекту всього будинку, щоб було враховане додаткове навантаження на несучі конструкції будівлі і фундамент;

2) «зелена» покрівля найбільше підходить для дахів з малим кутом нахилу - до 12 градусів, більш складними є проекти з дахами, кут нахилу яких досягає 30 градусів;

3) дах будівлі повинен отримувати достатню кількість сонячного світла, щоб рослини «відчували себе комфортно»;

4) пошаровий «пиріг» покрівлі повинен бути виконаний за всіма правилами і з застосуванням якісних матеріалів, щоб уникнути протікання і дати корінням рослин нормально розвиватися.

Отже, чим саме привабливим є озеленення дахів:

- вбирає практично всю масу випавших опадів;
- виконує функції теплоізолюючого шару;
- забезпечує чудову звукоізоляцію;
- багато разів підвищує довговічність покрівлі, захищаючи гідроізоляційні матеріали від перепадів температур, ультрафіолету, механічних пошкоджень;
- очищає повітря, збагачує його киснем;
- дозволяє з користю використовувати вільний простір;
- людини притягує природна краса куточка природи, оригінальний і неповторний зовнішній вигляд.[3].

. . . . . .

Висновки

В результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що використання технології озеленення дахів є вигідним рішенням, адже позитивно впливатиме на енергоефективність будівлі за рахунок властивих даним покрівлям особливостей конструкції. Беручи до уваги, що дане рішення націлене на Україну та вже існуючий будівельний фонд країни, зрозумілим стає актуальність монтажу зелених дахів, адже наразі представлено велика кількість споруд, які потребують реконструкції, капітального ремонту або ж підлягають зносу. Зелені покрівлі можуть як надати нового життя застарілим будівлям, так і подарувати перший подих новим забудовам. Дане рішення влаштування покрівлі також є рекомендованим з екологічної точки зору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Що таке енергоефективність. [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.tovgeo.vn.ua/energy
2. «Зелені» покрівлі. Основні види. [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://bibliograph.com.ua/stroymaterialy-2/19.htm
3. Зелена покрівля – створіть неповторний дизайн вашої будівлі. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://montagnik.com/dizayn/6890-zelena-pokrivla.html

Нікольченко Дар'я Сергіївна *– студентка групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : dasha.nikolchienko@gmail.com*

Риднюк Світлана Володимирівна *— кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: runduyksv@gmail.com*

Nikolchenko Daria *- student of BM-19m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dasha.nikolchienko@gmail.com*

Svitlana Ryndiuk - PhD, *senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: runduyksv@gmail.com*

УДК 711

О. С. Самойлюк
Л. В. Кучеренко

ОСОБЛИВОСТІ АЕРАЦІЙНОГО РЕЖИМУ ПРИ РОЗВИТКУ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості аераційного режиму. Проаналізовано актуальність питання щодо аерації при розвитку та реконструкції житлової забудови.

Ключові слова: аераційний режим, житлова забудова, мікроклімат, вітровий потік

Abstract

Features of aeration mode are considered. The urgency of aeration in the development and reconstruction of residential buildings is analyzed.

Keywords: aeration mode, residential development, microclimate, wind flow

Вступ

Актуальність теми: З містобудівної точки зору, вітровий режим впливає на ширину та напрям вулиць, взаємне розташування функціональних зон стосовно одне одного, розташування підприємств відносно житлових районів, місць організованого відпочинку та ін. Аерація житлових територій забезпечується кліматичними факторами, прийомами планування і забудови, озеленення і благоустрою. [1]

Метою роботи було дослідити роль аераційного режиму на розвиток та реконструкцію житлової забудови.

Основна частина

Облік аераційного режиму житлової забудови в умовах забруднення міського середовища промисловими і транспортними викидами набуває важливого значення у зв'язку з необхідністю поліпшення санітарно- гігієнічних умов для проживання людей. Аераційний режим формується на висоті 2 м від рівня землі у так званому шарі життєдіяльності людини. Усі заходи щодо регулювання вітрового режиму необхідно спрямовувати на створення сприятливих швидкостей вітру в межах житлової забудови (0,5-5,0 м/с) і насамперед на ділянках дитячих дошкільних і шкільних закладів, зон відпочинку, у напрямку пішохідних комунікацій. [1]

Глибина проникнення повітряних потоків на територію житлової забудови залежить від її характеру. При щільній периметральній забудові повітряні потоки швидко слабшають, а при вільній– проникають усередину міста набагато далі. На територіях з щільною забудовою і всередині груп будинків, які утворюють замкнені і напівзамкнені внутрішньодворові простори, швидкість вітру знижується на 70% і більше.

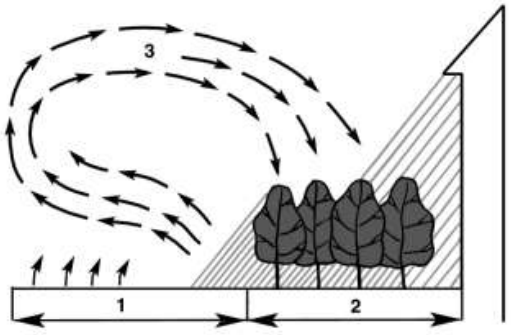


Рис. 1.

Схема конвекційного обміну повітря між інсолюємою та затіненою ділянками в житловій зоні: 1 – асфальт (інсолюєма ділянка); 2 – озеленена ділянка (тінь); 3 – напрямок конвективних потоків.

Повітряний потік (вітер) виникає в атмосфері за рахунок різниці тиску над різними ділянками земної поверхні. Такий вітер називається «градієнтним». Наближаючись до перешкоди (будинку), повітряний потік зменшується, створюючи позитивний тиск (зону підпору повітря) з навітряного боку та негативний тиск (вітрову тінь) з підвітряного боку (Рис. 1)

При цьому повітряний потік, який обтікає будинок зверху та збоку, прискорюється. Розділ потоку по вертикалі проходить приблизно на рівні 2/3 висоти будинку (Рис. 2). Якщо будинок розташований на відкритій ділянці, а не на пересічному рельєфі, розподіл потоку проходить по центру навітряної його частини. Повітряний потік, обігнувши будинок, прагне зберегти більш-менш прямолінійну траєкторію. Тому в межах певного простору з підвітряного боку будинку утворюється зона негативного тиску, яка має приблизно трикутну форму. В цій зоні формуються дрібні повітряні вихори, рух повітря має турбулентний характер. В результаті цього навколо будинків, особливо з великими габаритами, формується вітровий режим, який відрізняється від вітрового режиму навколишньої території, що характеризується прискореними швидкостями вітру і утворенням зон турбулентності. [1]

Навіть при невеликих швидкостях градієнтного вітру, його посилення в приземному шарі може бути таким сильним, що викликає некомфортні відчуття та є небезпечним для населення, яке

знаходиться на прилеглій до будинку території, а в окремих випадках і для навколишньої забудови та зелених насаджень.

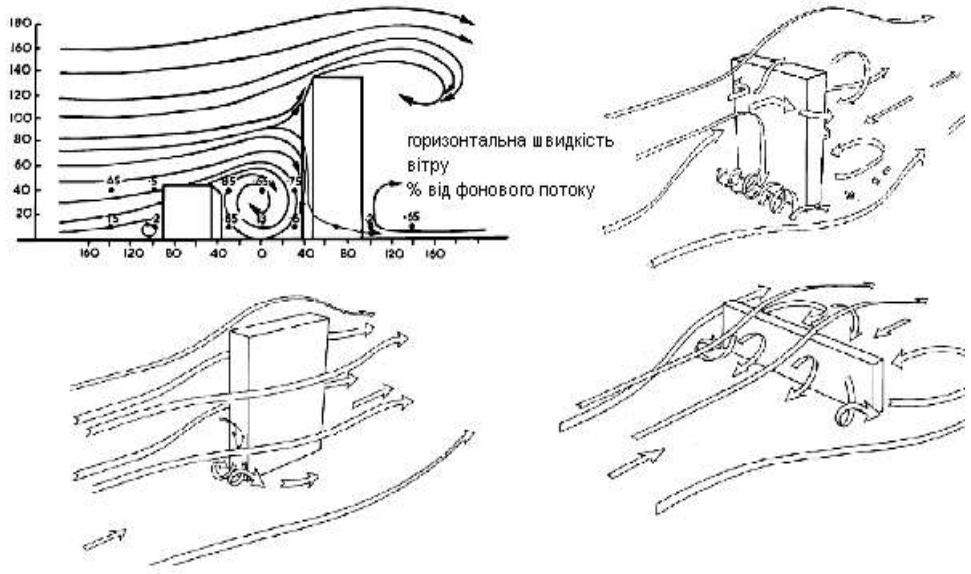


Рис. 2

Приклади обтікання будинків різної форми потоком повітря.

Для оцінки аераційного режиму території складають карти аерації, які є зручним інструментом для обґрунтування вибору ділянки для житлового будівництва з урахуванням аераційного режиму території.

Підсилення або ослаблення вітрового потоку безпосередньо впливає на тепловідчуття людини, підвищуючи або знижуючи її комфорт. Необхідне регулювання аераційного режиму житлової забудови різними містобудівними заходами, у тому числі елементами благоустрою. [1]

Для зниження швидкості вітру біля будинку необхідно перед ним розмістити смугу зелених насаджень ажурної конструкції заввишки в ¼ висоти будинку на відстані від 2 до 5 висот цього будинку. Гарні мікрокліматичні умови створюють дерева з високо піднятими (вище 3 м) щільно розкидистими кронами. Вони забезпечують достатнє затінення і нормальне провітрювання.

Мікрокліматичні умови на території міста залежать від впливу таких містобудівних факторів, як функціональне використання території, щільність, висота і прийоми забудови, наявність зелених насаджень та їхній породний склад. [2]

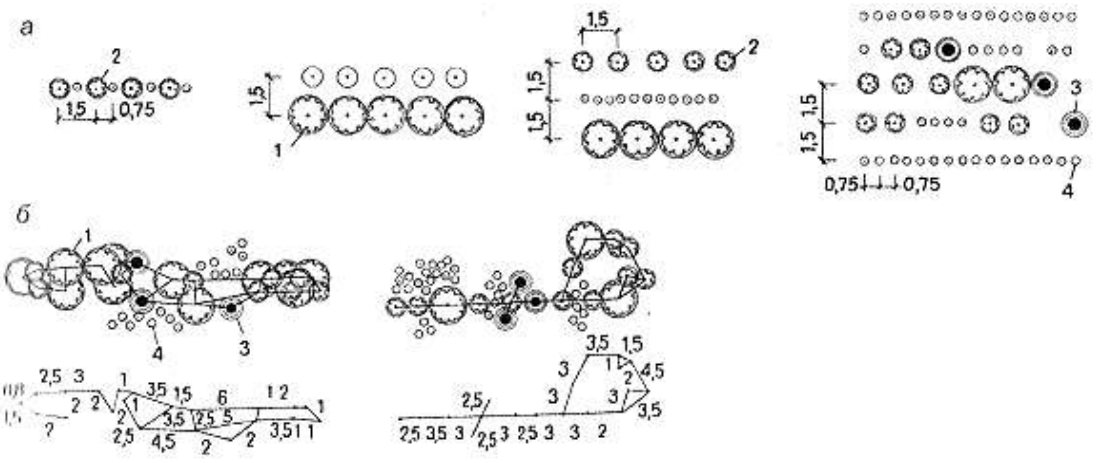


Рис. 3

Схеми вітрозахисних посадок: а – регулярні, б – вільні; 1- дерева, швидко зростають, 2 – дерева, що зростають повільно, 3 – декоративні дерева, 4 – чагарники (відстані між рядами та стовбурами дерев позначені в метрах)

Висновок

Отже, при зведенні нової житлової забудови, а також її реконструкції необхідно оцінити вітровий режим, для цього потрібно створити карту, яка наприклад буде початком для вибору ділянки під будівництво. Для існуючої житлової забудови створення даної карти допоможе не тільки визначити рівень вітру а й створити на далі комфортні умови для перебування мешканців у просторі.

СПИСОК ВИКОРИСАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черноносова «Планування і благоустрій міст»: навч. посібник – Харків: Видавництво Харківської національної академії міського господарства, «ХНАМГ», 2011 – 190с.

2. Державні будівельні норми. Планування та забудова територій. ДБН Б.2.2.-12:2019. – [Чинні від 2019-10-01]. – К.: Мінбуд України, 2019 – 177с. – (Державні будівельні норми).

Самойлюк Олена Сергіївна – студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, samoylyuk1@gmail.com

Кучеренко Лілія Василівна – к.т.н доцент кафедри БМГА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, lilya-krivenko@yandex.ru

Samoylyuk Olena – student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, samoylyuk1@gmail.com

Kucherenko Lilia – Candidate of Technical Sciences Associate Professor of the Department of Urbanism and Architecture VNTU (Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, lilya-krivenko@yandex.ru

УДК 330.13:621.176

О. Г. Лялюк
М. С. Дзюбанчук

Техніко-економічне обґрунтування застосування теплового насосу в схемі підігріву теплоносія в камерній сушарці

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано техніко-економічне оцінювання інвестиційного проекту – модернізація камерної сушарки шляхом встановлення теплонасосної установки в схемі підігріву теплоносія. Розраховані загальні інноваційні витрати інноваційного проекту, на основі локального кошторису визначена кошторисна вартість монтажу усього обладнання, розраховані економічні показники оцінювання ефективності інвестиційного проекту.

***Ключові слова**: камерна сушарка, інноваційний проект, кошторисна вартість, тепловой насос, термін окупності.*

Abstract

The technical and economic evaluation of the investment project - modernization of the chamber dryer by installing a heat pump installation in the scheme of heating the coolant. Total innovation expenditures innovative project designed, the estimated cost of installation of all equipment identified on the basis of the local estimates, economic indicators of efficiency evaluation of investment project is calculated.

***Key words:** mine dryer, the innovative project, estimated cost, heat pump, payback period.*

Сучасний розвиток енергетики характеризується значним збільшенням вартості енергоносіїв, а також погіршенням стану довкілля і ускладненням його охорони від дії теплогенеруючих установок. Енерго- та ресурсозбереження і охорона довкілля є пріоритетними напрямами розвитку фундаментальних досліджень в області споживання паливно-енергетичних ресурсів. В промисловому комплексі України частка споживання природного газу все ще залишається на високому рівні. Більше половини енергетичних проблем країни вирішується за рахунок спалювання природного газу. У світлі енергетичної кризи актуальним стає питання ефективного споживання енергоносіїв та впровадження новітніх енергозберігаючих технологій [1]. Використання парокомпресійних теплових насосів з електричним та когенераційним приводом сприятиме економії природного газу та захисту навколишнього середовища за рахунок зниження теплового забруднення та кількості шкідливих викидів продуктів згорання.

Мета роботи: оцінити ефективність інвестиційного проекту - модернізація камерної сушарки шляхом встановлення теплонасосної установки в схемі підігріву теплоносія.

Тепловий насос використовує електричну енергію значно ефективніше будь-яких котлів, які спалюють паливо. Коефіцієнт ефективності теплових насосів значно більше одиниці. Прилад не спалює паливо, виходить, не утворюються шкідливі окиси типу CO, CO_2, NO_x, SO_2 , PbO_2.

Загальні витрати інноваційного проекту розраховувались у відсотках від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт, визначених в локальному кошторисі. У складі грошових потоків від інвестиційної діяльності виділили: початкові інвестиції на розробку інноваційного проекту; передвиробничі витрати; поточні інвестиції; ліквідаційне сальдо – різниця між ліквідаційними доходами і витратами, що формуються при завершенні реалізації проекту на стадії його ліквідації. Надходженнями реальних грошей від операційної діяльності є виручка від висушування в промислових масштабах різноманітних харчових продуктів: фрукти і ягоди (шовковиця, малина, шипшина, черешня, яблука, груші та ін.), овочі (часник, буряк, томати, капуста), риба та м'ясо [2].

Показники комерційної ефективності проекту представлені в таблиці 1. З таблиці 1 видно, що додатне сальдо накопичених реальних грошей свідчить про наявність запасу вільних грошових коштів станом на кінець 3 року реалізації проекту. Чистий дисконтований дохід є додатними,тобто за розрахунковий період грошові надходження перевищують суму капітальних вкладень, що призведе до зростання доходів інвестора, то проект вважається ефективним.

Таблиця 1 – Показники комерційної ефективності проекту, тис. грн.

Показники	Рік						
	-1	0	1	2	3	4	5
Потік реальних грошей	-123,0	-1773,0	621,2	887,1	1153,8	1422,2	1853,3
Сальдо реальних грошей	-123,0	333,2	621,2	840,3	1107,1	1380,0	1815,7
Сальдо накопичених реальних грошей за	-123,0	210,2	831,4	1671,7	2778,8	4158,8	5974,5
Коефіцієнт дисконтування при нормі дисконту 16%	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5
Чиста поточна вартість	-142,7	-1773,0	535,5	659,2	739,2	785,5	882,4
Інтегральний економічний ефект	-142,7	-1915,7	-1380,2	-721,0	18,2	803,7	1686,1

Термін окупності – це часовий період від початку реалізації проекту, за який капітальні вкладення покриваються сумарною різницею результатів і витрат

$$\sum_{t=0}^{T_p} (P_t - B_t) \cdot \eta_t = \sum_{t=0}^{T_p} K_t \cdot \eta_t \quad . \tag{1}$$

Розрахований терміну окупності кумулятивним методом [3].

Кумулятивний метод передбачає знаходження періоду окупності за формулою:

$$T = t + \frac{COF_t}{CIF_{t+1}}, \tag{2}$$

де COF_t – залишок інвестиційних витрат, не забезпечених доходами на початок t-го періоду, грн., CIF_t – чисті грошові надходження (t +1)-го періоду, грн.

Відповідно, за формулою (2) термін окупності буде дорівнювати:

T=2+387,8/1153,8=2,33 років.

Висновки: За локальним кошторисом визначили кошторисну вартість влаштування системи. Підсумували загальні витрати інноваційного проекту – 1743 тис. грн. Проаналізувати грошові потоки інноваційного проекту. Розрахований термін окупності – 2,33 роки. За усіма техніко-економічними показникам даний інвестиційний проект економічно вигідний.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чепурний М. М. Розрахунки тепломасообмінних апаратів / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 129 с.
2. Камерні сушарки [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://prom.ua/p714484147-kamernaya-sushilka-ktu.html
3. Лялюк О. Г. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Економічне обґрунтування інноваційних рішень" для студентів спеціальності "Будівництво"та "Теплоенергетика" / Уклад. О. Г. Лялюк, В. Р. Сердюк. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 48 с.

Лялюк Олена Георгіївна – к. т. н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: Lyalyuk74@gmail.com

Дзюбанчук Максим Сергійович– студент факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання .

Lyalyuk Elena - Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University.

Dzyubanchuk Maxim – student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply.

УДК20.9

Т. В. Сердюк
К. К. Лемішко

РИЗИКИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ТАРИФІВ В СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ В СУЧАСНИХ ЕКОНОМІЧНИХ УМОВАХ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено ризики розвитку сонячної енергетики, зумовлені технічними аспектами розвитку галузі, а також політичними рішеннями влади в Україні

Ключові слова : *сонячна енергетика, сонячні батареї, зелений тариф, аукціон, інвестор.*

Summery

The paper investigates the risks of solar energy development caused by the technical aspects of the development of the industry, as well as political decisions of the authorities in Ukraine

Keywords*: solar power, green tariff, imbalance, auction, investor.*

Сонячна енергетика - одна з найперспективніших галузей відновлюваної енергетики для України. За останні роки через активний розвиток технологій, що призвів до поступового здешевлення обладнання, значно знизилась вартість електроенергії, виробленої з ВДЕ, особливо в сонячній енегетиці. Виникла потреба змінити підходи до підтримки виробників "зеленої" електроенергії, тому наприкінці 2018 року Верховна Рада ухвалила в першому читанні законопроект №8449-д щодо нової системи підтримки ВДЕ, згідно з яким з 2020 року планувалось знизити "зелений" тариф для сонячних електростанцій (СЕС) на 25%, для вітро-електростанцій (ВЕС) — на 10%. Це помітно здешевлює вартість "зеленої" енергії для українців, але не це головне в документі. Основне нововведення — перехід від "зеленого" тарифу до аукціонів на постачання енергії з ВДЕ. Аукціони мали б визначати переможця за єдиним критерієм — найнижчою ціною.

За умовами інвестиційних угод, гарантованих державою, «зелений» тариф оплачується в повному обсязі незалежно від споживання. Згідно з дослідженням ВДЕ України / Wärtsilä 2018 у перерахунку на платежі за невикористану електроенергію споживачі будуть втрачати близько 580 млн євро в рік. Оскільки найбільші втрати виникають через недостатню гнучкість наявної енергосистеми, то й вирішення проблеми полягає в збільшенні гнучкості. Зазвичай йдеться про запровадження в енергосистемі комбінації систем накопичення й високоманевреної генерації. Якщо проблеми негнучкості не будуть вирішені, подальше зростання зеленої енергетики втрачає сенс: частка обмеженої енергії ВДЕ буде рости до 40% при 9,5 ГВт ВДЕ і більше 50% при 13,5 ГВт ВДЕ. [1] Сьогоднішні показники ринку ВДЕ наведено на рисунку 1.

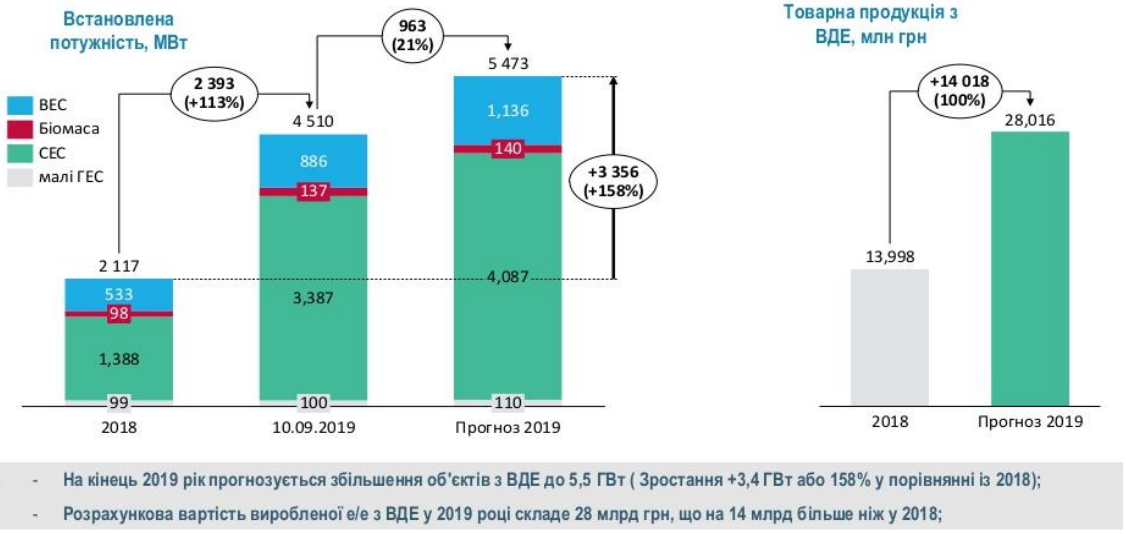


Рис. 1 – Виробництво електроенергії за зеленим тарифом в Україні [2]

Інший негативний наслідок нарощування встановленої потужності ВДЕ - необхідність балансувати переривчасту енергію СЕС і ВЕС. В Україні це здійснюється переважно за допомогою вугільних станцій. З фінансової точки зору мова йде про необхідність закуповувати все більший обсяг

«гарячого» резерву, для чого необхідно тримати в роботі все більше блоків вугільних ТЕС і спалювати все більше вугілля. Крім того, робота ТЕС в неефективному режимі часткового навантаження призводить до підвищеного споживання вугілля і зростання викидів CO2. І в результаті - вугільна генерація буде витісняти більш екологічну і дешеву атомну енергію.

Орієнтовна потреба в інвестиціях для впровадження таких потужностей становить 1,2–1,4 млрд євро й може здатися недоречною в умовах і так загостреної фінансової ситуації. Але саме інвестиції у високоманеврені потужності стабілізують ринок у довгостроковій перспективі, не створюючи миттєвого цінового перенавантаження на ньому. Починаючи вже з наступного року додаткові фінансові негативні наслідки зростання ВДЕ можуть досягти 800-900 млн євро в рік (диспетчерські обмеження ВДЕ і витрати на балансування). Інвестори відновлюваної генерації вже стурбовані браком балансуючих потужностей. Так, ДТЕК планує наступного року запустити пілотний проект системи накопичення електроенергії (energy storage).

Сьогоднішня влада запропонувала драконівські заходи по знищенню вітчизняної "зеленої" енергетики: від введення нових податків на існуючі станції ВДЕ до ретроспективного урізання "зеленого" тарифу. Будь-які намагання держави знизити "зелений" тариф для існуючих і споруджуваних проектів призведе до позовів в міжнародні інвестиційні арбітражі на сотні мільйонів доларів від зарубіжних інвесторів та іноземних банків, що кредитували ці проекти, які Україна програє і платитиме з державного бюджету. Майже 500 компаній і 12 тисяч домогосподарств, які вклали понад 8 млрд дол в розвиток "зеленої" енергетики, стануть заложниками ситуації. Потенційні іноземні інвестори отримають недвозначний сигнал: вкладати гроші в українську економіку вкрай ризиковано - влада може в будь-який момент змінити правила гри на догоду інтересам наближених до них олігархів. Без масштабних інвестицій технологічна відсталість нашої країни продовжиться назавжди. Все це неприпустимо висока ціна задоволення бізнес-інтересів одного олігарху. Надто висока для майбутнього народу і держави [3].

Набуття Україною енергетичної незалежності було одним з ключових пріоритетів Кабміну останні 5 років. Енергетичний сектор України трансформувався згідно з європейськими нормативами і правилами в очікуванні усунення невизначеності щодо продовження транзиту газу після 2019 року. Але насправді ситуація складається ще більш критична з огляду на дозвіл влади Зеленського відновити імпорт в Україну електроенергії з ворожої Росії. На фоні наведених вище технічних дисбалансів, які ускладнювали роботу енергосистеми, ситуація, коли в країну почала заходити ще й російська електрика некерованого обсягу, може поставити хрест на розвитку ВДЕ в Україні в принципі. Фінансові наслідки для держави, а відповідно для громадян, які це оплачуватимуть, а також інвесторів ВДЕ спрогнозувати важко, адже енерго-економічна диверсія влади Зеленського проти України матиме як мінімум такі наслідки: зупинку і розбалансування, фінансові збитки вітчизняних підприємств енергетичної галузі, витрати на оплату російської електрики, витрати на компенсацію електрики з відновлювальних джерел, яка фактично економікою не споживатиметься, і головне – втрата стійкості і незалежності вітчизняної енергосистеми перед зовнішніми загрозами.. Говорити про виконання схваленої 2017 року урядом Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, якою передбачено 25% ВДЕ в загальному первинному постачанні енергії до 2035 року, вже не взагалі не приходиться.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петрик І. «Зеленые» возможности: новые мощности вместо урезания тарифов. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://mind.ua/ru/openmind/20204117-zelenye-vozmozhnosti-novye-moshchnosti-vmesto-urezaniya-tarifov
2. Ринок електричної енергії України: функціонування, виклики, проблеми та шляхи їх подолання. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.nerc.gov.ua/?news=9395
3. Сердюк Т. В. Особливості державної політики в стимулюванні використання відновлювальних джерел енергії в Україні/ Т.В. Сердюк, С. Ю. Франишина// Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії : колективна монографія / за ред. О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. – П. :ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2017. – 326 с.- С. 79-86

Сердюк Тетяна Василівна – канд. екон. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serdyuktanya@gmail.com

Лемішко Катерина Костянтинівна – студент групи Б-19м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lemishko.katya@gmail.com

Tatiana V. Serdyuk - PhD, assistant of professor. Department of construction, urban and architecture. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia.

Kateryna K. Lemishko - student of group B-19m, faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 692.42/.47

В. П. Ковальський
М. О. Постолатій

ВИКОРИСТАННЯ ЛСТК ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МАНСАРДНОГО ПОВЕРХУ. ПЕРВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ЛСТК У БУДІВНИЦТВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація: використання легких сталевих конструкцій у будівництві, переваги та недоліки даного типу конструкцій

Abstract: use of lightweight steel structures in construction, advantages and disadvantages of this type of structures

Ключові слова: ЛСТК, мансардний поверх, конструктивні елементи, навантаження.
Keywords*: LSTK, attic floor, structural elements, load.*

В умовах зростаючого дефіциту землі під забудову, високої щільності будівництва і зношеності більшої частини дахів усе більшої актуальності набуває зведення над уже існуючими будівлями так званих мансардних поверхів [1].

На сьогоднішній день зростає популярність реконструкції надбудовою мансард в індивідуальному житловому будівництві [2-4]. Розширення житлової площі за рахунок надбудови є вигідним з економічної точки зору, особливо в умовах кризи. А ще більш ефективно та доцільно використовувати в реконструкції таких будинків новітні технології та матеріали, якими є легкі сталеві тонкостінні конструкції (ЛСТК) (рис.1).

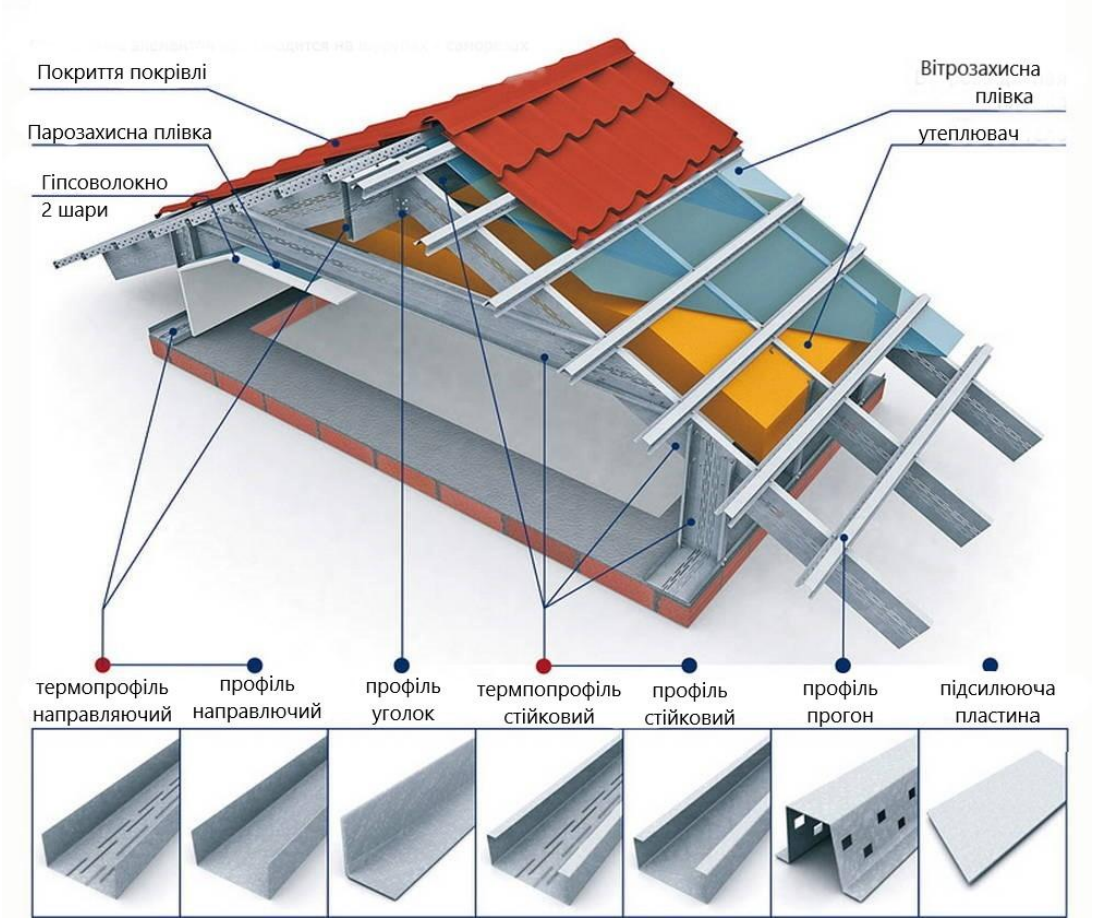


Рисунок 1. Використання ЛСТК при будівництві покрівлі

Полегшені профілі широко використовують для зведення швидкомонтованих будівель промислового та комерційного сектора (ангари, склади, криті стоянки, торгові та виставкові зали, автосалони), спортивних споруд, будівель приватного сектора [5, 6]

Основу ЛСТК становлять полегшені металеві профілі, які являють собою холодногнуті профілі виду С, Z, U, Sigma з листової оцинкованої сталі товщиною від 1,2 до 4,0 мм з просічкою (термопрофіль). Застосування цинкового покриття дозволяє вирішити питання корозійної стійкості конструкції. З'єднання всіх несучих і не несучих елементів конструкцій – за допомогою високоякісних самонарізних гвинтів .

Технологія монтажу тонкостінних профілів при спорудженні надбудов відрізняється за їх призначенням. Воно може відбуватись безпосередньо на об'єкті і у заводських умовах. Вибір методу виробництва залежить від типу будівлі, що підлягає реконструкції, місця будівництва, особливостей будівництва, величини капіталовкладень. Відповідно до цих факторів підбирається необхідний метод виготовлення конструктивних елементів [7].

Застосування ЛСТК є одним з найкращих конструктивних рішень будівель. Даний тип конструкцій дозволяє зводити виробничі будівлі прогоном до 18 м та висотою до 10 м і дає можливість за необхідності з невеликими затратами змінювати довжину, висоту та форму в плані. Ефективними є застосування легких сталевих тонкостінних профілів та конструкцій у поєднанні з традиційними будівельними системами. Використання ЛСТК приводить до зменшення постійних навантажень і полегшення монтажу конструкцій, особливо в умовах обмеженого простору. Особливо відчутні переваги при застосуванні таких вирішень для ферм покриття та прогонів замість застосування дерев'яних конструкцій [8].

Даний метод має деякі мінуси, а саме збільшення тривалості будівництва, необхідність у тимчасових складських приміщеннях для матеріалів, матеріали і частини будівлі піддаються погодним впливам, поведінка на рухливих ґрунтах та мала кількість кваліфікованих спеціалістів. В процесі дослідження даного типу конструкцій можна виділили певні переваги та недоліки монтажу ЛСТК (табл.1)

Таблиця 1

Переваги використання ЛСТК	**Недоліки використання ЛСТК**
Корозійна стійкість	Збільшення тривалості будівництва
З'єднання всіх несучих і не несучих елементів конструкцій	Необхідність наявності тимчасових складських приміщень для матеріалів
Зручні в експлуатації	Поведінка на рухливих ґрунтах
Економічність	Сумнівні виробники ЛСТК, новизна технології
Здатні легко змінювати основні параметри: довжину, ширину та висоту елементів	Профілі можуть пружинити,
Ресурсозберігаючість	Новизна технологій
Простота будівництва	Обов'язкове дотримання технологічних правил

Висновок

Аналізуючи отримані дані, було встановлено основні переваги та недоліки монтажу ЛСТК. Можемо сказати,що надбудови, зведені за цією технологією, відносяться до швидкомонтованих. Основний принцип при цьому – будувати швидко, якісно, доступно. Використання даного принципу в будівництві дає можливість замовнику знати точну вартість реконструкції на стадії проектної підготовки. Об'єкт виконується в стислі терміни, не використовується важка техніка і не забруднюється будмайданчик залишками будівельних конструкцій і матеріалів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чернявський В. В. Аналіз конструктивного вирішення та температурно-вологісного режиму огороджувальних конструкцій мансарди / В. В. Чернявський, О. Б. Борисенко, В. С. Юдіна // Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка]. Сер. : Галузеве машинобудування, будівництво. - 2010. - Вип. 2. - С. 141-146.

2. Ковальський В. П. Проектування енергозберігаючих малоповерхових житлових будинків [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Н. А. Акімов// Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 13-15 березня 2019 р. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7535

3. Ефективність впровадження енергоощадних заходів в житлово-комунальному господарстві України [Текст] / О. М. Лівінський, В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, А. С. Бойко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 45. – С. 115-119.
4. Гурман Я. В. Особливості об'ємно-планувальних рішень зблокованих будинків [Текст] / Я. В. Гурман, В. П. Ковальський // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 209-211.
5. Пічугін С.Ф. Сучасні проблеми проблеми проектування сталевих несучих конструкцій в промисловому та цивільному будівництві / С. Ф. Пічугін, О. В. Семко, Г. М. Трусов // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – 2005. – Т.1, № 1. – С. 53-66.
6. Тришевский И. С. Металлические облегченные конструкции. Справочное пособие / И. С. Тришевский, В. В. Клепанда. – К.: Будівельник, 1978. – 112 с
7. Ватин Н. И. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях [Электронный ресурс]: статья / Н. И. Ватин, Е. Н. Попова. – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Электронные Текстовые данные. – СПб : Б.и., 2006. – Заглавок с титульного экрана. – Свободный доступ из сети Интернет.
8. Пічугін С. Ф. Застосування при новому будівництві легких систем, що швидко монтуються / С. Ф. Пічугін, В. О. Семко, Д. А. Прохоренко // Збірник наукових праць [Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка]. Сер. : Галузеве машинобудування, будівництво. - 2010. - Вип. 2. - С. 62-67.

Ковальський Віктор Павлович – к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Постолатій Маріанна Олександрівна – студентка групи Б–17, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, Вінниця, postolatiu@gmail.com.

Kowalskiy Viktor Pavlovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Urban and Architecture Construction of Vinnytsia National Technical University.

Postolatii Marianna - student of B-17m group, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya

УДК 666.972

В. П. Ковальський
В. П. Бурлаков

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ ТА БЕТОНІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто можливість підвищення енергоефективності будівельних розчинів та бетонів за рахунок використання в якості активної мінеральної добавки золу-винесення. Наведені техніко-економічні розрахунки використання золошлакових відходів ТЕС у виробництві бетонних і залізобетонних виробів.

Ключові слова: зола-винесення, будівельний розчин, бетон, енергоефективність, відходи.

Abstract

The method for determining the quantitative content mixing liquefied petroleum gas, thus improving the overall accuracy by of temperature on the measurement results of quantitative content components of liquefied petroleum gas.

Keywords: propane, butane, density, liquefied petroleum gas, the quantitative content of the components.

Вступ

Економічні та екологічні проблеми, пов’язані з виробництвом портландцементу, обумовлюють необхідність його заміни на композиційні в’яжучі системи. Застосування композиційних в’яжучих дозволяє, при незначних витратах цементу, отримувати ефективні низькомарочні в’яжучі із заданими фізико-механічними властивостями [1-4].

Теплові електростанції в Україні працюють на вугіллі Донецького вугільного басейна з щорічним виходом золошлакових відходів більше 10 млн. т [5].

Одним із напрямків підвищення енергоефективності будівельних розчинів та бетонів є зменшення витрат енергоємних компонентів за рахунок використання побічних продуктів промисловості, таких як відходи енергетичної промисловості (зола-винесення) [6-8].

Метою роботи є підвищення енергоефективності будівельних розчинів та бетонів за рахунок використання золи-винесення.

Результати дослідження

Розширення використання вторинної сировини дозволяє більш оперативно вирішувати ресурсні і екологічні проблеми. При цьому головним напрямком науково-технічного прогресу є створення та впровадження у виробництво ресурсо- і енергозберігаючих безвідходних технологій та виробництв, при роботі яких усі компоненти сировини, що добувається і переробляється, використовуються ощадливо та в повному обсязі.

Основним компонентом золи (65%) є склоподібна алюмосилікатна фаза у виді часток кулястої форми розміром до 100 мкм [9-11]. Саме вони виявляють найбільшу гідравлічну активність, тобто здатність твердіти за рахунок зв'язування CaO. Однак певну гідравлічну активність в золах має також дегідратована й аморфізована глиниста речовина.

У тих випадках, коли мінеральна частина палива має значний зміст карбонатів, у золі утворяться низькоосновні силікати, алюмінати і ферити кальцію, здатні взаємодіяти з водою. У невеликій кількості золи містять домішки вільних оксидів кальцію і магнію, сульфатів, сульфідів. Доступність, поширеність і дешевизна золи роблять її дуже привабливою активною мінеральною добавкою в бетон.

Компоненти золи-винесення представлені в основному кульками ізотропного скла безбарвні або буруватого кольору з середнім розміром від 0,0076 до 0,076 мм в діаметрі. Зустрічаються уламки скла, кутовато-неправильної форми, з розмірами від 0,015 до 0,08 мм по довжині і дрібнодисперсних скупчень чорного кольору ймовірно органічної речовини. Деякі кульки скла мають дрібні округлі пори [12]. В зоні контакту кульок та уламків скла спостерігається в основному різка поверхня поділу.

Адгезія між зернами заповнювача достатньо різноманітна. Найчастіше простежується чітка поверхня розподілу, інколи з механічно- і хімічно-корозійним контактом, особливо з більш дрібними зернами кварцу. Для встановлення мінерально-фазових новоутворень на рис. 1 наведено рентгенограма золи-винесення.

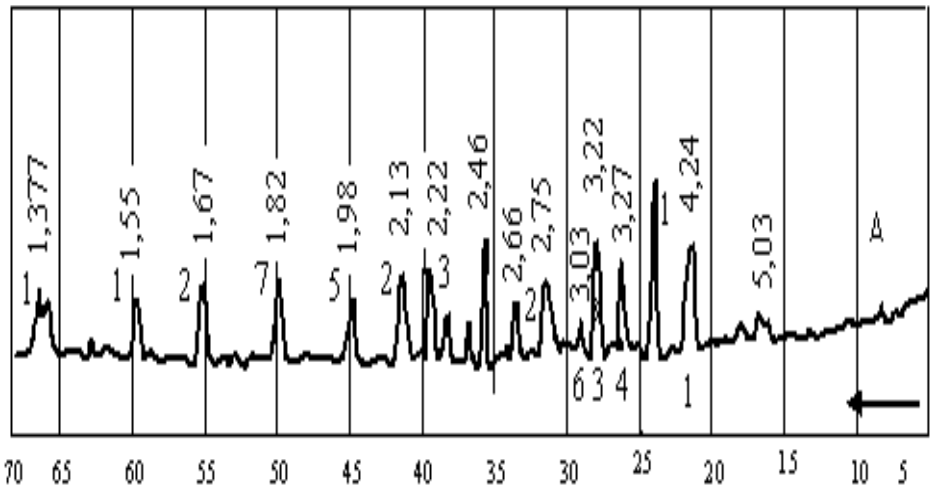


Рис. 1. Рентгенограма золи-винесення Ладижинської ТЕС:
1 – кварц; 2 – C_3S; 3 – C_2S; 4 – C_4AF; 5 – $Ca(OH)_2$; 6 – $CaCO_3$; 7 – CSH (11)

На рис 1 РФА вказує на наявність таких мінерально-фазових новоутворень: кварцу SiO_2 з міжповерхневими відстанями d/n - 4,24; 3,34; 2,46; 1,55; 1,388 1,377 Å; трикальцієвого силікату – аліту C_3S з d/n - 2,75; 2,28; 2,13; 1,67 Å; двокальцієвого силікату – беліту C_2S з d/n - 3,7; 3,24; 3,22; 2,22 Å; чотирикальцієвого алюмоферити C_4AF з d/n – 7,6; 3,27; 3,18; 2,06 Å; гідрооксиду кальцію $Ca(OH)_2$ з d/n – 2,66 ; 1,98; 1,63 Å; карбонату кальцію $CaCO_3$ з d/n – 3,03 Å; гідросилікату кальцію типу CSH(11) [12-14].

Дисперсність золи характеризується питомою поверхнею і коливається від 1000 до 4000 $см^2/г$, у багатьох випадках наближаючись до питомої поверхні цементу. З високою питомою поверхнею золи пов'язані такі її властивості як адсорбційна здатність, гігроскопічність, гідравлічна активність. Середня насипна густина золи коливається від 600 до 1100, істинна густина – від 1800 до 2400 $кг/м^3$.

При проходженні процесів гідратації портландцементу з добавкою 40 % золи виносу ТЕС довело доцільність заміни в бетонах значної частини клінкерного компонента. Підвищений вміст золи ТЕС у важких бетонах (у кількості 200 $кг/м^3$), як показали дослідження і заводський досвід, дозволяє скоротити витрату портландцементу до 100 кг на 1 $м^3$ бетону (до 25 %), підвищити якість виробів.

Техніко-економічні розрахунки показують , що використання золошлакових відходів ТЕС у виробництві бетонних і залізобетонних виробів дозволяє:

- витрату цементу скоротити на 10-20 %;
- поліпшити фізико-механічні властивості бетонів;
- скоротити витрати на створення та утримання відвалів;
- вивільнити землі, зайняті під відвали;
- зменшити забруднення навколишнього середовища.

Висновки

Аналіз проведених аналітичних досліджень використання золи ТЕС показав техніко-економічну доцільність більш широкого використання відходів ТЕС при виробництві композиційних в'яжучих, розчинів та бетонів. Використання золи-виносу для отримання композиційних в'яжучих та будівельних розчинів та бетонів дозволить виготовляти енергоефективні будівельні вироби з заданими властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальський В. П. Комплексне золоцементне в'яжуче, модифіковане лужною алюмоферитною добавкою [Текст] : монографія / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 98 с. - ISBN 978-966-641-338-6.

2. Лемешев, М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemyśl (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.
3. Ковальський В. П. Композиційні в'яжучі речовини на основі відходів промисловості [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, Т. Г. Шулік, В. П. Бурлаков // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/5035/4128
4. Використання відходів промисловості для виробництва ефективних будівельних матеріалів [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький, А. Ф. Діденко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 2. - С. 53-55.
5. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах [Текст] / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2014. - № 1. - С. 35-40.
6. Сердюк В. Р. Комплексне в'яжуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / Сердюк В. Р., Лемешев М. С., Христич О. В. // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 33. – С. 57– 62.
7. Ковальський В.П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'яжучого для приготування сухих будівельних сумішей / В.П. Ковальський, В.П. Очеретний, М.С. Лемешев, А.В. Бондар. // Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186 -193.
8. Сердюк В. Р. Золоцементне в'яжуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). ¬– С. 57-61.
9. Друкований М.Ф., Очеретний В.П., Ковальський В.П. Комплексне золошламове в'яжуче // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2006. – Вип. 21. – С. 94-100.
10. Ковальський В. П. Передумови активації золи-винесення відходами глиноземного виробництва [Текст] / В. П. Ковальський // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції ―Наука і освіта 2005‖. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2005. – Т. 55. – С. 31- 32.
11. Очеретний В. П. Активація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2006. - № 4. - С. 5-19.
12. Бричанський А. О. Передумови активації компонентів малоклінкерних в'яжучих матеріалів [Електронний ресурс] / А. О. Бричанський, В. П. Ковальський // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2760.
13. Ковальский В. П. Методы активации золы уноса ТЕС [Текст] / В. П. Ковальский , О. С. Сідлак // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 47-49.
14. Березюк О. В. Фосфогіпсозолоцементні та металофосфатні в'яжучі з використанням відходів виробництва [Текст] / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні : Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів. – Київ : КНУБА, 2011. – Ч. 1. - С. 125-128.

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Бурлаков Віктор Петрович – аспірант факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету. Email: viktorburlakov9@gmail.com

Kowalskiy Viktor P — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Viktor Burlakov - post-graduate faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University Email: viktorburlakov9@gmail.com

УДК 691

В. П. Ковальський
Л. В. Янківська
В.П. Бурлаков

ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
Запропоновано оптимальні варіанти для того, щоб запобігти потраплянню шуму у квартири як в новобудовах так і для квартир у панельних будинках. Нижче наведені характеристики будівельних матеріалів і формула для знаходження необхідної звукоізоляції.
Ключові слова : мінеральна вата, коркове покриття, термозвукоізол , ізоплат , пінополіуретан.

Annotation
Optimal variants offer in an order to prevent the hit of noise in apartments as in new buildings so for apartments in panel houses. belov the brought descriptions over of building materials and formula for being of necessary sound-proofing.
***Keywords** :mineral wool, cork cover, thermal sound, isoplat, polyurethane foam.*

Вступ

На сьогоднішній день, досить актуальним є питання щодо звукоізоляції стін в приміщеннях житлового призначення. До того ж ця проблема поширена не тільки в панельних будинках, а й у сучасних новобудовах, які мають досить низький рівень шумоізоляції.

На початку 60-х рр. в СРСР центр ваги житлового будівництва було перенесено на індустріальні методи зведення житлових будівель, які полягали в спорудженні міських мікрорайонів з 5- і 9-поверхових серійних будинків [1]. Внаслідок чого будинки перших масових серій (ПМС) є основою архітектурного обличчя багатьох спальних районів міст країн колишнього СРСР і деяких держав – членів Варшавського договору. За матеріалами основних несучих конструкцій серійні будинки поділяються на панельні (47 %), блочні (3 %) та цегляні (50 %). Така концепція зведення житлових будівель дозволяла знизити вартість будівництва та суттєво збільшити кількість введеного житла; такий варіант житла був набагато комфортнішим (пізніше ці будівлі отримали назву «хрущовки»), порівняно з комунальними квартирами [2-4].

Результати дослідження

На даний момент, перед нами відкривається доволі широкий асортимент будівельних матеріалів, але не всі вони забезпечують бажаний результат. Тому звернемося до матеріалів, які показали свою якість на практиці [5-8]. Звукоізолююча здатність стіни прямо-пропорційна її щільності і товщині, тому матеріал повинен відбити звук і не дати йому проникнути через стіну в приміщення.

Звукопоглинаючий матеріал, який має волокнисту, порожнисту або зернисту структуру, навпаки, – поглинає шум, позбавляючи його можливості відбитися в кімнату. На думку акустиків, не існує звукоізолюючих матеріалів – є звукоізолюючі конструкції.

Для визначення звукопоглинання огороджувальних конструкцій звернімося до ДСТУ -Н Б В.1.1-34 [9].

Результуючу ізоляцію повітряного шуму $R'_{рез}$ огороджувальних конструкцій визначають в октавних або третино октавних смугах частот за формулою 1:

$$_{рез} = -10lg\left(\frac{1}{Sk}\sum_1^n Si * 10^{-0\,Rj}\right) \quad (1)$$

Основні показники оптимальних інноваційних матеріалів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 Показники оптимальних інноваційних матеріалів

МІНЕРАЛЬНА ВАТА 	*Волокнистий матеріал, одержуваний з розплавів гірських порід, доменних шлаків або їхніх сумішей. Мінеральна вата відзначається малою густиною(75—125 кг/м³), низьким коефіцієнтом теплопровідності (при температурі 25 ± 5 °С становить 0,045…0,050 Вт/(м·К)), властивостями, вогнестійкістю, морозостійкістю та низькою гігроскопічністю. Значення коефіцієнта звукопоглинання при товщині 100м-від 0.430до 0.750,залежно від частоти звуку. Для повної звукоізоляції достатньою є товщина є до 79см.*
ТЕРМОЗВУКОІЗОЛ 	*Тришаровий звукоізолюючий матеріал, який складається з мату високої щільності та захищений двохсторонньою оболонкою з поліпропіленового нетканого матеріалу. Матеріал має теплопровідність – 0,0333Вт/мК,вологість – 0,47%,водопоглинання – 49,5% і щільність – 162,7 кг/м³*
КОРКОВЕ ПОКРИТТЯ 	*Корок - 100% натуральний матеріал. Сировиною для його виготовлення послужило коркове дерево. Натуральність в суспільстві традиційно асоціюється з екологічністю, так що перший плюс такого покриття ми вже назвали. Для повної звукоізоляції достатньою є товщина є до 9 см.*
ІЗОПЛАТ 	*Матеріал являє собою деревноволокнисту плиту, виготовлену на основі дрібної тріски хвойних порід дерева. За рахунок пористої структури ізоплат володіє відмінними звукоізоляційними характеристиками, низьким показником теплопровідності. Проте унікальні якості полягають у здатності акумулювати тепло і вбирати зайву вологу з приміщення, віддаючи її назад при сухості повітря. Випускається плита стандартного розміру: 2700х1200 мм при товщині 10, 12, 25 мм. Гладка сторона найчастіше використовується під чистову обробку. Для повної звукоізоляції достатньою є товщина є до 0.75см.*
ПІНОПОЛІУРЕТАН 	*Синтетичний пористий матеріал на основі* поліуретану, *що на 85-90 % складається з інертної газової фази. Залежно від виду вихідного поліуретану може бути жорстким або еластичним (*«пороло»*). Матеріал здатний протистояти найагресивнішим мікроорганізмам і середовищам.*

Висновки

Вище наведені матеріали є не тільки хорошими і якісними шумоізоляторами, а й завдяки своєму складу і будові є екологічно чистими ,більшість з них володіє не тільки однією цією якістю ,а й мають малу теплопровідність ,є вологостійкими ,не розповсюджують плісняву,грибок та комах,є не токсичними та технологічними.

Однак, щоб створити практично звуконепроникний будинок, недостатньо буде використовувати лише один матеріал з перерахованих. На кожному елементі будівлі будуть доречні й ефективні якісь свої рішення. Найкраще, якщо буде застосована комбінація декількох матеріалів: для вібропоглинання, звукоізоляції і звукопоглинання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оцінка технічного стану житлових будинків перших масових серій індустріального зведення та варіанти їх перспективи у майбутньому [Текст] / В. М. Андрухов, А. О. Колесник, Л. В. Мартинова, В. В. Матвійчук // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 1. - С. 103-111.
2. Ковальський В. П. Енергозбереження при реконструкції житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 2. - С. 116-118.
3. Ковальський В. П. Основні напрямки модернізації районів масової житлової забудови 60-70-х років [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. В. Ковальський // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2017", м. Вінниця, 11-13 жовтня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3356.
4. Ковальський В. П. Реконструкція житлової секції застарілої серії [Текст] / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, Д. П. Щербань // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2013. - № 1. - С. 74-77.
5. Ковальский В. П. Звукоизоляционные сухие строительные смеси на основании отходов производства [Текст] / В. П. Ковальский, В. П. Очеретный, А. В. Бондарь // Инновационное развитие территорий: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец, 2016. – С. 73–78.
6. Ковальський В. П. Пінобетон на змішаному вяжучому [Текст] / В. П.Ковальський, І. М. Войтюк, Д. О. Вознюк // Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві (2018)", 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – С. 179-182.
7. Ковальський В. П. Сухі будівельні суміші для підлог цивільних будівель [Текст] / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, В. П. Бурлаков [та ін.] // Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток технічних наук: проблеми та рішення», м. Брно, Чеська Республіка, 27–28 квітня 2018 р. – Брно : Baltija Publishing, 2018. – С. 64-67.
8. Ковальский В. П. Вплив мінеральних мікронаповнювачів на властивості поризованих сухих будівельних сумішей. [Текст] / В. П. Ковальский , В. П. Очеретний, А. В. Бондар // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. – № 10(18). – С. 44-47
9. "Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлових і громадських будинків": ДСТУ-Н Б В.1.1-34 [Чинний від 2013—07—10]. — К. : Держспоживстандарт України, 2014. — 33 с. — (Національні стандарти України).

Ковальський Віктор Павлович — к.т.н., доцент кафедри доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Янківська Лілія Володимиорівна – студентка групи Б-18б, факультету будівництва теплоенергетики і газопостачання , Вінниця, Email: liliyayankivska@gmail.com

Бурлаков Віктор Петрович – аспірант факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету . Email: viktorburlakov9@gmail.com

Kowalskiy Viktor P — Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnitsa National Technical University. Email: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com

Yankivska Liliya - student of the faculty of construction , thermal power engineering, gas supply.

Viktor Burlakov - post-graduate faculty of heat and power engineering and gas supply, Vinnytsia National Technical University Email: viktorburlakov9@gmail.com

УДК 712.3/.7

К. А. Вознюк[1]
С. В. Риндюк[1]

ВИКОРИСТАННЯ ПАСИВНОГО ЛАНДШАФТУ В ПЛАНУВАННІ ТЕРИТОРІЇ, ЯК ЕФЕКТИВНА БУДІВЕЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ

Вінницький національний технічний університет[1]

Анотація

Розглянуті особливості сучасної технології пасивного ландшафту на території приватної забудови. Наведені рекомендації щодо енергоефективного планування території з використанням природних ресурсів.

Ключові слова: пасивний ландшафт, озеленення території, підбір рослин, енергоефективність, зонування ділянки, переробка відходів, компостер.

Abstract

Features of modern technology of passive landscape in the territory of private development are considered. Recommendations for energy efficient planning of the area using natural resources are given.

Keywords: passive landscape, landscaping, plant selection, energy efficiency, zoning, waste management, composter.

Вступ

«Енергоефективні будівлі» як новий напрям у будівництві з'явилися після світової енергетичної кризи 1974 р. З моменту будівництва перших енергоефективних будівель до початку 90-х років XX століття основний інтерес представляло вивчення заходів з економії енергії. В той час, як з середини 1990-х років увага переноситься на пошук енергозберігаючих рішень, які одночасно сприяють підвищенню якості мікроклімату у приміщеннях будівель.

У світовому будівництві з'явилася велика кількість будівель, мікрорайонів та навіть архітектурно-будівельних зон, які були запроектовані та побудовані на основі різних концепцій енергетично ефективних та екологічно чистих технологій. Ці концепції об'єдналися під загальною назвою «Sustainable Buildings» («стале будівництво», «життєзберігаюче будівництво»). «Sustainable Buildings» – спосіб забезпечення в будівлі комфортного мікроклімату, максимальне використання енергії зовнішнього середовища та енергоефективних елементів будівлі як єдиного цілого. [1].

Рельєф, температура зовнішнього повітря, швидкість та напрям вітру відносяться до числа найважливіших, а часто і вирішальних факторів, що впливають на тепловий баланс будівлі. Аналіз закономірностей впливу зовнішнього клімату на оболонку будівлі відкриває великі можливості для зменшення витрат енергії на опалення приміщень в холодний період року та охолодження приміщень в теплий період року [1].

Основна частина

Для того щоб побудувати сучасний будинок став дійсно енергоефективним, необхідно використовувати усі можливості території, на якій він розміститься.

Окрім того, що продуманий пасивний ландшафт робить ділянку красивою, він також знижує витрати на її опалення та охолодження [2].

Для будівництва такого будинку найбільше підходять ділянки шириною 15-30 м з заїздом з північної чи східної сторони. .Найкращим вибором є рівні ділянки або ділянки з мінімальним ухилом в бік півдня (приблизно до 3%). Окрім цього раціональним вважається зонування ділянки. 10-11% відводяться під будинок, 64-77% – під сад та город, 14-17% – під господарський двір, проїзд, стежки, майданчики та декоративне озеленення.

Для створення пасивного ландшафту краще вибирати рослини, які:відповідають таким пунктам [3]:

- рослини, які вимагають мінімального обрізання гілок і мінімального скосу трав;
- рослини, яким необхідний мінімум води для полива;
- рослини, які максимально перешкоджають зростанню бур'янів;
- рослини стійкі до хвороб і шкідників, що виключає використання хімікатів для обприскувань.

Велику роль грає правильне розміщення дерев на ділянці. Наприклад, хвойні, посаджені з південного боку будинку, стануть перешкодою для несміливих промінчиків зимового сонця. При виборі дерев для східної і західної сторін ділянки велику увагу необхідно приділити безпеці – саме в цих напрямках зазвичай дмуть вітри, які можуть поламати тендітні посадки або повалити їх на будинок. Південну частину території краще залишити відкритою, а ось що ви посадите на півночі, вже не так важлива ні густота крони, ні крихкість деревини.

Необхідно також звернули увагу на швидкість росту рослин, які вибирають для своєї ділянки. Хоча повільно зростаючому дереву можуть знадобитися роки, перш ніж воно зможе затінити дах, в цілому воно буде жити довше, ніж швидкоростуче. Перші зазвичай мають більш глибоке коріння і більш сильні гілки, тому менше ламаються від сильного вітру або важкого снігу. Крім того, вони набагато краще переносять посуху [3].

При будівництві енергоефективного будинку проводять оцінку ландшафту щоб максимально використовувати його можливості за наступними пунктами:

- аналіз ландшафту (для визначення умови середовища: атмосферні, топографічні та інші. Він допомагає запобігти проблемам, які зазвичай виникають в процесі експлуатації ділянки і догляду за нею).
- вивчення напрямку вітру (це пливає на мікроклімат ділянки. В осінньо-зимовий період зазвичай переважає північно-західний вітер, а у весняно-літній – південний і на це необхідно звернути увагу при проектуванні).
- аналіз сонячної активності (від графіка інтенсивності сонячного випромінювання протягом року безпосередньо залежить розташування рослин на ділянці).
- фауна місцевості (вивчення місцевісті, звертання увагу на її флору: птахів, гризунів, можливо, навіть диких звірів).

Необхідно не забувати про переробку важливих відходів на ділянці з пасивним ландшафтом.

Найбільш поширений спосіб утилізації на приватній ділянці органічних відходів є – перетворення їх в компост. Це цінне біологічне добриво з природного сміття (залишків рослин, дерев, скошеної трави). Вони містить велику кількість різноманітних поживних речовин, тому допомагає отримати добрий та якісний урожай.

Для виробництва компосту користуються компостною ямою, але в цьому випадку не вдасться уникнути неприємних запахів і мух, що рояться. Куди більш цивілізований та сучаний варіант – компостер. Його можна швидко зібрати в будь-якому відведеному на ділянці місці, застосовувати як в теплу (2-4 місяці), так і в холодну пору року (4-5 місяців), до того ж він має ефективну систему аерації суміші, яка дозволяє забезпечити кращі умови для дозрівання компосту. [4].

. . . . . .

Висновки

Отже, будівництво енернгоефективних будинків нині набирає попит серед українців, а технологічний прогрес та нові дослідження допомагають в цьому. Окрім розумно продуманого проекту будівлі, необхідно пам’ятати про потенціал території навколо та використовувати усі можливі ресурси для того, щоб забезпечити максимальний енергоефективний рівень. Плануючи територію під будівництво, необхідно керуватися відповідною нормативною базою та рекомендаціями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд» / В.А. Лісенко, В.Г. Суханов Ю.О. Закорчемний, С.Є. Верьовкіна – Одеса, 2015.

2. Практичний посібник «енергоефективний будинок крок за кроком» / Інститут місцевого розвитку. - Київ, 2011.
3. Енергозбереження і енергоефективність-1. Конспект лекцій для студентів напрямку підготовки 6.050802 - Київ "КПІ", 2014 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21708/1/EnergySaving%20I.pdf
4. Пасивний ландшафт для енергоефективного будинку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: https://sad.ukr.bio/ua/articles/10294/

Вознюк Катерина Андріївна *— студентка групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kateinaavoznyuk@gmail.com*

Риднюк Світлана Володимирівна *— кандидат технічних наук, старший викладач кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: runduyksv@gmail.com*

Vozniuk Kateryna *- student of BM-19m group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kateinaavoznyuk@gmail.com*

Svitlana Ryndiuk - PhD, *senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, e-mail: runduyksv@gmail.com*

УДК 711.4.025

В. П. Очеретний
В. В. Колісніченко

Проблема оновлення житлового фонду міста

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто сучасний стан та фізичний знос житлових будинків у місті Вінниця. Проведена характеристика споруд та запропоновано шляхи їх вдосконалення.

Ключові слова: будівлі, споруда, реконструкція, мансарда.

Abstract

The current state and physical demolition of residential buildings in Vinnitsa are considered. Characterization of structures is carried out and ways of their improvement are suggested.

Keywords: buildings, structure, reconstruction, attic.

Вступ

Проблема «старіючого» житла стає для Вінниці все більш актуальною. Місто забудоване безліччю малоповерхових будівель, що не відповідають сучасним вимогами експлуатації, моральний і фізичний знос яких досягає критичного рівня. У багатьох випадках фізичний знос житлового фонду, особливо в центральній частині міста, досягає 60%, що стає небезпечним для життя проживаючих у ньому людей. На 17 - 23% Вінниця представлена цегляними будівлями «старої» забудови 60-х - 80-х років, основна частина яких розташована в центрі міста. 40% цих будинків, розташованих в найбільш престижних районах, знаходяться в аварійному стані, ще 50% потребують капітального ремонту. [1]

Основна частина

В цілому по місту можна виділити кілька типів будівель старої забудови, які не задовольняють сучасні вимоги використання і експлуатації (табл.).

Таблиця. - Коротка класифікація будівель в м. Вінниця

Тип будівель	Характеристика будівель	
Забудова 30-х – 40-х років	Великий фізичний знос, капітальний ремонт будівель вимагає суттєвих витрат, проте комфортність житла досить висока	
Забудова 50-х – 70-х років	Низька якість і комфортність житла, повний моральний знос при задовільному фізичному стані частини будівель	
Аварійні будівлі	Подальша експлуатація загрожує майну і життю людей, можливий розрив комунікацій, обвалення конструкцій	
Характеристика фізичного зносу житлових будівель		
Фізичний знос, %	Оцінка технічного стану	Орієнтовна вартість ремонту,% (від відновної вартості)
0 – 20	Добрий	0 – 11
21 – 40	Задовільний	12 – 36
41 – 60	Незадовільний	38 – 90
61 – 75	Старий	93 – 120
> 75	Непридатний (аварійний)	–

Комплексом будівельних заходів передбачені відомі види та методи реконструкції, які дозволяють виконувати будівельні та інші роботи без відселення та з відселенням мешканців.

Види реконструктивних заходів: [2]

– капітальний ремонт – проведення заміни санітарно-технічного обладнання та комунікацій, ремонту та оздоблення приміщень квартир і загальних позаквартирних просторів, ремонту фасадів із можливою заміною деталей балконних огорож, входів та ін. У плануванні квартир допускається часткове пересування перегородок і планування нових отворів.

– модернізація – перепланування існуючого житлового будинку зі збереженням конструкцій на основі вдосконалення його архітектури, містить три типи:

- перепланування будинку;
- перепланування зі збереженням планувального типу будинку та зміною структури фасадів;
- зміну планувальної структури будинку і його зовнішнього вигляду.

– реконструкція – комплексне перетворення забудови з урахуванням соціальних, демографічних, містобудівних, економічних, естетичних та інших вимог відповідно до їх змін. Містить три типи:

- зміну планувального типу будинку та його зовнішнього вигляду, частково – його конструкцій;
- реконструкцію житлового будинку на підставі прибудови житлових блоків різної поверховості;
- реконструкцію житлових будинків фрагментів забудови на підставі прибудови мало-, середньо- і багатоповерхових житлових будинків уздовж, упоперек фасаду і в торцях;
- нове будівництво окремих житлових будинків у районі реконструкції.

Вітчизняний досвід свідчить, що основними варіантами реконструкції є надбудова мансарди, 1-2-х або декількох поверхів, прибудова додаткових об'ємів [3].

Улаштування мансард дозволяє збільшити загальну площу будинку до 40%, зменшити втрату тепла лише через покриття на 10%, а також змінити архітектурну виразність будинку.

Слід відмітити, що придатність будинку до реконструкції значною мірою залежить від його конструктивної схеми та матеріалу, технічного стану несучих конструкцій.

"НДІ Проектреконструкція" розроблена ціла низка нормативних документів, архітектурно-технічних рішень, варіантів модернізації інженерного обладнання, узагальнений досвід країн СНД і Європи щодо проектування реконструкції будинків з надбудовою мансард, додаткових поверхів або без них [4]. Можна назвати понад 300 варіантів і типів рішень реконструкції житла старої забудови.

Висновки

Проведений аналіз сучасного стану будівель, та орієнтовна вартість ремонту,% (від відновної вартості). Розглянуто види конструктивних заходів і наведено приклад найбільш вдалого вітчизняного досвіду реконструкції споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рабінович М. Сонячна енергетика України: Концепція розвитку до 2030 року / М.Рабінович, І.Толстих // Зелена енергетика. – 2003. - № 1. – С.6-7.

2. Мельничук І. В. Про напрями енергозбереження у житловому фонді / І. В. Мельничук //Економічний простір. – 2008. – № 12/2. – С. 164–170.

3. Лівінський О.М. Технічне обстеження та енергоаудит будинків і споруд./ Лівінський О.М., Євтушенко В.М.// Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2010. – №2(9). – С. 159-170.

4. Фаренюк Геннадій Грогорович. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій./ Г.Г.Фаренюк. –К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.

Очеретний Володимир Петрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри містобудування та архітектури, Вінницького національний технічний університет.

Колісніченко Віталій Валерійович — студент групи БМ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kolisnichenko88@gmail.com

Vladimir P. Ocheretny – supervisor, Ph.D., Assistant Professor of the department urban planning and architecture, Vinnytsia National Technical University

Kolisnichenko Vitalii V. *– student, department of Building Heating ang Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city, email: kolisnichenko88@gmail.com*

УДК 721

А. О. Загоруйко
В. П. Ковальський

АНАЛІЗ ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ ТЕАТРІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
У даній роботі розглянуто, на прикладі існуючих театрів, їх об'ємно планувальні рішення, наявність приміщень різного призначення, та запропоновано додаткові приміщення для забезпечення комфортності відвідувачам та персоналу.
Ключові слова: функціонально-планувальна схема, театр, вестибюль, фойє, об'ємно планувальні рішення.

Abstractm
It is considered in this work, on the example of existenttheatres, them by volume of plan decisions, presence ofapart ments of the different setting, and additional apartmentsare offered for providing of comfort to the visitors andpersonne
Keywords: unctionally-plan chart, theatre, vestibule, lobby, by volume ofplan decisions.

Вступ

Театральна архітектура у своїй еволюції створила широку панораму композиційно-образних рішень. Серед них чимало шедеврів, без знання яких проектувати зараз театр важко.

Театральна діяльність, розвиваючись і ускладнюючись, розпалася на багато жанрів, кожен з яких більшою чи меншою мірою може диктувати свої вимоги до будівлі, місткості, образній характеристиці та відповідно свої об'ємно-планувальні рішення. Стали виразними відмінності театрів драматичних, оперно-балетних, дитячих, лялькових[1-3].

Результати дослідження

Приміщення театрів діляться на два взаємозалежні комплекси: сценічний і глядацький. У глядацькому відвідувачів приймають, обслуговують, створюють їм найкращі умови сприйняття вистави. Сценічна частина в театрах становить 60-70% загального об'єму будівлі і приблизно таку ж частку його вартості [4]. Класифікація приміщень у будівлі театру показана на рис. 1

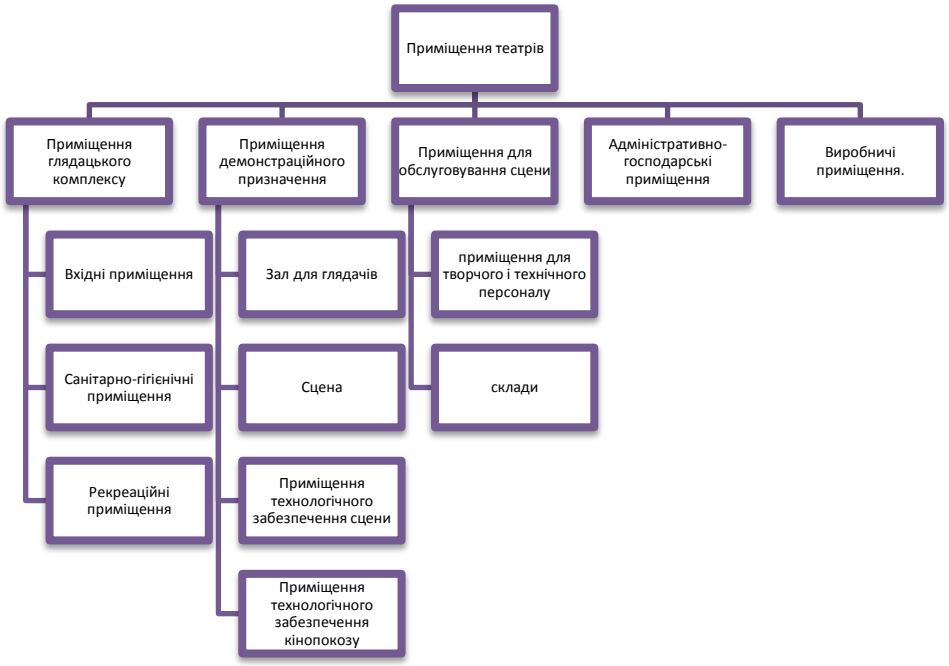


Рис.1.Класифікація приміщень у будівлі театру.

Розглянемо, на прикладі існуючих театрів, їхні об’ємно планувальні рішення. В кожен вид глядацького комплексу включає приміщення для перебування та користування, як обслуговуючого персоналу,так і глядачів.

У свою чергу до вхідних приміщень відносяться приміщення для перебування глядачів, такі як : вхідний та розподільний вестибюль, кімната для переодягання; приміщення для обслуговуючого персоналу: гардеробна кімната, приміщення для зберігання особистих речей, дитяча кімната, кабінет адміністратора, каси, комори і додаткові приміщення для інших призначень відповідно до потреб обслуговування.

До рекреаційної групи приміщень, для перебування глядачів відносять: фойє, кулуари, буфет, приміщення для паління, експозиційні приміщення музею, буфету; а до приміщення обслуговуючого персоналу відносять : приміщення для приготування або підігріву їжі, мийна кімната, комора зберігання тари, та фондосховище.

Фойє бажано проектувати роздільно по відношенню до зон тихого та активного відпочинку, відокремлюючи їх різними архітектурними прийомами (меблями, перегородками, перепадами рівнів підлоги та стелі, озеленення, різною кольорову гаммою, тощо), створюючи незалежні одна від одної зони.

До санітарно-гігієнічних приміщень відноситься жіноча та чоловіча вбиральня. Також, я вважаю, що слід передбачати кімнату для догляду за дитиною. Вбиральні слід розташовувати на кожному із поверхів театру, окремо для співробітників та відвідувачів театру.

У вхідних приміщеннях касовий,розподільний вестибюль та вестибюль для входу можуть проектуватись як окремо, так і разом: касовий з вхідним, або ж вхідний з розподільним. Також є варіант проектування касового вестибюлю з окремим входом чи, як окреме приміщення. Біля вестибюлю зазвичай розташовують кімнати адміністраторів, кімнати для зберігання особистих речей, після яких можливе розташування вестибюлю для розподілення відвідувачів. Разом із розподільним вестибюлем проектують гардеробні та можливі додаткові кімнати для обслуговуючого персоналу , кулуари та фойє, а також кімнати для переодягання глядачів та гардеробні.

Для кращого розуміння взаємозв’язку між групами приміщень, я відтворила функціонально-планувальну схему театру на рис.2.

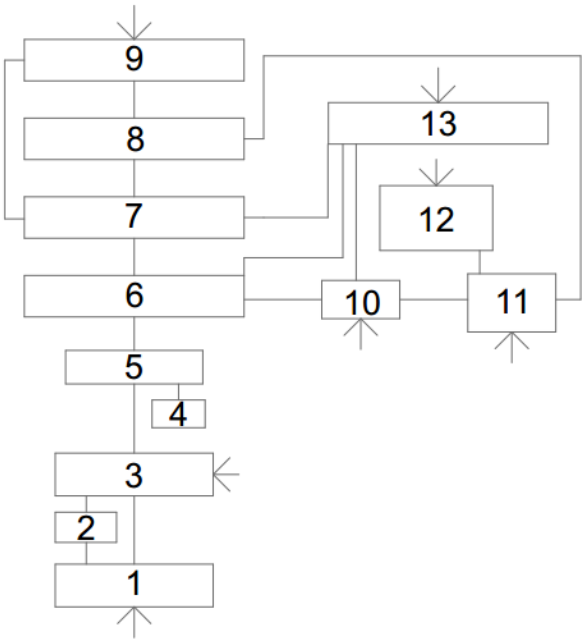


Рис.2.Функціонально-планувальна схема театру.

Функціонально-планувальна схема театру включає: 1–вхідні приміщення; 2-санітарно-гігієнчні приміщення; 3-рекреаційні приміщення; 4-приміщення для технічного обслуговування сцени; 5-глядацький зал; 6-сцена, кармани, ар′єрсцена ,авансцена; 7-вбиральня для артистів; 8-приміщення для репетицій; 9-приміщення для керівництва і технічного персоналу; 10-чергові склади; 11-склади діючого сезону; 12-резервні склади; 13-виробничі приміщення.

Висновки

Розглянуто, на прикладі існуючих театрів, їх об’ємно планувальні рішення, наявність приміщень різного призначення, та запропоновано додаткові приміщення для забезпечення комфортності відвідувачам та персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Воробьев, Ю. Театр и город: на примере эволюции публичного пространства оперного театра [Текст] / Ю. Воробьев // Современная архитектура мира: основные процессы и направления развития; материалы Междунар. науч. конф. – М.: Российская академия архитектуры и строительных наук, 2012.
2. Ковальський В. П. Особливості проектування громадських будівель [Електронний ресурс] / В. П. Ковальський, А. І. Куртак // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2406.
3. Лінда С.М. «Архітектурне проектування громадських будівель і споруд»: Навч. посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010.-608 с.
4. Дрьомова Л.В. Конспект лекцій з курсу «Теоретичні та методичні основи архітектурного проектування. Типологія будівель та споруд» (для студентів 4 курсу денної форми навчання за напрямом 6.060102 «Архітектура» спеціальності «Містобудування» / Л. В. Дрьомова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 70 с.

Загоруйко Альона Олександрівна— студентка групи БМ-16б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ylounka1999@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com.

Zagoruiko Alyona A. **—** department of Building Heatingand Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ylounka1999@gmail.com

Kovalskiy Victor P. **—** Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com.

УДК 347.45

Т. В. Сердюк

ЗАКОНОДАВЧІ ЗАСАДИ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГОСЕРВІСНИХ КОМПАНІЙ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено сутність діяльності енергосервісних компаній, формування законодавчого поля їх діяльності та основні показники розвитку галузі в Україні

Ключові слова : *енергосервісна компанія, інвестор, енергозбереження.*

Summery

The essence of activity of energy service companies, the formation of the legislative field of their activity and the main indicators of the development of the industry in Ukraine are investigated in the work.

Keywords*: energy service company, investor, energy saving.*

Енергосервісна компанія (ЕСКО, англ. ESCO - Energy Service Company, «Компанія з надання енергетичних послуг») - суб'єкт господарювання, що здійснює енергоощадні заходи повністю чи частково за рахунок власних, позикових або залучених коштів та забезпечує гарантоване досягнення економії паливно-енергетичних ресурсів і води впродовж терміну реалізації енергоощадних заходів.

ЕСКО на практиці продемонстрували позитивну стратегію енергоощадності у багатьох країнах світу. Актуальність цієї стратегії особливо зростає в часи здорожчання енергоносіїв, які подекуди перетворюються на політичну зброю.[1]

ЕСКО є комерційною установою. Надаючи клієнтам можливість економії енергії — і грошей — вона бере за це плату у вигляді частини зекономлених грошей. ЕСКО бере лише частину від зекономленого, тож, обидві сторони опиняються у виграші, а суспільство виграє завдяки загальному (в масштабах міста чи країни) зменшенню енергоспоживання та покращенню екологічної ситуації.

ЕСКО-контракт передбачає, що інвестор реалізує заходи з енергозбереження в багатоквартирному будинку або бюджетній установі за власні кошти, які повертає з отриманої економії витрат на оплату спожитих ресурсів, а потім за рахунок цієї ж економії отримує прибуток протягом обумовленого в договорі періоду часу.

Як правило, однією з умов ЕСКО-контракту є обов’язкове проведення енергетичного аудиту будинку. Оскільки інвестор бере на себе ризики отримання економії за рахунок упровадженого проекту, то він прямо зацікавлений у попередніх розрахунках потенційної економії. На основі даних, отриманих під час енергетичного аудиту, оцінюється окупність інвестиційного проекту й розраховується строк ЕСКО-контракту.

Ключова відмінність між кредитом й енергосервісом (ESCO) — хто виступає інвестором: співвласники будинку (внутрішній інвестор) чи ЕСКО-компанія (зовнішній інвестор). Адже хто інвестує, той і отримує грошову економію від різниці споживання енергоресурсів «до та після» упровадження проекту.

Інакше кажучи, оформивши кредит, співвласники самостійно несуть витрати, пов’язані з реалізацією проекту, але вони відразу ж отримують економію від упровадження енергоефективних заходів. Заощаджені кошти вони можуть витрачати на власний розсуд, зокрема й скеровувати їх на погашення кредиту. Під час укладання ЕСКО-контракту співвласники не несуть витрат на впровадження заходів з енергоефективності, їх платежі лишаються постійними протягом усього строку дії договору, а економію від скорочення споживання енергоресурсів вони відчують на своїх гаманцях лише після закінчення договору енергосервісу.

9-го квітня 2015-го року Верховна Рада України ухвалила Закон № 327-VIII «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації», що було враховано і в бюджетному кодексі [2,3].

Закупівлі енергосервісу здійснюються шляхом застосування процедури відкритих торгів через систему ProZorro незалежно від вартості. Особливістю закупівель енергосервісу є те, що визначення переможця торгів здійснюється за найвищим показником енергосервісного договору, а не за найнижчою ціною. [4,5] Тоді ж, 2015 року, було прийнято національний стандарт [6]

За цим законом утеплення таких приміщень, заміна вікон та встановлення лічильників може здійснюватись за рахунок ЕСКО. До прийняття цього закону діяльність ЕСКО в Україні не була законодавчо врегульована. Відповідно законодавче врегулювання діяльності в галузі відобразилось на динаміці кількості укладених угод. За період дії закону про діяльність ЕСКО в Україні було укладено 333 угоди на загальну суму 434 млн. грн. (таблиця 1) [7].

Таблиця 1 – Основні показники діяльності ЕСКО в бюджетній сфері

Роки	2016 ЕСКО до Prozorro	2017 ЕСКО через Prozorro	2018 ЕСКО через Prozorro	2019 ЕСКО через Prozorro	Всього 2016-2019
К-сть договорів	20	3	207	103	333
Сума договорів (млн грн)	18	2,7	214,6	199,6	434,9
Середня ціна договорів (млн)	0,9	1,1	1,0	1,9	1,3
Середній строк договорів (років)	7,2	7,3	6,4	7,4	6,5
Середня очікувана економія (відс.)	22	29,6	21,3	28,1	22,6
ЕСКО-інвесторів	8	8	22	19	23
Географія ЕСКО-договорів (регіонів)	5	1	12	13	16

На момент прийняття Закону Україні налічувалось близько 77 626 бюджетних закладів. Рівень витрат енергії на їх опалення у 2 — 3 рази перевищує відповідний рівень витрат на опалення бюджетних установ країн Європейського Союзу. Потенціал енергозбереження таких будівель може становити від 40 % до 70 % або, в перерахунку на потенціальну економію енергоресурсів, 700 мільйонів кубометрів природного газу на рік. Для їх термомодернізації необхідно залучити від 4.2 до 8.5 мільярдів доларів США, в залежності від досягнутого класу енергоефективності, що дозволить економити до 700 мільйонів кубометрів природного газу на рік. Втім, коштів на впровадження заходів з енергоефективності в бюджеті не передбачається, тому державно-приватне партнерство у формі ЕСКО-механізмів має тут величезні переваги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чому Україні потрібні енергосервісні компанії. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://web.archive.org/web/20161027193310/https://www.oporaua.org/articles/5836-chomu-ukrajini-potribni-energoservisni-kompaniji
2. Закон України від 09.04.2015 № 327-VIII «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації»
3. Закон України від 09.04.2015 № 328-VIII «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації»
4. Постанова Кабінету Міністрів від 25.10.15 № 845 «Про затвердження Примірного енергосервісного договору»
5. Закон України від 25.12.015 № 922-VIII «Про публічні закупівлі»
6. Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 27.07.2015 № 178 «Про прийняття національного стандарту України ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні»
7. Моніторинг ЕСКО-договорів, укладених у 2016-2019 роках. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://saee.gov.ua/sites/default/files/EPC-Monitoring.pdf

Сердюк Тетяна Василівна – канд. екон. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serdyuktanya@gmail.com

Tatiana V. Serdyuk - PhD, assistant of professor. Department of construction, urban and architecture. Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 502.7:725.948

Б. І. Проданець
К. В. Бауман

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ПРИ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІНАХ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
Проаналізовані наслідки дії кліматичних змін на інфраструктуру сучасного міста. Виділені основні заходи що сприяють адаптації міського середовища до змін клімату.
Ключові слова: зміна клімату, негативні наслідки, адаптація міського середовища.

Abstract
The effects of climate change on the infrastructure of the modern city are analyzed. The main measures that contribute to the adaptation of the urban environment to climate change are highlighted.
Keywords: climate change, negative consequences, urban adaptation.

Вступ

Антропогенний влив на довкілля призводить до таких негативних наслідків, які проявляються у містах України: тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон, стихійні гідрометеорологічні явища [1].

Згідно з [2] середньорічна температура повітря за останні двадцять років підвищилася на 0,8°С. Спостерігаються зміни екстремальних температур (максимальної та мінімальної). Змінилася інтенсивність та характеру опадів протягом року. Також зросла кількість випадків локального та інтенсивного випадіння половини та середньомісячної кількості опадів за декілька годин.

Метою роботи є дослідження особливостей адаптації інфраструктури міста при зміні клімату.

Результати дослідження

Розгляд проблематики даного питання виявив вплив кліматичних змін на наступні інфраструктури міста: будівлі, дороги, інженерні комунікації міста та безпосередній вплив на мешканців міста [3].

Це проявляється руйнуванням житлового фонду та пошкодженням комунікацій при виникненні стихійних лих. Руйнуванням транспортних шляхів під дією високих температур. Підвищенням навантаження енергетичних систем при зростанні кількості мешканців, що використовує значну кількість енергії для кондиціювання приміщень.

Серед заходів які сприяють адаптації міста до кліматичних змін можна виділити наступні:

1. Покращення теплоізоляційних характеристик існуючої забудови та передбачення якісної теплізоляціїї нового будівництва. Введення даного заходу сприяє зменшенню впливу зовнішніх факторів на мікроклімат всередині приміщень як в холодну, так і в теплу пору року.
2. Застосування матеріалів, що відбивають максимальну кількість сонячної радіації, при влаштуванні дахів та фасадів будинків (відбивають значну кількість сонячної радіації). Знижує теплонадходження через дахи та фасади будівель.
3. Максимальне впровадження «зелених» дахів та стін, які також сприяють зниженню нагріву будівель.
4. Розширення ланшафтно-рекреаційної зони на території міста. Даний критерій позитивно сприяє, як для населення, так і для територій. Основними функціями зелених насаджень додатковий захист від нагрівання фасадів будинків та доріг.
5. Штучне створення ставків, фонтанів та благоустрій та догляд за водоймами природного походження. Сприяє підвищенню комфортності міського середовища в жаркі періоди року [4].
6. Улаштування бордюрного каменя з пористих матеріалів. Проектування «пористих» тротуарів та автостоянок. Сприяє зниженню температури нагрівання даних поверхонь, та інфільтрації

опадів.

7. Розроблення та впровадження рекомендацій фахівцям будівельної галузі щодо врахування тенденцій кліматичних змін при будівництві та реконструкції міської забудови.

8. При ризиках повені, проектування будівель з використанням конструкцій, які мають протидію повеням та мають гідрофобні властивості.

9. Впровадження системи регулювання стоків дощових вод на території міста. Використання дощової води в господарстві та створення резервуарів.

10. Впровадження заходів проти паводків у відповідних зонах ризику.

Висновки

Аналіз розглянутих заходів з адаптації міського середовища підтверджує доцільність їх впровадження з метою попередження та мінімалізації негативного впливу на інфраструктуру міста. Окрім того, міста потребують ретельного дослідження територій на ймовірність виникнення тих чи інших наслідків стихійних явищ. Побудова карти вразливих територій дозволить при реконструкції та новому будівництві комплексно підійти до вирішення даної проблеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степаненко С. М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Є. П. Школьний та ін. - Одеса, «Екологія», 2011. – 694 с.
2. Балабух В.О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: http://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf.
3. Шевченко О. Г. Вразливість урбанізованого середовища до зміни клімату / О. Г. Шевченко // Фізична географія та геоморфологія. – 2014. – Вип. 4(76) – С. 112-120.
4. Церковна О.Г Фонтани як архітектурно-будівельний засіб адаптації урбанізованого міського середовища до кліматичних змін / Церковна О.Г., Вороніна А.О. // Проблемы теории и истории архитектуры украины. 2019. № 19 – С. 140-147.

Проданець Богдан Іванович *— студент групи Бм-19мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bprodanec@gmail.com*

Бауман Катерина Володимирівна *— канд. техн. наук, старший викладач кафедри будівництва міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет*

Bogdan Prodanec I. *— student of Вь-19mc group, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bprodanec@gmail.com*

Kateryna V. Bauman *– PhD, senior lecturer of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia, e-mail: iekaterina@i.ua.*

УДК 711.52

Ю. Г. Олійник
М. Ф. Друкований

СТВОРЕННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ОБ'ЄДНАНИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано об'єкти функціональної інфраструктури на існуючих територіях, визначено напрямки об'ємно-просторового розвитку населених пунктів, розглянуто населені пункти з якісними процесами містобудівного управління об'єднаних територіальних громад, встановлено напрямки розпланування при визначенні планувальної структури об'єднаних територіальних громад.

Ключові слова: територіальне планування, населений пункт, містобудівний розвиток, об'єднана територіальна громада, розпланування.

Abstract

Functional infrastructure objects in the existing territories are analyzed, directions of spatial and spatial development of settlements are determined, settlements with qualitative processes of urban planning of the united territorial communities are examined, planning directions are determined in determining the planning structure of the united territories.

Keywords: territorial planning, settlement, urban development, integrated territorial community, planning.

Вступ

При створенні просторово-функціональних систем розпланування, а також розселення, для їх управління використовуються схеми планування територій, що призначені для обгрунтування довгострокової стратегії планування, забудови та іншого використання території, на яких реалізуються повноваження сільських, селищних, міських рад.

Основна частина

Головним об'єктом просторового планування є території адміністративно-територіальних одиниць та їх частин, в тому числі населені пункти. Їх функціонально-планувальна структура, тобто просторова модель пов'язаних між собою територій, призначених для розташування різних видів соціальної, виробничої, комунікаційної діяльності, рекреаційного та ландшафтного комплексу розподіляється на адміністративно-територіальні одиниці, об'єднані територіальні громади та населені пункти, які слід проектувати як елементи єдиної системи розселення України з урахуванням адміністративно-територіального устрою, стану соціально-економічного розвитку, фізико-географічного та архітектурно-будівельного, кліматичного районування.

Система містобудівного розвитку в плані розпланування населених пунктів визначає основні принципи і напрямки планувальної організації та функціонального призначення території, формування систем громадського обслуговування населення, організації інженерно-транспортної інфраструктури, інженерної підготовки і благоустрою, захисту територій від небезпечних природних і техногенних процесів, охорони навколишнього природного середовища, охорони та забезпечення нерухомих об'єктів культурної спадщини та пам'яток археології, традиційного характеру середовища історичних населених пунктів [1].

Схема планування території громади – це містобудівна документація, яка визначає принципові вирішення розвитку, планування, забудови та іншого використання території громади. Ця документація має бути інструментом розумного управління для органів місцевого самоврядування. Завдяки застосуванню геопросторових данних з'являється можливість оперативно приймати рішення щодо забезпечення життєдіяльності громади в будь-якій сфері: освіті, медицині, інженерно-транспортній, санітарно-епідемічному благополуччі, пожежній безпеці тощо.

Наприклад, після проведення десяти тематичних досліджень конкретних проектів *TOD* у територіальних ареалах Канади було показало, що для комплексного планування розвитку території необхідна тісна кооперація муніципалітетів з органами управління транспортною системою, також надзвичайно важливим для успішного планування є ефективне залучення громадськості. Ключову роль у пошуку взаємовигідних рішень для всіх сторін відіграють місцеві органи влади. Високоякісне

планування, зручний стиль громадських просторів та наближеність до інфраструктури і транспортних сполучень є ключовими факторами, які приваблюють місцевих жителів [2].

Галузева спрямованість та масштаби соціально-економічного розвитку територій адміністративно-територіальних одиниць, функціональна структура та планувальна організація їх територій на перший етап, розрахунковий період та стратегічна перспектива визначається на основі комплексної оцінки території з урахуванням пріоритетності соціальних та екологічних критерій, потенціальних ресурсних можливостей і потреб населення. Для збалансування загальнодержавних, регіональних інтересів та інтересів територіальних громад враховуються рішення Генеральної схеми планування території України, іншої документації з просторового планування, програм соціально-економічного розвитку відповідних адміністративно-територіальних одиниць, планів об'єднаних територіальних громад, прогнозів і програм розвитку регіону за їх адміністративно-територіальним статусом, профілем та розгалуженістю економічної бази, місцем в системах розселення та економічного районування, рівнем надання послуг населенню [3].

Схемами планування територій на місцевому рівні визначаються також опрацювання генеральних планів окремих поселень та їх територіальних об'єднань.

Створення проектів з урбанізованого розвитку об'ємно-просторових планувальних елементів території включає насамперед детальні дослідження і комплексну оцінку існуючої території з визначенням та порівняльною оцінкою стимулюючих і обмежуючих факторів, які обумовлюють структуру та параметри розвитку економіки та напрями сталого (збалансованого) використання території, а також пропозиції та обгрунтування щодо функціонального зонування території, розвитку господарського комплексу, демографічного потенціалу, концепції збалансованого (еколого-орієнтованого) використання ресурсів території, розвитку рекреаційно-оздоровчої та туристичної галузі, охорони нерухомих об'єктів культурної спадщини, пам'яток археології та дотримання режиму використання земель історико-культурного призначення та об'єктів природно-заповідного фонду, напрямів розбудови (реконструкції, нового будівництва) місцевої системи інженерно-транспортної інфраструктури та санітарного очищення на підставі розрахунків перспективної чисельності населення, об'ємів водопостачання, водовідведення, теплопостачання, газопостачання, електропостачання, твердих побутових відходів для забезпечення перспективних потреб споживачів, заходів з інженерної підготовки та захисту території від небезпечних процесів природного і техногенного характеру, визначення територій спільних інтересів суміжних адміністративно-територіальних одиниць.

Висновки

Головною метою схем планування території об'єднаних територіальних громад є обґрунтування майбутніх потреб та визначення переважних напрямків використання даних територій з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів, визначення територій, що мають особливу цінність, встановлення передбачених законодавством обмежень на їх планування, забудову та інше використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Склад та зміст схеми планування території, на якій реалізуються повноваження сільських, селищних, міських рад ДБН Б.1.1-21:2017 – Мінрегіонбуд України, Київ, 2018

2. О. Л. Дронова «Новий урбанізм: у пошуках виходу з урбаністичного колапсу» / Український географічний журнал – 2015, №3 – Київ, 2015.

3. Планування і забудова територій ДБН Б.2.2-12:2018 – Мінрегіон України, Київ, 2018

Олійник Юлія Григорівна – аспірант, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Друкований Михайло Федорович- доктор технічних наук, професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Yulia Oliynyk - postgraduate student Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Mykhaylo Drukovanyy - Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia

УДК 662:352

Сердюк В. Р.
Франишина С. Ю.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ БАР'ЄРИ В ДОСЯГНЕННІ ВИСОКОГО РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. *Представлено актуальність проблем підвищення енергетичної ефективності та енергозбереження на глобальному світовому рівні. Представлено структуру світового кінцевого споживання паливно-енергетичних ресурсів. Визначено особливе місце будівельного сектору в забезпеченні наявного потенціалу енергозбереження.*
Ключові слова:, енергоефективність, енергетичні ресурси, організаційні бар'єри

Abstract. *The problem of rational and effective consumption of all kinds of resources, especially fuel and energy is discussed. The work presents an actuall problem of improving energy efficiency on the word level. Also a special place of industrial sector to provision of energy-saving potential is defined*

Key words: organization barriers, energy efficiency, energy resources.

Протягом декількох десятиліть проблема підвищення рівня енергетичної ефективності та енергозбереження не лише не втрачає своєї актуальності, а залишається пріоритетним стратегічним напрямком розвитку багатьох країн світу. Що особливого значення набуває в умовах зростання світового попиту на паливно-енергетичні ресурси.

За даними IEA (International Energy Agency) більше 36% загального світового енергетичного споживання припадає на житлово-будівельний сектор (рис.1), а також близько 39% загального обсягу викидів CO_2[1]. Існуючий житловий фонд споживає близько 22% від загального світового обсягу паливно-енергетичних ресурсів.

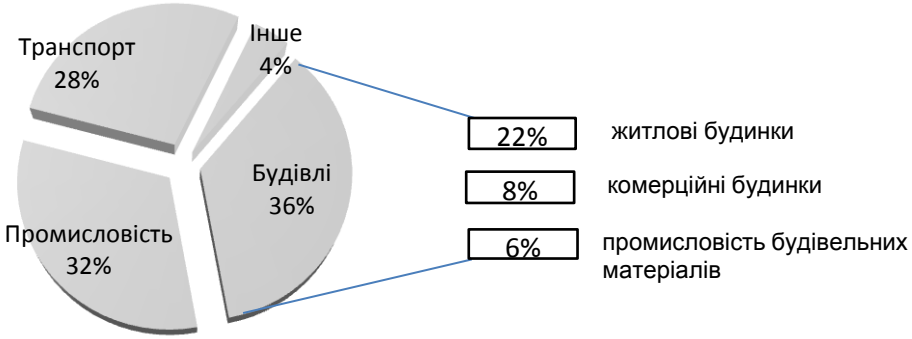


Рис. 1 Структура світового енергетичного споживання за секторами у 2017 році (узагальнено на основі [1,2])

Найбільший обсяг за видами паливно-енергетичних ресурсів припадає на електроенергію та природний газ близько 30% та 25 % відповідно, суттєву частку становлять відновлювальні джерела енергії близько 26%, решту складають вугілля та нафта.

В США більше 5,5 млн комерційних будівель споживають близько 19% енергетичних ресурсів та продукують понад 19% обсягів викидів CO_2. При цьому потенціал зниження рівня енергоспоживання оцінюється на рівні 30% від фактичного обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів[2]. Можливість освоєння суттєвого резерву в зниженні енергетичного споживання досягається за рахунок подолання низки бар'єрів, що існують в реальному мікро-бізнес середовищі. До найбільш суттєвих перешкод в реалізації енергетичної ефективності відносять організаційні прогалини, що існують в різних організаційних структурах та кардинально впливають на якість, повноту та своєчасність необхідної інформації. Саме брак інформації на

певному рівні управління в сучасному ринковому конкурентному середовищі стає однією із найбільш важливих причин втрати конкурентних позицій[3]. В цілому досягнення високого рівня енергетичної ефективності є можливим за умови координації таких складових: організаційні зміни, технологічний розвиток, подолання поведінкових бар'єрів та наявність потужної мотиваційної складової.

Не винятком в напрямку зниження рівня енергетичного споживання є і Україна, що на сьогодні залишається країною з найбільш високим рівнем енергоємності вітчизняної економіки серед інших європейських країн. Як не парадоксально, але для більшості господарюючих бізнес одиниць довгий час енергетичні витрати сприймались як невід'ємна та необхідна складова виробничо-технологічного процесу. Паливно-енергетичні ресурси у виробничому процесі незмінний елемент, що не підлягає переоцінці чи пошуку резервів зниження обсягів споживання.
І донедавна керівництво вітчизняних господарюючих суб'єктів в багатьох випадках з метою зниження собівартості продукції акцентувало увагу на усіх інших складових собівартості продукції, окрім енергетичних.

Практика ЄС доводить, що енергетичними витратами можна і треба управляти за умови оптимальної організації та мотивації. Проте, як виявляється раціонально організувати та координувати процес підвищення енергетичної ефективності не проста практична задача. В сучасних умовах господарювання вітчизняний бізнес не володіє достатніми управлінськими навичками та інструментами належної організації бізнес процесів, особливо в аспекті управління енергетичним розвитком[4].

Низька якість менеджменту, інвестиційного планування, брак достатнього практичного досвіду в реалізації енергозберігаючих проектів – далеко не повний перелік реальних бар'єрів на шляху до високого рівня енергетичної ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Global Alliance for Buildings and Construction (GABC); Kongens Lyngby, Denmark: 2018. GlobalStatusReport. Електронний ресурс. Доступний з: https://www.globalabc.org/uploads/media/default/0001/01/0bf694744862cf96252d4a402e1255fb6b79225e.pdf

2. Phase Change Materials for Energy Efficiency in Buildings and Their Use in Mortars Електронний ресурс. Доступний з: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6515401/

3. The Virtuous Cycle of Organizational Energy Efficiency: A Fresh Approach to Dismantling Barriers Emily Reyna, Jake Hiller and Chris Riso, Environmental Defense Fund Jason Jay, MIT Sloan School of Management Електронний ресурс. Доступний з: https://aceee.org/files/proceedings/2012/data/papers/0193-000332.pdf

4. Сердюк В. Р. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, технічний та агроекологічний аспекти: колективна монографія/ Ефективність впровадження енергоефективних заходів в аспекті техніко-економічного оцінювання // Полтавська державна аграрна академія. – П.:ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. – 658 с.- С. 258-263

Сердюк Василь Романович – д.т.н., професор кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: modser@i.ua
Vaciliy Serdyuk – d.t.c., professor, head of department of Urban Planning and Architecture of the Vinnytsya national technical university
Франишина Світлана Юріївна – аспірант кафедри Будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: fransveta50@gmail.com
Svitlana Franyshina - postgraduate of the Department Vinnytsia National Technological University

УДК 69.03

Г. С. Ратушняк

О. Ю. Горюн

Використання інноваційних теплоізолюючих матеріалів для підвищення енергоефективності огороджувальних конструкцій будівель

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз існуючих інноваційних теплоізоляційних матеріалів, що можуть бути використані для підвищення енергоефективності багатоповерхових житлових будівель. Застосування інноваційних енергоощадних конструктивних елементів при будівництві дозволить зменшити затрати коштів на опалення в холодний період року. Не всі утеплювачі можливо використовувати в складних архітектурних конструкціях. Теплоізолюючі матеріали повинні відповідати екологічним вимогам та володіти малою теплопровідністю. В умовах сучасних напрямків розвитку енергозбереження не усі утеплювачі підходять для використання їх при термомодернізації будівель, особливо при влаштуванні вузлів примикання, які є "містками холоду".

Ключові слова: енергоефективність, житлові будівлі, теплоізолюючі матеріали, термічний опір.

Abstract

The report deals with the analysis of existing innovative thermal insulation materials that can be used to increase the energy efficiency of multi-storey residential buildings. The use of innovative energy-saving structural elements in the construction will reduce the costs of heating in the cold season. Not all heaters can be used in complex architectural designs. Insulating materials must meet environmental requirements and have low thermal conductivity. In the conditions of modern directions of development of energy saving not all heaters are suitable for their use in thermal modernization of buildings..

Keywords: Energy efficiency, residential buildings, insulating materials, thermal resistance.

Вступ

В умовах реалізації державної політики в Україні щодо підвищення енергозбереження будівель, підвищились вимоги до термічних опорів зовнішніх конструкцій будівель [1]. У зв'язку із цим постає питання розроблення нових конструктивних рішень, що забезпечували б нормативні вимоги. Значну роль у створенні енергоефективних вузлів примикання елементів будівлі до зовнішніх огороджувальних контструкцій, відіграють теплоізолюючі матеріали. Відповідно до ДСТУ Б В.2.6-189:2013 [2] вибір теплоізоляційного матеріалу здійснюють з врахуванням особливостей влаштування наступних типів непрозорих конструкцій будівлі: заглиблених конструкцій будівлі, цокольних конструкцій, підлог по ґрунту, зовнішніх стін, перекриттів (цокольних, міжповерхових, горищних), покриття.

Одним із шляхів підвищення енергоефективності будівель є вдосконалення вузлів примикання, що є зонами з неоднорідними теплопровідними включеннями. Вдосконалення конструкції та технології влаштування енергоощадних вузлів примикання залежить від використання інноваційних телоізоляційних матеріалів.

Визначальними при виборі теплоізоляційного матеріалу є наступні фізико-технічні показники якості згідно з ДСТУ Б В.2.7-195: гранична температура застосування, вологість, водопоглинання, морозостійкість, паропроникність, група горючості, міцність на стиск/границя міцності при стиску, стисливість, границя міцності при зсуві, правильність геометричної форми, розрахункова теплопровідність, термін ефективної експлуатації.

На сьогодні у світі існує значна кількість утеплювачів, які в певній мірівідповідають поставленим вимогам та зможуть підвищити термічний опір не лише зовнішніх стін, а й таких складних конструкцій як вузли примикання, зменшивши витрату матеріалів.

Результати дослідження

Сучасні теплоізолюючі матеріали за своїми ізолюючими властивостями в рази перевершують пінопласт та мінеральну вату. Зведемо в порівняльну таблицю 1 найбільш вагомі показники при виборі теплоізоляційних матеріалів.

Таблиця 1 - Властивості теплоізоляційних матеріалів [2,4,5,6]

Назва матеріалу	Коефіцієнт теплопровідності Вт/м*К	Гранична температура застосування, °С	Коефіцієнт паропроникності, мг/м*год*Па	Вартість грн/м^2
Пінопласт	0,038-0,054	-60 + 80	0,05	32
Мінеральна вата	0.042-0.057	– 60 +700	0,35	126
Піноскло	0,053-0,054	+400	0,002	138
Скловата	0.042-0.057	+250	0,45	46
Пінополіуретан	0,03 - 0,035	-100 +130	0,05	290
Екструдований пінополістирол	0,037 - 0,042	+90	0,008	120
Утеплювач на основі аерогелю Spaceloft	0,018- 0,02	-273 +650	5	1833
Теплоізоляційна шпаклівка "Тепловер"	0,055	+200	0,22	389
Вакуумні ізоляційні панелі	0,008	-268 +60		2700
Утеплювач на основі целюлози	0,045 -0,066	-50 +150	0,33	63
Утеплювач вовна	0.034–0.050	+500	0,38	240

Все більшого попиту набуває використання аерогелів як теплоізоляційних матеріалів у будівництві. Він привабливий не лише найменшим коефіцієнтом теплопровідності, а й здатністю пропускати спектр видимого світла, затримуючи інфрачервоне випромінювання та акумулюючи теплову енергію. Ця властивість є підставою використання прозорих панелей із аерогелю всередині стандартних склопакетів. Використання енергоефективних вікон у комплексні із утепленням зовнішніх стін та вузлів примикання може дати ефект економії енергетичних ресурсів в житловому будинку до 50%.

Підвищення рівня обізнаності щодо навколишнього середовища та охорони здоров'я населення потребує комплексного оцінювання ізоляційних матеріалів[3]. Для утеплення будівель використовуються матеріали, отримані з нафтохімічних речовин (переважно полістиролу) або з природних джерел, оброблені з великим енергоспоживанням (скло- та кам'яні вати). Однак такі матеріали завдають істотного згубного впливу на навколишнє середовище, головним чином на стадії виробництва, включаючи використання невідновлюваних матеріалів та споживання викопного палива. Доцільно для виготовлення теплоізоляційних матеріалів використовувати природні або вторинні матеріали. Безпечною для людини і екологічною системою є аерогель Lumira, що виробляється з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Теплоізоляційні суміші Тепловер виготовляються на основі перліту та вермикуліту - мінералів вулканічного походження, що видобуваються з земної кори та піддаються термічній обробці в 900-1000 ° С. Суміші не містять шкідливих речовин та є екологічно чистими, біологічно стійкими та несприятливими для розмноження різноманітних організмів.

Набувають популярності і давно всім відомі утеплюючі матеріали: солома, овеча шерсть та ін.Не варто недооцінювати подібні екологічні матеріали. Адже дослідження показали, що використання тюків розмірами 0,6-0,9 см за довжиною, 0,4-0,5 м за шириною, 0,3-0,4 м за висотою із загальною щільністю у 80-90 кг/м^3 та вмістом вологи менше 15%, показують теплопровідність соломи 0,046 Вт/мК та стійкість до вогню відповідно до класу В2, щодо стійкості до біологічного впливу – до класів 2 і 3[4].

Висновки

Комплексний підхід з використанням інноваційних теплоізоляційних матеріалів при термомодернізації огороджувальних крнструкцій може дати ефект економії енергетичних ресурсів в житловому будинку до 50%. Експериментальні та теоретичні дослідження свідчать про доцільність використання інноваційних теплоізолюючих матеріалів при вдосконаленні конструктивного виконання вузлів примикання віконних рам до зовнішніх стінових огороджувальних конструкцій. Це дозволить підвищити енергоефективність житлових будинків за рахунок зменшення тепловтрат в зонах теплопровідних включень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Напрямки діяльності міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://www.minregion.gov.ua/

2. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6-189:2013 – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 46 с. – (Національний стандарт України).

3. Ратушняк Г. С. Управління проектами енергозбереження шляхом термореновації будівель: навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, О. Г. Ратушняк. — Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. — 120 с.

4. Кузнецова А. Серія консультативних робіт. Використання соломи в Україні – можливості та перспективи: Німецько-український аграрний діалог Інститут економічних досліджень та політичних консультацій/ А. Кузнецова. - Київ, 2010.

5. Технічні характеристики теплоізоляції Фаиртек-аэрогель [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.minvatka.com/aerogel

6. Технічні характеристики теплоізоляції Green Planet «Шерстяной» [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://shop.gp.house/catalog/utepliteli-dlya-doma/stroitelnyy_uteplitel_sherstyanoy/

7. Використання інноваційних теплоізолюючих матеріалів для зменшення тепловтрат крізь "містки холоду" в будівлі: тези доп. наук.-практ. конф., 22 березня 2019 р. / М-во освіти і науки України, ВНТУ – Вінниця : 2019. – 2 с.

Георгій Сергійович Ратушняк, кандидат технічних наук, професор. Вінницький національний технічний університет, м. Вінииця, e-mail: ratusnak@gmail.com;

Оксана Юріївна Горюн — аспірант, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання. Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sputnyk51@mail.ua.

Ratushniak Georgii S — Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Chair of Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ratusnak@gmail.com;

Horiun Oksana J. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : sputnyk51@mail. ua;

УДК 666.9

О.О. Горюн

Проблемні питання математичного моделювання імпрегнування будівельних матеріалів на основі бетону за рахунок імпульсів тиску просочувальної рідини

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді проаналізовано сучасні наукові праці, які стосуються математичного моделювання процесів проникнення рідин в пористо-капілярні структури твердих тіл за рахунок використання тиску просочувальних рідин. В результаті проведеного аналітичного огляду встановлено проблемні питання, які які необхідно розв'язати для подальшого успішного розвитку і створення математичного моделювання процесів імпрегнування будівельних матеріалів на основі бетону за рахунок імпульсів тиску просочувальної рідини.

Ключові слова: імпрегнування, математичне моделювання, будівельні матеріали, бетонополімери, бетон, імпульсний режим.

Abstract

The report analyzes modern scientific works concerning the mathematical modeling of the processes of penetration of liquids into the porous-capillary structures of solids due to the use of pressure of impregnating liquids. The analytical review identified the problematic issues that need to be addressed for the further successful development and mathematical modeling of concrete material impregnation processes by means of impulses of impregnation fluid pressure.

Keywords: impregnation, mathematical modeling, building materials, polymer impregnation concretes, concrete, pulse mode.

Вступ

В зв'язку із розвитком будівельної галузі у світі постає питання вдосконалення технологічних процесів виготовлення будівельних матеріалів шляхом імпрегнування. Перспективним напрямком даної галузі є застосування імпульсного режиму насичення матеріалів, який дозволить збільшити глибину та рівномірність імпрегнування водночас зі зменшенням тривалості технологічних процесів [1].

Метою роботи є аналітичний огляд відомих математичних моделей насичення твердих матеріалів з виділенням питань, вирішення яких сприятиме створенню математичної моделі процесу проникнення мономера в товщу бетону під дією імпульсного режиму насичення.

Результати дослідження

Проникнення речовин у товщу матеріалу залежить від груп факторів. Головним чином це властивості просочувальних рідин, фізико-механічні властивості матеріалу, що підлягає імпрегнуванню, а також технологія насичення. На сьогоднішній день проведені дослідження процесів проникнення рідини в товщу матеріалів капілярно-пористої будови. Головним чином це ефект капілярного підйому, коли насичення матеріалу відбувається під дією атмосферного тиску шляхом занурення просочувального виробу в рідину.

Для ефективного протікання процесів насичення, особливо таких, які відбуваються під дією атмосферного тиску, важливим є низьке значення крайового кута змочування, що призводить до підвищення ліофільності матеріалу, який підлягає насиченню. Залежність крайового кута змочування від сил поверхневого натягу представлена формулою Юнга (1).

$$cos\theta = \frac{\sigma_{23} - \sigma_{13}}{\sigma_{12}}, \quad (1)$$

де θ – крайовий кут змочування; σ_{23} – поверхневий натяг на межі газу і просочувального матеріалу, Н/м; σ_{13} – поверхневий натяг рідини на межі з просочувальним матеріалом, Н/м; σ_{12} – поверхневий натяг рідини на межі з газом, Н/м.

З формули (1) видно, що досягнення мінімальної величини крайового кута змочування можливо лише за низького показника сили поверхневого натягу просочувальної рідини на межі з газом та матеріалом, який підлягає насиченню.

Швидкість насичення пористої структури деревини за [2] під дією гравітаційних сил визначається формулою, що враховує фільтраційні особливості матеріалу:

$$V = \sqrt{-K\frac{\Delta P + \frac{2\sigma}{z}}{\gamma \cdot t}}, \tag{2}$$

де K – коефіцієнт фільтрації; ΔP – перепад тиску по глибині *x*, *Па*; σ – поверхневий натяг просочувального розчину; z – радіус капілярів імпрегнованої деревини, *м*; γ – питома вага просочувальної рідини.

Крім вищевказаних залежностей, які стосуються самоплинних процесів імпрегнування (Що відбуваються під дією атмосферного тиску), цікавими в більшій мірі є математичні залежності насичення виробів під дією гідростатичного тиску просочувальної рідини.

З огляду на вищезазначене, варто приділити увагу обґрунтуванню фізичної моделі процесу проникання високонапірного струменя в слабку породу із застосуванням теорії струминних течій, що представлене у роботі [3]. Сутність даної теорії полягає в тому, що вона розглядає процеси, які відбуваються при проникненні потоку однієї рідини в іншу або при змішанні двох потоків, що протікають із різною швидкістю в одному або різних напрямках [3]. Де в результаті серії експериментів встановлені закономірності проникання високонапірних струменів у дисперсні породи залежно від співвідношення густини закріпляючого розчину й щільності оброблюваної породи, ударної в'язкості цієї породи, швидкості підняття й обертання робочого інструмента, витрати і тиску струменя закріпляючого розчину, геометричної форми сопла, що формує струмінь.

Глибина проникання струменя в породу за [3] визначена такою формулою:

$$h = \sqrt{K\frac{2{,}73 \cdot d_0^3 \cdot u_0}{\pi \cdot d_1 \cdot \omega \cdot c \cdot \left(1 + \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \cdot k}}, \tag{3}$$

де ω – швидкість обертання робочого інструмента навколо своєї осі, *об/с*; u_0 – початкова швидкість на виході із насадки, *м/с*; d_0 – вихідний діаметр насадки, *м*; ρ_1 – густина рідини, *кг/м*^{3}; ρ_2 – густина породи, *кг/м*^{3}; $k = 1$ при $t \geq T$, якщо час підняття робочого інструмента на висоту $d_0 - T$ менше або дорівнює часу *T* одного оберту робочого інструмента.

Однак більш близьким до моделювання імпрегнування будівельних матеріалів на основі бетону за рахунок імпульсів тиску просочувальної рідини є робота [4] в якій приведено математичну модель процесу насичення за рахунок гідростатичного тиску стовпа просочувальної рідини.

В роботі [4] наведено диференційні рівняння руху малов'язкої рідини в круглому капілярі, а також в пористій структурі деревини.

В результаті проведених перетворень отримано дві залежності. Однією з яких є рух малов'язкої рідини в круглому капілярі описується рівнянням (4) [4].

$$H \cdot \frac{4\nu}{R^2 g} \cdot c^2 = t, \tag{4}$$

де H – висота рівня рідини, *м*; R – радіус круглого капіляра, *м*; g – прискорення вільного падіння, *м/с*^{2}; ν – кінетична в'язкість просочувальної рідини, *м*^{2}*/с*; c – відношення довжини просочувальної зони до висоти рівня рідини; t – тривалість процесу насичення, *с*.

Крім того, наведено залежність, яка описує рух малов'язкої рідини, що просочується через пори деревини [4]:

$$\frac{H}{K} \cdot c^2 = t\,, \tag{5}$$

де K – коефіцієнт фільтрації, *м/с*.

Висновки

Під час імпрегнування матеріали на основі бетону слід вважати такими, що мають капілярно-пористу будову. З огляду на це, для опису процесів змочування поверхні, руху (фільтрації) рідини в середині таких тіл під дією гідростатичного тиску рідини або капілярних сил використовують рівняння та залежності, які приведено в даному матеріалі.

При цьому, в залежності від імпрегнованого матеріалу слід враховувати геометричну конфігурацію будови його внутрішніх структур.

Побудова математичної моделі для бетонів передбачає врахування таких особливостей бетонних структур як наявність мікротріщин, які виконують функцію магістральних капілярів, що сполучають між собою великі пори. Це явище дає змогу просочувальній рідині спочатку заповнювати більші пори, а потім поступово заповнити менші пори та капіляри, що віддалені від зон великих пор.

Окрім того, для побудови математичної моделі імпрегнування будівельних матеріалів на основі бетону за рахунок імпульсів тиску просочувальної рідини необхідно дослідити такі параметри як зміна величини динамічної (а за нею й кінематичної) в'язкості рідини, а також сил тертя в залежності від заданих амплітуди імпульсів тиску та частоти повторюваності імпульсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коц І. В., Горюн О.О., «Аналітичний огляд сучасних технологій виготовлення бетонополімерних виробів», materials of the XIII international scientific and practical conference «SCIENTIFIC HORIZONS — 2018», Sheffild, UK, September 30 - October 7, 2018 Volume 7.

2. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П. С. Серговский, А. И. Расев – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 400 с.

3. Власов Сергій Федорович, Теоретичні та прикладні основи струминного закріплення слабких дисперсних порід при веденні гірничих робіт [Текст] : автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.15.09; Національна гірнича академія України. - Дніпропетровськ, 1999. - 26 с.

4. Нгуен Ван Тоан, Обоснование способа групповой пропитки длинномерных сортиментов за счет давления пропиточной жидкости [Текст] : дис. к.техн.наук: 05.21.01; Санкт–Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова. — Санкт-Петербург, 2017.

Олег Олегович Горюн **–** аспірант кафедри інженерних систем в будівництві, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання. Вінницький національний технічний університет, Україна, м. Вінниця, e-mail: olezhka.gor.94@gmail.com.

Науковий керівник: ***Іван Васильович Коц*** **–** кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ivkots@i.ua.

Oleh O. Horiun **—** Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : olezhka.gor.94@gmail.com.

Supervisor: ***Ivan V. Kots*** **—** Ph. D. (Eng.), professor of the department of engineering in construction:, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivkots@i.ua.

УДК 658.620

Ободянська О. І.

Енергетична безпека газотранспортної системи України

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз енергетичної безпеки газотранспортної системи України. Розглянуто характеристики безпеки газового сектору паливно-енергетичного комплексу країни та основні принципи забезпечення його надійності. Встановлено чинники та критерії, що впливають на функціональні властивості газотранспортної системи.

Ключові слова: енергетична безпека, газотранспортна система, природний газ, енергозабезпечення, енергоресурс.

Abstract

The analysis of energy security of gas transmission system of Ukraine is carried out. It is considered characteristics of safety of the gas sector of fuel and energy complex of the country and the basic principles of ensuring its reliability. It is established the factors and criteria affecting functional properties of the gas transmission system

Keywords: energy security, gas transmission system, natural gas, power supply, energy resource.

Вступ

Одним із основних критеріїв ефективного функціонування країни є здатність убезпечити стабільну енергетичну безпеку, що є вагомою складовою національної безпеки країни. Постачання та забезпечення населення необхідною кількістю енергії є вагомою проблемою, яка визначає рівень розвитку країни, та стає одним із головних завдань для створення оптимальних умов функціонування всіх галузей економіки країни. З одного боку властивість технічної безпеки та надійності енергетичних систем в цілому характеризує енергетичну безпеку країни. З іншого боку основним завданням функціонування енергетичної безпеки є гарантований захист громадянина, суспільства та держави від дефіциту паливноенергетичних ресурсів. З вище наведеного випливає, що енергетична безпека несе в собі більш ширше поняття ніж надійність, так як може мати відтінки економічної, соціальної, політичної, техногенної та філософської категорій. Найважливішим законодавчим документом, що характеризує критерії та параметри економічної та енергетичної безпеки України є Енергетична стратегія України до 2035 року, де найвагомішим та найбільш проблемним для економіки України та її енергетичної безпеки сектором енергетики є газовий сектор [1].

Природний газ є одним з пріоритетних енергоресурсів України. Вагомість природного газу в структурі паливно-енергетичного балансу країни складає до 45%. Останнім часом в Україні споживається близько 70 млрд. куб. $м^3$ природного газу на рік і це без врахування необхідних потреб для його транспортування. За цим показником Україна посідає шосте місце в світі, а за обсягами імпорту природного газу — третє (після США та Німеччини) [2].

Газотранспортна система України включає 39,8 тис. км газопроводів різного призначення та продуктивності, 74 компресорні станції (КС), понад 1600 газорозподільних станцій, 13 підземних сховищ газу (ПСГ) та об'єкти інфраструктури, що забезпечують функціонування системи. Близько 16 тис. км розподільчих газопроводів (або 7%) та 7,3 тис. газорегуляторних пунктів (або близько 11,5%) вже відпрацювали свій амортизаційний термін, морально і технічно застаріли [3].

Результати дослідження

Енергетична безпека газотранспортної системи (ГТС) має на увазі стан захищеності країни (регіону), її громадян, суспільства, держави та загалом економіки від загрози дефіциту в енергії економічно доступними паливно-енергетичними ресурсами прийнятної якості, а також захищеності від порушень стабільності та безперебійності газопостачання.

Одним з основних завдань безпеки газового сектору паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни є послідовне досягнення ним якісно нового рівня своїх головних характеристик [4–6]:

• здатність ГТС надійно забезпечувати економічно обґрунтований внутрішній та зовнішній попит на природний газ відповідної якості та допустимої вартості;

• здатність споживачів природного газу ефективно використовувати енергоресурс, запобігаючи тим самим нераціональні витрати держави на своє енергозабезпечення та тим самим створення дефіцитності паливно-енергетичного балансу;

• стійкість газового сектора до зовнішніх та внутрішніх економічних, техногенних, політичних та природних загроз, а також його здатність мінімізувати збиток, що викликаний проявом різних дестабілізуючих факторів.

Найважливішими принципами забезпечення енергетичної безпеки газотранспортної системи України є [7–8]

• гарантія та надійність енергозабезпечення населення та промислового комплексу України в повному обсязі при звичайних умовах та в мінімально необхідному обсязі при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій різного характеру;

• поновлення енергетичного ресурсу (темпи споживання вичерпних ресурсів природного газу повинні узгоджуватися з темпами виробітку джерел енергії, які їх заміщають);

• диверсифікація енергоресурсу – природного газу (економіка країни не може бути сильно залежною від одного енергоносія);

• врахування вимог екологічної безпеки (розвиток газової енергетики має бути збалансованим та враховувати вимоги охорони навколишнього середовища);

• запобігання марнотратності енергоресурсу – природного газу (енергетична ефективність);

• створення економічних умов, що забезпечують вигоду з поставок природного газу на внутрішній та зовнішній ринки;

• максимально можливе використання у всіх технологічних процесах та проектах конкурентоспроможного вітчизняного обладнання.

На стан енергетичної безпеки газотранспортної системи впливає багато чинників, а саме надійність, роботоздатність, безвідмовність, ресурсозбереженість, ремонтопридатність, а також рівень розвитку промисловості та економіки країни. З вище наведеного можна зробити висновок, що функціональні властивості газотранспортної системи, як системи підвищеної небезпеки та захищеність енергетичних ресурсів від загроз різного характеру є основними критеріями енергетичної безпеки газотранспортної системи України, що передують факторам впливу. Негативними факторами впливу на забезпечення надійної енергетичної безпеки газотранспортної системи є нерівномірність розподілу запасу енергоресурсу – природного газу по регіонах планети та зростання загроз суспільного та техногенного характеру [2, 3]. У той же час позитивними факторами впливу можуть бути відносно теплі зими; достатній рівень накопичених запасів енергоресурсів; відкриття нових родовищ природного газу; збільшення частки використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії; розробка, впровадження та застосування безвідходних та ресурсозберігаючих технологій [6, 7]. Фактори забезпечення енергетичної безпеки знаходяться в постійній протидії, при цьому підвищення значущості тієї чи іншої групи зазначених чинників неминуче призводить до посилення або ослаблення національної безпеки через її енергетичну складову.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80

2. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.

3. Ратушняк Г. С. Моніторинг технічного стану підземних сталевих газопроводів / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 2 (21). – С. 99–104.

4. Ткаченко В.А. Газопостачання: підручник / Ткаченко В.А., Скляренко О.М. – ІВНВКП «Укргеліотех», 2012. – 588 с. – ISBN 978-966-2216-08-0

5. Ратушняк Г. С. Корозійно-діагностичний моніторинг підземної сталевої газотранспортної мережі / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1 (5). – С. 90–98.

6. Ободянська О. І. Організаційні аспекти прийняття управлінських рішень щодо забезпечення надійності та довговічності зовнішніх газорозподільних мереж / О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2011. – № 2(11). – С. 104–107.

7. Франчук Ю. Й. Оцінка якості природного газу як енергоносія на основі лінгвістичної інформації /Ю. Й. Франчук, О. І. Ободянська, К. М. Предун // Управління розвитком складних систем: Наук.- техн. збірник. – КНУБА, 2019. – Вип.38. – с.143-150.

8. Предун К.М. Модель багатофакторної оцінки якості природного газу /К. М. Предун, Ю.Й. Франчук О. І. Ободянська, // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: Наук.- техн. збірник. – КНУБА, 2019. – Вип.29. – с.20-28.

Ободянська Ольга Ігорівна **–** кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.

Obodyanska Olga **–** PhD, senior lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.

УДК 658.620

Ободянська О. І.
Харчилава К.Л.

Шляхи зменшення енергозалежності України

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проблеми паливно-енергетичного комплексу країни та проведено аналіз шляхів зменшення енергетичної залежності України за рахунок використання новітніх енергоефективних технологій з використанням альтернативних джерел енергії, як енергоносіїв.

Ключові слова: енергозалежність, енергоспоживання, енергоефективність, альтернативне джерело енергії, енергоносій.

Abstract

The problems of the fuel and energy complex of the country are considered and the ways of reducing the energy dependence of Ukraine due to the use of the latest energy efficient technologies using alternative energy sources as energy sources are analyzed.

Keywords: energy dependency, energy consumption, energy efficiency, alternative energy source, energy carrier.

Вступ

Україна належить до країн частково забезпечених традиційними видами первинної енергії, а отже змушена вдаватися до їх імпорту. Енергетична залежність України від поставок органічного палива, з урахуванням умовно-первинної ядерної енергії, у 2015 та 2018 роках становила 60,7 %, країн ЄС – 51%. Подібною або близькою до української є енергозалежність таких розвинутих країн Європи, як Німеччина – 61,4%, Франція –50 %, Австрія – 64,7%. Багато країн світу мають значно нижчі показники забезпечення власними первинними ПЕР, зокрема Японія використовує їх близько 7 %, Італія – близько 18 % [1].

Рівень енергозалежності України є середньоєвропейським але він характеризується відсутністю диверсифікації джерел постачання енергоносіїв, насамперед нафти, природного газу та ядерного палива [2].

В даний час виробництво енергії засноване, в основному, на використанні невідновлюваних джерел енергії - переважно вуглеводнів, таких як газ, нафтопродукти, вугілля. На поновлювані джерела енергії сумарно припадає приблизно 95% світового паливно-енергетичного балансу, на поновлювані – близько 5% [2].

Проблема альтернативних енерготехнологій є дуже актуальною. Пошук альтернативних джерел енергії став однією з головних проблем економічно розвинених держав. Використовуючи відходи можна значно економити енергетичні та сировинні ресурси, знижувати забруднення навколишнього середовища, а також створити велику кількість додаткових робочих місць.

В останній чверті 20 століття в світі відбулася активізація будівництва установок по одержанню енергії з побутових та промислових відходів. Відходи деревопереробки, хімічних виробництв, переробки сільськогосподарської продукції, торфорозробок, харчової промисловостей можуть бути перетворені в високоякісну паливну сировину.

Результати дослідження

Промислове виробництво в Україні характеризується високими обсягами щорічного утворення та нагромадження відходів виробництва і споживання. Щорічно в Україні утворюється близько 1 млрд. тонн відходів виробництва та споживання, з яких приблизно 10-15 відсотків застосовуються як вторинні матеріальні ресурси, решта потрапляє у сховища, шламонакопичувачі, терикони, тощо. Відходи займають площу близько 160 тис. гектарів, а загальний їх обсяг досяг 25 млрд. тонн [3].

Основними джерелами утворення відходів в Україні залишаються підприємства гірничо-рудного, хімічного, металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного та

агропромислового комплексів, які розосереджені по всій території країни. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є заходи щодо ресурсозбереження.

Тому на сьогодні актуально спрямування науково-технічного потенціалу України у сферу поводження з відходами, впровадження технологій, устаткування та обладнання по утилізації відходів харчової, вугільної, паливно-енергетичної, металургійної, хімічної, інших галузей промисловості, а також вторинної сировини. Крім того одним із завдань також є вишукування шляхів зменшення енергозалежності України.

У країнах з достатньою кількістю лісів і розвиненим сільським господарством активно впроваджуються технології спалювання біомаси у вигляді облагородженої твердого біопалива, яке може бути розділене на три категорії [4]:

Перша категорія – Пелети (також звані – гранули)- спресовані циліндри з максимальним діаметром до 25 мм. Споживачі гранул і виробники котлів висувають високі вимоги до якості гранул, які часто нездійсненні для наших виробників в силу забрудненості сировини і технічного рівня виробництв.

Друга категорія – дрібний порошок, який повинен бути дуже однорідним за своїми технічними показниками, і може спалюватися таким же способом як газ чи нафту.

Третя категорія – Брикети. Це спресовані вироби циліндричної, шестигранною, прямокутної або будь-якої іншої форми. Їх довжина, зазвичай від 100 до 300 мм, діаметр більше 25 мм і зазвичай становить 50-75 мм. Найчастіше на ринку представлені: деревні брикети з відходів деревини; брикети з торфу; із відходів виробництв агропромислового комплексу, так звані агробрікети; та брикети із вугільного пилу.

Паливні брикети призначені для спалювання в печах, заводських котельних і ТЕЦ, на промпідприємствах, де є установки, що працюють на твердому паливі, камінах, теплицях, ж/д транспорті.

Важлива обставина переробки біомаси – це, звичайно, підвищення теплотворності та легкості керування процесом згоряння. Брикети – це глибоко перероблений і екологічно досконалий вид палива. Часто їх називають "сухим паливом", так як їх вологість зменшується до 10%. Брикети коштують дорожче пелет, більш ефективні в транспортуванні, менш вимогливі до якості сировини. Приватні споживачі брикетів воліють найкращу якість, і ціна таких брикетів найвища і найбільш приваблива для виробників. Використання паливних брикетів як альтернативного, екологічно чистого і ефективного виду палива, по думку фахівців, дуже перспективно [4].

За даними аналітиків споживання біопалива для вироблення енергії в Європі у 2003 році становила 3 млн тон, у 2010 - 12 мільйонів тонн, а в 2020-му вже становитиме 21 мільйон тонн. У бюджеті Євросоюзу на 2007-2013 роки на розвиток біоенергетики передбачалось 2 мільярди євро [5].

На сьогоднішній день споживання брикетів і гранул як виду палива щорічно збільшується. За кордоном найбільшого поширення паливні брикети отримали в США, Данії, Швеції, Австрії, Німеччини, Норвегії та Фінляндії. Найбільш серйозними країнами-виробниками (а також і споживачами) пелет і брикетів є: Європа – 3,0 млн. тонн на рік, США близько 2,0 млн. тонн на рік, Німеччина близько 100 тис. тонн в рік, Швеція близько 650 тис. тонн в рік, Австрія близько 110 тис. тонн в рік, Канада близько 110 тис. тонн на рік, Фінляндія близько 100 тис. тонн в рік, Англія близько 10 тис. тонн на рік, Данія близько 500 тис. тонн в рік, Японія близько 3 тис. тонн на рік [4].

Сучасна економіка України виявилася динамічніше самих оптимістично налаштованих фахівців. До недавнього часу про використання паливних брикетів всередині країни найчастіше говорили як про справу віддаленого майбутнього. За дослідженнями маркетологів, найближчим часом очікується збільшення попиту на цей вид продукції. На тлі суперечок із Росією стосовно ціни на газ та світової тенденції підвищення цін на нафту, підприємства з самих різних секторів вітчизняної економіки стали проявляти цілком практичний інтерес до використання паливних брикетів. І для цього є цілий ряд об'єктивних підстав [4]:

По-перше, в країні більш ніж достатньо біомаси, яку можна застосовувати для виготовлення високоякісних паливних брикетів. Ці ресурси не монополізовані гігантськими компаніями, і їх вартість не піддана впливу кон'юнктури світових ринків. Найчастіше дані біопаливні ресурси можуть мати навіть негативну вартість, так як їх так чи інакше необхідно утилізувати.

По-друге, інтенсивно розвиваючись експортно-орієнтована галузь виробництва паливних брикетів, потребує розвитку внутрішнього ринку, який міг би забезпечити деяку стабільність збуту і таким чином понизити інвестиційні ризики.

По-третє, розвиток ринку обладнання для спалювання біопалива, а також інфраструктури самого біопаливного ринку поступово зрівнює економічні показники котелень на викопному і поновлюваному паливі. Спалювання паливних брикетів в промислових масштабах, так само як і для опалення приватних будинків, у багатьох випадках виявляється не менш вигідним, ніж спалювання вугілля, мазуту чи газу. Тому зростає зацікавленість у використанні паливних брикетів на підприємствах промисловості та ЖКГ.

Висновки

1. Реалізація по зменшенню ресурсної залежності країни за рахунок використання вторинних ресурсів і зниження витрат первинної сировини (особливо імпортної) є основним шляхом по зменшенню енергозалежності України.
2. Поліпшення діючих технологій використання найбільш важливих видів вторинних ресурсів забезпечить перехід до мало- і безвідхідних технологій виробництва вторинної продукції.
3. Техногенний вплив відходів на довкілля особливо в районах концентрації промислового виробництва зменшиться внаслідок скорочення обсягу кінцевих відходів, комплексних схем використання сировини та відповідного зменшення площі землі, яка виділяється для зберігання та захоронення відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний веб-сайт World Energy Council. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://worldenergy.org/data/resources/
2. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвал. розпорядженням КМУ від 18.08.2017 р. №605-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80
3. Офіційний веб-портал Енергетика України. Статистика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uaenergy.com.ua/select/section/statistics/
4. Звіт про аналіз наявних технічних рішень для виробництва енергії з твердого біопалива – К.: Ін-т місцевого розвитку, 2013 р. – 184с.
5. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/

Ободянська Ольга Ігорівна **–** кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.
Харчилава Костянтин Леонідович **–** студент групи БТ-18мс факультету будівництва, теплоенегетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

Obodyanska Olga **–** PhD, senior lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.
Kharchilava Constantine **–** student group BT-18ms Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

УДК 622.692.4

Ободянська О. І.
Іванов О.А.

Засоби підвищення енергоефективності газових мереж населених пунктів

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Розглянуто засоби підвищення енергоефективності газових підземних сталевих розподільчих трубопроводів та наведено умови та результати роботи систем електрохімічного захисту газопроводів з метою підвищення їх експлуатаційної надійності.
Ключові слова: енергоефективність, газорозподільна мережа, електрохімічний захист, глибинний анодний заземлювач.

Abstract
Means increase of energy efficiency gas underground steel distribution pipelines are considered and conditions results of work systems of electrochemical protection of gas pipelines are presented in order to increase their operational reliability.
Keywords: energy efficiency, gas distribution network, electrochemical protection, deep anode grounding.

Вступ

В сучасних умовах захист від корозії підземних сталевих газових мереж населених пунктів є одним з найважливіших способів забезпечення їх безвідмовної роботи за рахунок чого підвищується їх енергоефективність. Аналіз результатів корозійних обстежень та внутрішньотрубної діагностики показує, що внаслідок підготовки природного газу до транспортування розподільними трубопроводами, частка корозійних дефектів на внутрішній поверхні не перевищує 6% від частки корозійних дефектів, які виявляються на зовнішній поверхні, де: 31,7 % – корозійні виразки; 68,3% – стрес-корозійні тріщини [1]. Для знешкодження таких дефектів передбачено ряд електрохімічних засобів захисту газових мереж населених пунктів. Електрохімічний захист слід проектувати у відповідності до вимог, що передбачено Правилами безпеки систем газопостачання, ДСТУ Б В.2.5-29:2006, ДСТУ Б В.2.6–210:2016 та ДБН В.2.5-20-2001 [2–5].

Результати дослідження

У складі системи активного електрохімічного захисту газорозподільних підземних сталевих трубопроводів застосовують установки катодного захисту; протекторні установки; контрольно-вимірювальні та діагностичні пункти; засоби телеконтролю, телеуправління та корозійного моніторингу, а також засоби їх електропостачання. Залежно від конкретних умов експлуатації газопроводів система електрохімічного захисту може включати всі або деякі з цих елементів. Для протикорозійного захисту застосовують комплексний захист поєднання активних методів з пасивним захистом, тобто нанесенням на поверхню трубопроводу антикорозійного покриття.

Теоретично якісно виконане антикорозійне покриття здатне надійно захистити метал труби від корозії, проте реальні умови збереження, будівництва та експлуатації труб іноді призводять до пошкодження покриття, і в таких місцях з’являється доступ корозійно-активного середовища до металу. Антикорозійні властивості покриття можуть знижуватися і без механічних пошкодженьь. Так під дією середовища, температури, ультрафіолетового випромінювання, катодної поляризації та інших факторів може знижуватися перехідний опір покриття, яке безпосередньо визначає захисні властивості ізоляції. Для забезпечення захисту металу труб в тих місцях де виникли пошкодження покриття застосовується катодний захист. Тобто катодний захист застосовують на всіх підземних розподільних газових мережах, однак працює він тільки в разі наявності пошкодження, тому що електричних струм не здатний рухатися через неушкоджене ізоляційне покриття [6].

Катодна поляризація підземних газопроводів здійснюється за допомогою накладеного струму від зовнішнього джерела електроенергії, який перетворює змінний струм в постійний. Конструкція (трубопровід), що захищається з'єднується з негативним полюсом зовнішнього джерела струму, так що вона діє в якості катода. Другий електрод (анодний заземлювач) з'єднується з позитивним полюсом джерела струму, так що він діє в якості анода. Катодний захист можливий тільки в тому випадку, коли захищувана конструкція та анодний заземлювач знаходяться в електронному та електролітичному контакті: перший досягається за допомогою металевих провідників, а другий – завдяки наявності електролітичної середовища (ґрунту), в який занурюються конструкція, що захищається та анодний заземлювач. Катодний захист регулюється шляхом підтримання необхідного захисного потенціалу, який вимірюється між конструкцією (або датчиком поляризаційного потенціалу) та електродом порівняння [7].

Зазвичай катодний захист використовується спільно з ізоляційними покриттями, нанесеними на зовнішню поверхню, споруди що захищається. Поверхневе покриття зменшує необхідний струм на кілька порядків. Так, для катодного захисту сталі з якісним покриттям, в ґрунті потрібно всього 0,01 0,2 мА/м^2 [8]. У міру руйнування покриття та оголення металу катодний струм повинен збільшуватися для забезпечення захисту споруди. Якість зовнішнього покриття на захищуваній поверхні визначає інтегральну площу неізольованого металу, що контактує з електролітом, а також струм, який буде протікати через покриття. Струм, необхідний для катодного захисту підземних металевих газопроводів майже повністю залежить від якості покриття.

Основним елементом катодного захисту є анодний заземлювач, який представляє собою протектор із кольорового металу. Розрізняють такі основні типи анодних заземлювачів [6, 9]:

- за матеріалом робочих електродів – сталеві, залізокремні та графітові;
- за характером засипки – із засипанням ґрунтом та з коксовою, вугільною або графітовою засипками;
- по розташуванню робочих електродів – вертикальні, горизонтальні та комбіновані;
- по глибині влаштування – глибинні та поверхневі;
- по відстані до трубопроводу – віддалені, розподілені, наближені.

Тип анодного заземлювача вибирають в залежності від питомого опору ґрунту, глибини його промерзання, від розташування сусідніх підземних споруд, місцевих умов і техніко-економічних показників. Анодні заземлювачі повинні володіти високою експлуатаційною надійністю, довговічністю, малим та стабільним в часі опором розтікання струму.

Наразі найбільш поширеними є глибинні анодні заземлювачі, так як вони мають ряд переваг перед іншими заземлювачами. При влаштуванні глибинних електродів знижується градієнт потенціалу на поверхні ґрунту, що дозволяє встановлювати аноди поблизу підземних споруд. Глибинні заземлювачі мають стабільні в часі опори. Зона захисту підземних споруд від глибинних заземлювачів значно більша, ніж від поверхневих, тому їх зазвичай встановлюють при катодного захисту газотранспортної системи, яка залягає в ґрунтах з високим питомим опором. У цих умовах глибинні заземлювачі забезпечують найбільш раціональне використання потужності катодної станції, виключають шкідливий вплив катодного захисту на сусідні споруди та знижують їхній ефект екранування [9].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Защита трубопроводов от коррозии : учеб. пособ. Том 1 / [Ф. М. Мустафин, М. В. Кузнецов, Г. Г. Васильев и др.]. – СПб. : Недра, 2005. – 620 с.
2. Правила безпеки систем газопостачання: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Офіц. вид. – К., 2015 р. – 68 с.
3. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-29:2006 – [Чинний від 2006–08–01]. –К. : Мінбуд України, 2006. – 88 с. – (Національний стандарт України).
4. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються : ДСТУ Б В.2.6–210:2016. – [Чинний від 2017–01–01]. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – 46 с.
5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2001 – [Чинний від 2001–08–01]. –К. : Держбуд України, 2001. – 207 с. – (Національний стандарт України).
6. Ратушняк Г. С. Управління змістом проектів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
7. Ратушняк Г. С. Моніторинг технічного стану підземних сталевих газопроводів / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 2 (21). – С. 99–104.
8. Ратушняк Г. С. Корозійно-діагностичний моніторинг підземної сталевої газотранспортної мережі / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1 (5). – С. 90–98.

9. Ратушняк Г. С. Глибинний анодний заземлювач із зменшеною металоємністю / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободянська // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – № 1(12). – С. 62–65.

Ободянська Ольга Ігорівна **–** кандидат технічних наук, старший викладач кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: olha.obodyanska@i.ua.

Іванов Олександр Анатолійович **–** студент групи ЗБ-19б факультету будівництва, теплоенегетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

Obodyanska Olga **–** PhD, senior lecturer of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: olha.obodyanska@i.ua.

Ivanov Alexander **–** student group 3B-19b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

УДК 697

А. Ю. Грідін
Г. С. Ратушняк

СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ГРОМАДСЬКИХ БАСЕЙНІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено особливості систем створення мікроклімату в приміщеннях басейнів. Розглягуто питання енергоефективності систем вентияції та кондиціонування. Вказано переваги та недоліки використання сонячних систем теплопостачання для приміщень басейнів.

Ключові слова: мікроклімат, приміщення басейну, вентиляція, сонячний повітряний колектор.

Abstract

Determined features of systems creating microclimate in placements of swimming-pools. Question of energyefficient for system of ventilation and air-conditioning was descrying. Advantages and disadvantages of employment solar systems of heat supplying for placements of swimming-pools were determined.

Keywords: microclimate, placement of swimming-pool, ventilation, air-solar collector.

Вступ

В приміщеннях басейнів в першу чергу звертають увагу на значні вологовиділення та недолік свіжого повітря. Для систем вентиляції та кондиціонування таких приміщень доволі актуальною є проблема енергоефективності, тому що розрахунковий повітрообмін вимагає великих витрат енергії для вентиляційного обладнання.

Результати дослідження

Розподіл припливного повітря в приміщення плавальних басейнів та аквапарків виконується з врахуванням розміщення відвідувачів, а також конструктивних особливостей будівлі, світлопрозорих конструкцій, перекриттів, тощо [1]. Якщо розміщувати низькошвидкісні приточні дифузори під стелею, то можливі складнощі з організацією подачі повітря вниз. Щоб запобігти цьому явищу, подачу повітря здійснюють на рівні підлоги, так щоб повітря омивало найбільш холодні поверхні. Дане рішення рекомендується при суміщенні вентиляції та повітряного опалення в умовах холодного клімату [1].

Витяжні решітки не рекомендується розміщувати на рівні подачі приточного повітря так як сухе зовнішнє повітря рухатиметься напряму на витяжку, не змішуючись з повітрям кондиціонованого приміщення. За наявності ванни дитячого плавального басейну витяжні решітки рекомендується розміщувати поруч з цими джерелами вологовиділень. [1, с.3].

Найбільш простим рішенням є локальне нагрівання повітря в зоні вікон, наприклад, з допомогою традиційних радіаторів опалення, який можна застосовувати лише при незначній площі скління (< 20%). Альтернативний варіант – організація розподілу підігрітого припливного повітря настильними компактними чи плоскими струменями, особливо в будівлях зі значними площами скління (>20%). Можливі варіанти подачі підігрітого повітря: із підпільного канала знизу вверх вздовж світлопрозорих поверхонь; розподіл повітря сопловими насадками в зонах вище рівня робочих зон (більше 2 м по висоті приміщення). При цьому необхідно організувати системи збору та відводу конденсату від вікон та інших світлопрозорих огороджуючих конструкцій [1, с.3]. Видалення повітря при цьому відбувається з верхньої зони приміщення. Схеми приливу та видалення повітря в басейні наведено на рис. 1.

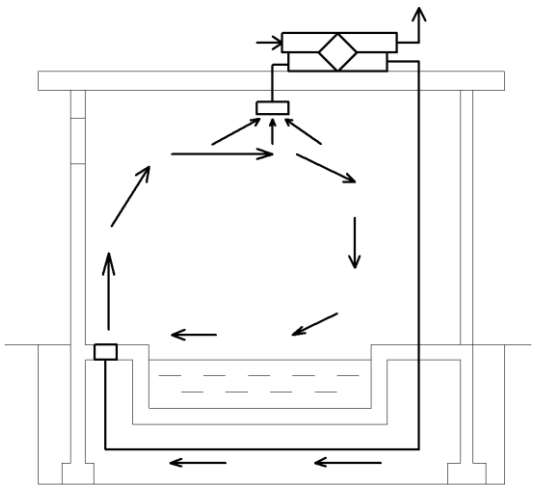


Рис. 1 - Схема повітророзподілення в приміщенні басейну

Для забезпечення нормативного повітрообміну та асиміляції вологовиділень використовують вентиляційне обладнання, компонентами якого є [1, с.4]:

- зблокована приточно-витяжна установка;
- перехресно пластинчастий рекуператор теплоти видаленого повітря;
- тепловий насос в якості осушувача повітря та рекуператора теплоти;
- вбудована система автоматики.

Перевагами даної системи є [1, с.4]:

- компактна установка для широкого діапазону витрати повітря;
- можливість реалізації різноманітних режимів обробки повітря (нагрів, охолодження та осушення) при забезпеченні необхідних вимог до параметрів внутрішнього повітря та нормам подачі приплиного повітря;
- наявність пристроїв пасивної та активної рекуперації теплоти, що дозволяє досягти економії енергії до 80%;
- суміщення системи кондиціювання, вентиляції та осушення повітря приміщень плавального басейну з повітряним опаленням.

На прикладі приміщення басейну спортивно-оздоровчого центру розглянемо витрати енергії вентиляційної установки.

У випадку температури зовніщнього повітря для найхолоднішої п’ятиденки I температурної зони tз = -21 ^{0}C потужність повітропідігрівача установки Veza становить N = 228 кВт [2]. З допомогою програмного забезпечення «VezaSoftware» складено графік залежності потужності повітропідігрівача від зміни температури та вологості зовнішнього повітря на протязі року (рис. 2).

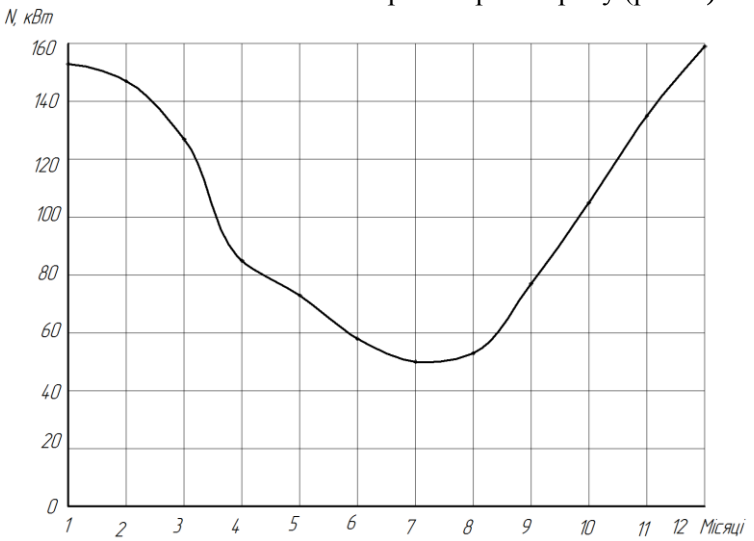


Рис. 2 - Графік залежності потужності повітропідігрівача від параметрів зовнішнього повітрz

Згідно графіка на рис. 2 найбільші витрати енергії можна спостерігати взимку, найменші - відповідно влітку. Використання сонячних повітропідігрівачів на південному боці стіни приміщення басейну дозволить значно зменшити затрати енергії для створення мікроклімату в теплий період року. Приймаючи до встановлення сонячні колектори SolarVenti SV30 [3] кількістю n =14 шт. з максимальною потужністю 2000 Вт (при інсоляції 1000 Вт/м^2), а також з врахуванням інсоляції о 12 год для ясного неба в липні ($q_{інс.}$ = 510 Вт/м^2) [4] максимальна сумарна теплова потужність цих пристроїв становитиме:

$$N_{сум} = 2000 \cdot 510 \cdot 14 = 14280 \text{ (Вт)}, \quad (1)$$

Таким чином при затратах енергії для липня N = 50 кВт [2] максимальний відсоток заміщення роботи повітропідігрівача становить:

$$\Delta = (N_{сум}/N_{п}) \cdot 100\%, \quad (2)$$
$$\Delta = (14{,}28/50) \cdot 100\% = 28{,}56\ \%$$

Перевагами такої системи є: автономність, теплоносій не має можливості замерзання, швидка зміна температури приміщення. До недоліків можна віднести [3]: по-перше, це їх висока вартість, що веде до збільшення капітальних витрат на облаштування та низьку рентабельність систем повітряного теплопостачання. По-друге, значну масу колекторів обмежує їх використання в існуючих будівлях, призводить до необхідності посилення проектованих несучих конструкцій або планування додаткових опорних споруд, що знову ж таки неминуче призведе до збільшення капітальних витрат.

Висновки

Розглянуто питання раціонального застосування енергоресурсів для вентиляції та кондиціонування приміщень громадських басейнів. З метою зменшення витрат енергії вентиляційного обладнання запропоновано в якості додаткових пристроїв для вентиляції та осушення повітря сонячні повітропідігрівачі. На прикладі колекторів SolarVenti SV30 для приміщення басейну спортивно-оздоровчого центру, можна зробити висновок, що при їх встановленні на південному боці стіни кількістю n = 14 шт., витрати енергії повітропідігрівача зменшуються на 28,56% (формула 2).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования. РНП «АВОК» М.: «Авок» -2012.- 15 с.
2. Підбір обладнання Veza [Електронний ресурс] Режим доступу: http://www.veza.com.ua/catalog/selection.html.
3. Пасічник П.О. Система теплопостачання з комбінованим сонячно-електричним повітропідігрівачем: дис. вченого ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.03 "Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання" / П. О. Пасічник; Київ. Нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2016. – 157 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – «Будівельна кліматологія» - Київ, 2011. - 127 с.

Грідін Андрій Юрійович — студент групи ТГ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gridinandrey96@gmail.com

Ратушняк Георгій Сергійович — к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, декан ФТЕГП, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ratushnak@gmail.com

Gridin Andriy Y. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : gridinandrey96@gmail.com

Ratushnyak Georgiy S. — Ph. D. (Eng.), Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Dean of the Faculty of Construction, Thermal Power and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. e-mail: ratushnak@gmail.com

УДК 65.011.12

В. В. Джеджула

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ З ФЕНКОЙЛАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості розрахунку систем кондиціювання будівель з генераторами холоду – чілерами та споживачами – фенкойлами. Запропоновано підходи до вибору схем холодопостачання фенкойлів.

Ключові слова: кондиціювання повітря, фенкойли, вентиляція, енергозбереження.

Abstract

The features of the calculation of building air conditioning systems with cold generators - chiller and consumers - fan coils are considered. Approaches to the selection of fan coil cooling circuits are proposed.

Key words: air conditioning, fan coils, ventilation, energy saving.

Вступ

За умов зростання вимог до енергоефективності будівель та комфортності внутрішнього мікроклімату все більше уваги приділяється систем кондиціювання та вентиляції. Для торгових, офісних та адміністративних будівель одним з найоптимальніших підходів до кондиціювання є використання систем чілер-фенкойл [1-3].

Метою роботи є дослідження особливостей розрахунку систем кондиціювання повітря з фенкойлами.

Результати дослідження

Реалізація системи локального кондиціювання на даний час найчастіше здійснюється шляхом використання мультизональних систем кондиціювання і систем чілер-фенкойл. Кожен з цих типів систем має свої переваги і недоліки, але однією з найголовніших переваг останньої системи є її значна гнучкість на стадії проектування, при реконструкції чи перепланування приміщень і практична необмеженість у довжині траси, тоді як мультизональні системи у даному випадку є менш зручними. Фенкойли представлені значним спектром конструктивних виконань: настінного типу, касетного, канального тощо. При виборі фенкойлів виникає ряд задач, які потрібно вирішити в процесі виконання проекту:

- вибір точних параметрів теплоносія (холодоносія), що потрапляє у теплообмінник, його температури, в'язкості, теплоємності, теплопровідності, виду самого теплоносія – вода, розчин пропіленгліколю або інші незамерзаючі рідини;
- визначення параметрів внутрішнього повітря, що надходить до фенкойла;
- вибір швидкості обертання робочого колеса вентилятора за якої визначається потужність фенкойлу;

Повна і явна потужність фенкойла суттєво залежить від параметрів холодоносія і параметрів повітря, що надходить до теплообмінника пристрою (вхідного повітря). Зазвичай у каталогах надаються значення потужностей для так званих стандартних умов: холодносій 7/12 С, температура сухого/вологого термометра внхідного повітря 27/19 С. Такі параметри не завжди є доцільними для використання, тому для уточнення значень потужностей необхідно скористатися каталожними даними або розрахунковими програмами. Зокрема для фенкойла Daikin FWC-BT при використанні води як холодоносія можливе фактичне значення температур вхідного холодоносія 9/14 С при вхідних параметрах 22 С, 55% (наприклад при нагріві холодоносія під час транспортування або при використанні проміжного теплообмінника). При цьому повна холодопродуктивність фенкойла занизиться у порівнянні з стандартними умовами у три рази і буде становити 2,4 кВт (табл. 1). Нагрів холодоносія під

час транспортування необхідно обов'язково враховувати, особливо при розрахунку довгих трас. Разом з температурою змін набувають і теплофізичні властивості холодоносія, що вплине на вибір циркуляційних насосів.

Таблиця 1 Повна потужність фенкойла Daikin FWC-BT в залежності від параметрів холодоносія і внутрішнього повітря при роботі на середніх оборотах [3]

Внутрішні умови: температура сухого/вологого термометра	**Параметри холодоносія - води, С**			
	6-11	7-12	6-13	9-14
22 С-16 С	5,0	4,2	3,3	2,4
25 С -18 С	6,9	6,2	5,5	4,6
27 С -19 С	7,9	**7,2**	6,6	5,7

Вибір параметрів повітря, що надходять до фенкойлу необхідно здійснювати шляхом побудови процесів обробки повітря на I-d діаграмі. На вхід до фенкойла потрапляє суміш, що складається з внутрішнього повітря і припливного яке, в свою чергу, може бути підготовлене і не підготовлене. Параметри повітря залежать також від висоти розташування повітрозабірної гратки фенкойла і схеми повітророзподілу у приміщенні.

При використанні моноблочних чілерів зазвичай як холодоносій використовують незамерзаючі розчини, що знижує енергоефективність і надійність системи холодопостачання і вимагає періодичної заміни холодоносія. При використанні чілерів роздільного типу (з виносними конденсаторами) холодоносієм може бути вода, але при цьому необхідно виконати умови щодо унеможливлення її замерзання.

Вибір швидкості оборотів робочого колеса вентилятора залежить від мети, яку переслідує проектувальник: менша швидкість зменшує холодопродуктивність фенкойла, але при цьому і шумове навантаження, більша швидкість – навпаки. В технічній літературі [1-3] рекомендовано вибір потужності фенкойла здійснювати на середніх швидкостях – як компромісному рішенні між вибором потужності і рівнем звукового тиску.

Висновки

Розглянуто особливості розрахунку систем кондиціювання з фенкойлами. Запропоновано основну увагу звертати на параметри холодоносія, параметри внутрішнього повітря і повітря, яке потрапляє на вхід теплообмінника фенкойла. Надано рекомендацію щодо розрахункової швидкості обертання робочого колеса вентиляторе фенкойла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. М.: Термокул, 2006. 288 с.
2. Тарабанов М.Г. Кондиционирование воздуха. Часть 1. М.: АВОК-ПРЕСС, 2015. 212 с.
3. Сайт компанії Daikin [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.daikin.com/

Джеджула Вячеслав Васильович — д.е.н, професор, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: djedjulavv@gmail.com

Dzhedzhula Viyacheslav V. - Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Engineering Systems at Building, Vinnitsa National Technical University, e-mail: djedjulavv@gmail.com

УДК 628.84

Панкевич О.Д.
Сторожук О.С.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
В роботі виконується аналіз методів та засобів підвищення енергоефективності будівлі на етапі проектування.
Ключові слова: проектування, енергоефективність, енергоефективний будинок

Abstract
Analysis of methods and means of improving the energy efficiency of the building at the design stage is performed in the work.
Keywords: design, energy efficiency, energy efficient house

Вступ. Питання проектування енергоефективної будівлі актуально не тільки в Україні, але у всьому світі. Енергоефективність характеризується раціональним використання енергетичних ресурсів. Енергоефективний будинок – це будинок, в якому раціонально використовуються енергетичні ресурси, оптимальні та (або) високі зведені показники тепловитрат порівняно з нормативними.

Результати дослідження. Енергозбереження наразі виступає одним із важливіших критеріїв оптимальності при проектування будівель. Саме на стадії проектування може бути визначений оптимальний варіант енергоефективності будівлі. Енергетичну ефективність будинку визначають такі характеристики, як : питомі тепловтрати на опалення будинку за опалювальний період, загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, умовний коефіцієнт теплопередачі огороджувальних конструкцій будинку; середня кратність повітрообміну за опалювальний період; коефіцієнт скління фасадів будинку; показник компактності будинку.

Фактори які можуть впливати на енергоефективність будівлі є сонячна радіація, температура і вологість повітря, використання поновлювальних джерел енергії, нормативні та технологічні вимоги до інсоляції, природного освітлення, акустики, шумозахисту, аерації тощо [1].

Проектування це комплексний процес, в якому модель будівлі створюється групою фахівців (архітектори, конструктори, сантехніки тощо). Відповідно при проектуванні енергоефективної будівлі всі розробники процесу мають максимально сприяти поставленій цілі. Тому будівля має розглядатись, як одна енергетична система, елементи якої взаємопов'язані між собою.

Проаналізувавши експертний досвід фахівців, літературні і нормативні джерела [2-5] виділили шляхи та заходи при проектуванню, що в процесі проектування сприяють підвищенню енергоефективності будівлі, а саме:

1. Виконання досліджень енергетичної здатності зовнішнього клімату (тепла, землі, водних ресурсів). Для побудови математичної моделі сукупності зовнішнього клімату оптимальним є використання детермінованого підходу або ймовірнісні підходи. [1].
2. Оптимальне розташування будівлі ії форми та архітектура, мають забезпечувати максимального використання сонячної радіації, а також враховувати вплив вітру. Однією з найкращих є широтна орієнтація будівлі.
3. Огороджувальні конструкції будівлі (зовнішні стіни, вікна, покриття тощо) проектувати з максимально можливим (в технічному виконанні) збільшенням термічного опру конструкції. Основний вплив на формування теплового режиму і відповідно енергетичного статусу будинку (енергетичних витрат на забезпечення необхідного теплового режиму)

здійснює його теплоізоляційна оболонка. Від властивостей цієї енергетичної підсистеми залежить вибір параметрів підсистеми опалення.

4. Забезпечення необхідної повітряної щільності будівлі щодо припливу зовнішнього повітря.
5. При розробці систем опалення та вентиляції, кондиціонування, максимально враховувати тепломасообмінні процеси в будинку, раціонально використовувати наявні енергетичні ресурси по можливості використовувати відновлювальні джерела енергії, та застосовувати сучасне обладнання і прилади контролю використання ресурсів.

Поєднання вище наведених рішень забезпечує мінімальне енергоспоживання будівлі.

Висновок. В роботі визначені характеристик енергоефективності будівлі, а також проаналізовані методи та засобі підвищення енргоефектовності будівлі в процесі проектування .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В.В. Демченко, Х.М. Чуприна, О.В. Невмержицький Методи підвищення енергоефективності будівлі [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2664/2042
2. ДБН В.2.2-9-2009. Громадські будинки та споруди основні положення - [Чинний від 2010-01-07]. – К.: Міністерство національного розвитку та будівництва України, 2009 р. – 49 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
4. Опалення, вентиляція та кондиціювання: ДБН В. 2.5-67:2013. - [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 113с. – (Державні будівельні норми).
5. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006 – 05 -15]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2006. .– (Державні будівельні норми).

Сторожук Олександр Сергійович студент гр.Бт-17мі, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,

Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, olgadm@ua.fm

Storozhuk Alexander student , Faculty of Construction, Heat and Power, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Pankevych Olga PhD, Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, olgadm@ua.fm.

УДК 697.7

Я.А. Гончарук
Н.М. Слободян

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ФАНКОЙЛІВ З ТЕПЛОВИМИ НАСОСАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Виконано аналіз ефективності застосування теплового насосу з фанкойлами, яка забезпечує холодом будівлю в літній період та теплом в перехідний і зимовий періоди.
Ключові слова: *тепловий насос, фанкойл, теплопостачання, холодопостачання, автономність*

Abstract
The analysis of the efficiency of the heat pump with fan coils, which provides cold building in the summer and heat in the transition and winter periods.
Keywords: heat pump, fan coil, heat supply, cold supply, autonomy.

Прагнення зменшити затрати первинної енергії(споживання палива) без зниження, або навіть з збільшенням віддачі енергії споживачу за рахунок більш раціонального способу її перетворення – головна тенденція сучасної техніки. Це відноситься також і до систем теплопостачання будівель і промислових об'єктів [1].

Розвиток теплових насосних установок в наш час стрімко розвивається. Суть роботи теплового насоса полягає в циркуляції теплоносія по замкненому контуру, у результаті чого відбирається тепло з повітря, землі або води [2].

Відбір теплової енергії з ґрунту може здійснюватися за допомогою як горизонтальних ґрунтових теплообмінників, розташованих нижче поверхні (горизонтальні контури), так і теплообмінників, опущених у вертикальні свердловини (вертикальні контури).

При проектуванні теплонасосних систем враховується мінімальна температура ґрунту на відповідній глибині (рис.1).

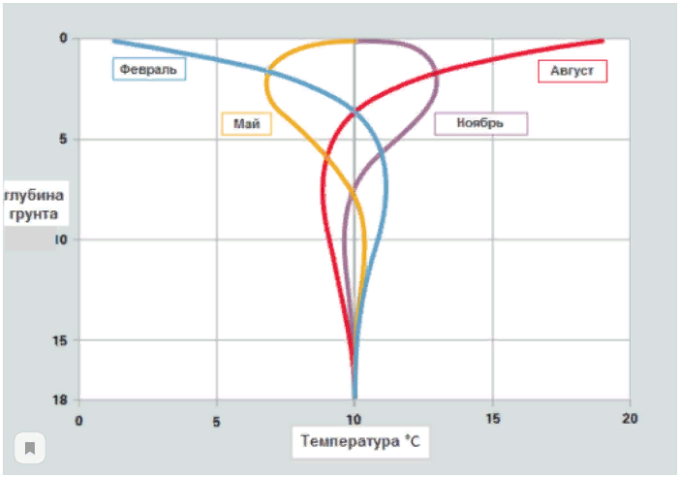


Рис. 1 Залежність коливання температури грунту від глибини.

Необхідно врахувати зниження температури ґрунту як у результаті відбору теплової енергії упродовж опалювального періоду, так і внаслідок тривалої експлуатації теплового насоса упродовж кількох років поспіль, для того щоб не піддавати ризику роботу теплового насоса, а також забезпечити економічні та безпечні для навколишнього середовища умови експлуатації.

При проектуванні теплообмінника розглядаються теплові (термальні) властивості місцевого ґрунту, температура незайманого ґрунту і конструкція системи.

Інформація про вже існуючі поруч свердловини повинна бути врахована. Чинні норми можуть обмежувати використання ґрунту як джерела теплової енергії (наприклад, обмеження на глибину буріння або використання ґрунтових вод тощо) [3].

Єдині витрати при експлуатації теплового насоса пов'язані з витратами на електроенергію, від якої й працює сам тепловий насос.

Використання теплових насосів в системах теплопостачання та холодопостачання дозволяє досягнути наступних переваг:

- невелике споживання електроенергії (для отримання 1 кВт/год тепла насос поглинає 0,3-0,35 кВт/ч);
- нешкідливість для навколишнього середовища;
- не має потреби в регулярному обслуговуванні;
- регулювання роботи системи виконується автоматично.

Недоліком роботи теплового насосу є обмежена кількість годин його роботи в режимі тепла, оскільки при надмірному відборі тепла температура грунту в колекторах опускається від +10 до +4 - 0°С, а то й спричиняти замерзання. Для запобігання замерзання свердловин, систему теплопостачання проектують з буферною ємністю, а за можливості – використовують для холодопостачання в теплу пору року та/або для технологічних потреб.

Як один із ефективних варіантів запобігання замерзання свердловин – використання фанойлів.

Фанкойл — теплообмінник, до якого подається тепло- або холодоносій (найчастіше вода) і за допомогою вбудованого вентилятора проганяється повітря, яке в залежності від температури води або нагрівається, або охолоджується [4].

Використання фанкойлів в суміжній роботі з тепловими насосами дозволяє підтримувати заданий температурний режим на протязі року, запобігти замерзання свердловин та усунути потребу в облаштуванні вентиляційного обладнання при забезпеченні повітрообміну іншими шляхами(провітрювання, та ін.)

Проведений аналіз вказує на те, що для забезпечення холодом будівлі в літній період та забезпечення теплом в перехідний і зимовий періоди, є актуальним комбінування роботи теплового насосу з фанкойлами. Тепловий насос перекачує розсіяну теплову енергію повітря, грунту чи води у відносно високо потенційне тепло для нагрівання об'єкта (води чи повітря). В даній системі, фанкойли забезпечують ефективне розсіювання теплової енергії взимку та в перехідний період року, а відбір тепла - влітку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рей Д. Тепловые насосы / Д. Рей, Д. Макмайкл. – М.: Энегоиздат, 1982.– 224с.
2. Тепловий насос для власного будинку. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dimcad.in.ua/тепловий-насос-для-власного-будинку.
3. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://profidom.com.ua/v-2/v-2-5/1801-dstu-b-v-2-5-442010-projektuvanna-sistem-opalenna-budivel-z-teplovimi-nasosami
4. Визначення назви технологічного обладнання “фанкойл” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B9%D0%BB

Гончарук Ярослав Анатолійович **–** студент групи ТГ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bt16ms.goncharuk@gmail.com

Слободян Наталія Михайлівна **–** к. т. н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: NSlobodian61@gmail.com

Goncharuk Yaroslav Anatolyevich**—** student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: bt16ms.goncharuk@gmail.com

Slobodian Natalia **—** PhD, docent of Heat and Gas Supply Department, Faculty for engineering systems in construction, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: NSlobodian61@gmail.com

УДК 697.7

І. А. Пономарчук

Технологічні рішення автономного енергозабезпечення будівель на основі двигуна Стірлінга

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді виконано аналіз робочих характеристик та динаміки використання установок на основі двигуна Стірлінга. Представлено аналіз ефективності використання низькопотенційних джерел теплової енергії на основі двигуна Стірлінга для когенераційних установок.

Ключові слова: двигун Стірлінга; когенераційні установки; низькопотенційні теплові джерела

Abstract

The report analyzes the performance and dynamics of the use of Stirling engines. An analysis of the efficiency of the use of low-potential heat sources based on the Stirling engine for cogeneration units.

Keywords: the Stirling engine; cogeneration units; low-potential heat sources

Термодинамічний цикл розглянутих двигунів був запропонований в 1816 році шотландцем Робертом Стірлінгом. Наявність двох ізотерм визначає рівність термодинамічної ефективності ідеального циклу Стірлінга і циклу Карно. Тому теоретично двигуни, що працюють по циклу Стірлінга, потенційно найбільш високоефективні машини з усіх існуючих типів двигунів.

Конструктивно, машини Стірлінга є вдале поєднання в одному агрегаті компресора, детандера і теплообмінних пристроїв: теплообмінника навантаження (нагрівача або конденсатора), регенератора і холодильника. Як робоче тіло використовується, як правило, гелій.

До переваг машин Стірлінга слід віднести ряд важливих якостей, притаманних тільки цим машинам і створюють реальні передумови для їх широкого використання практично у всіх галузях промисловості і техніки, основними з яких є:

– широка універсальність самого термодинамічної циклу, що дозволяє при різному конструктивному виконанні створювати як перетворювачі прямого циклу (двигуни), так і зворотного циклу (холодильні та кріогенні машини);

– найвища енергетична ефективність (теоретичний ККД циклу ідеальної машини Стірлінга дорівнює ККД циклу Карно);

– високий ступінь екологічної чистоти як самих робітників тел машин Стірлінга, так і відпрацьованих середовищ, що виникають при їх експлуатації;

– многотопливность двигунів - можливість застосування в якості джерела теплової енергії не тільки згоряння традиційних енергоносіїв (нафтопродукти, природний газ і т.д.), але і сонячної радіації, біогазу, деревини, торфу, вугілля і т.д.

Серед випускаються двигунів енергетичні установки з двигуном Стірлінга найбільш екологічно чисті, так як концентрація шкідливих речовин в продуктах згоряння двигуна Стірлінга практично на два порядки нижче, ніж у інших поршневих і газотурбінних двигунів.

Основні технічні характеристики пропонованих сьогодні на ринку енергетичних установок на основі двигунів Стірлінга, залежно від фірми виробника, коливається в межах:

- питома вартість від 1300 $ до 3000 $ за кіловат установленої потужності;
- моторесурс від 20000 до 87000 годин;
- ефективний к.к.д. до 45%.

Висока екологічна чистота і ефективність забезпечують перспективність застосування двигунів Стірлінга в когенераційних установках (КУ) потужністю до 100 кВт, для одночасного вироблення електроенергії і тепла в місцях їх безпосереднього споживання. Це нова технологія для комбінованого виробництва електроенергії і тепла, на основі автономних двигунів і системи рекуперації тепла, в якій енергія охолоджуючої води і відпрацьованих газів використовується для потреб теплопостачання споживачів. Ефективність застосування двигунів Стірлінга в когенераційних установках, в порівнянні з двигунами внутрішнього згоряння і газовими турбінами, обумовлена особливістю його теплового балансу, що виражається в різниці між втратами теплоти з відпрацьованими газами і в охолоджуючу воду. Для двигуна Стірлінга цей баланс становить, відповідно, 10% і 40%, що з урахуванням більш високого ККД самого двигуна,

дозволяє створювати компактні і високоефективні когенераційні установки (КУ). К.к.д. сучасних зарубіжних стірплінг-генераторів з урахуванням отримання додаткового тепла може досягати до 95%.

Собівартість 1 кВт * .ч електроенергії, виробленої в когенераційної установки, в 3 - 4 рази нижче, ніж діючі тарифи централізованих енергосистем, а тепло виходить фактично безкоштовним! Застосування КУ дозволяє ефективно доповнювати ринок Теплоенергопостачання без реконструкції старих, перевантажених мереж. Автономна робота когенераційної установки дозволяє забезпечити споживачів теплом і електроенергією зі стабільними температурними показниками і якісної гарячою водою.

З 2008 року в Німеччині і в ряді інших розвинених країн реалізуються федеральні енергетична програми по установки в будинках і квартирах когенераційних установок на двигуном Стірлінга з електричною потужністю від 1,5 кВт. На думку німецьких фахівців, предтвореніе в життя даного проекту дозволить уникнути будівництва трьох великих атомних електростанцій на території країни.

В даний час на ринку вже з'явилися когенераційні установки з двигунами Стірлінга, як паливо для яких використовуються деревна тріска, торф, біогаз та відходи сільського господарства.

Високий ККД і надійність конструкції двигуна Стірлінга обумовлюють ефективність його використання в сонячних енергетичних установках Сонячне світло фокусується увігнутими дзеркалами для розігріву двигуна (як джерело тепла). У ролі охолоджувача може використовуватися навколишній атмосферне повітря. Роль такого екологічно чистого джерела енергії в сучасному світі легко оцінити. З відомих практично реалізованих сонячних установок для отримання електроенергії найбільшим ККД мають установки з параболічними дзеркалами і двигунами Стірлінга.

Серед найбільш значущих проектів по використанню сонячної енергії в даний час є проект створення грандіозної сонячної ферми на півдні США. За даним проектом, на території штату Невада площею 160 кв. км буде створена, не має аналогів в світі, геліоенергетична система на основі «сонячних» двигунів Стірлінга. В остаточному підсумку, проект передбачає компактне розміщення десятки тисяч таких установок, які будуть трансформувати сонячну енергію і постачати електрику південно-західним розподільним компаніям США.

Висновок

1. Застосування КУ на основі двигунів Стірлінга дозволяє на 40% знизити витрату палива на виробництво електроенергії і тепла, в порівнянні з централізованим енергопостачанням.
2. В даний час з огляду на подорожчання органічного палива (нафти та природного газу), для України становить значний інтерес застосування електрогенераторів середньої потужності (від 3 до 100 кВт) з модифікацією двигуна Стірлінга під місцеве паливо та геліоенергетичних систем на основі двигунів Стірлінга.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ридер Г. Двигатели Стирлинга / Г. Ридер, Ч. Хупер : [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1986. – 367 с.
2. Уокер Г. Двигатели Стирлинга : [пер. с англ.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 285 с.
3 Кириллов, Н. Г. Многотопливные двигатели Стирлинга: методология создания новых высокоэффективных энергетических установок на основе использования альтернативных источников энергии / Н. Г. Кириллов // Автозаправочный комплекс+Альтернативное топливо. – 2010. – № 1(49). – С. 17-23.
4. Solar Stirling Engine Power Generator. – Режим доступу: http://www.cnccookbook.com/CCStirlingGenerator.htm

Пономарчук Ігор Анатолійвич, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ponomarchuk Igor Anatoliyovych, Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 621.74/339.13.021

В. С. Дорошенко[1]
О. Б. Янченко[2]

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

[1] Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України;
[2]Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлені результати огляду тенденції розширення застосування роботів та робототехнічних конвеєрних ліній у ливарному виробництві, що сприятиме завершенню комплексної автоматизації технологічних процесів у різних галузях промисловості, зокрема у металургійній галузі з властивими її небезпечними та шкідливими виробничими умовами праці у ливарних цехах.

Ключові слова: ливарний процес, робот, виливок, ресурсоефективність, автоматизація.

Abstract

The presented results of the review of the tendency to expand the use of robots and robotic conveyor lines in foundry production, which will contribute to the completion of complex automation of technological processes in various industries, in particular in the metallurgical industry with its inherent dangerous and harmful working conditions in foundries.

Keywords: foundry process, robot, casting, resource efficiency, automation.

Вступ

Одним з кращих прикладів ресурсоэффективности є ливарне виробництво, оскільки деталі машин після закінчення терміну експлуатації практично повністю ідуть на переробку. Особливості сьогоднішнього процесу та рушійна сила є оцифрування під час проектуванні виробництва, моделювання, включаючи 3d-печать, що дозволяють не лише лити дуже складні деталі, але і замінити енерго-, ресурсо- і трудомісткий методи отримання виливок, що підвищує не тільки конкурентні позиції ливарних цехів, а й дозволяє реалізацію стійких стратегій [1]. Одним з напрямків, це є автоматизації та підвищення енергоефективності виробництва та його роботизация [2].

Результати дослідження

Розроблена концепція ливарних роторно-конвеєрних комплексів (РКК), проведено огляд тенденції розширення застосування роботів та робототехнічних конвеєрних ліній [2] у ливарному виробництві. Серед різних видів роботів самими затребуваними є автоматичні маніпуляційні роботи, зокрема, промислові роботи. На сьогоднішній день промислові роботи та подібне їм обладнання є практично єдиним засобом автоматизації дрібносерійного виробництва з поєднанням в єдиному циклі як транспортних, так і основних технологічних операцій, що дозволяє створити на базі універсального обладнання гнучкі автоматизовані виробництва.

На сьогоднішній день інженери та вчені вдосконалюють роботи по 6-ти напрямках [3]:

– 1) потужні роботизовані руки (є приклади вантажопідйомністю 2,3 т);

– 2) мобільні коботи – роботи, які працюють разом з людьми;

– 3) датчики для гігантських роботів для більшої безпеки людей;

– 4) зростання числа роботів для роботи в небезпечній (в т.ч. «гарячої») середовищі, до якої відносяться умови роботи в ливарних цехах;

– 5) «м'які» роботи);

– 6) роботизовані екзоскелети, що носяться людьми.

Використання роботів в цих цілях значно спрощує досягнення необхідної продуктивності у галузі для підтримки конкурентної переваги [4].

Впровадження автоматизації із застосуванням роботів у виробництво, оптимізує продуктивність

ливарно-металургійного виробництва. Використання роботів у ливарних операціях, оптимізує час циклу виготовлення виливків у порівнянні з традиційними методами лиття, тому є основною рушійною силою впровадженню у виробництво ливарних роботів.

Технологічні інновації, спрямовані на скорочення часу інтеграції робота у процес лиття та розширення можливостей застосування, також є одним з ключових факторів, який стимулює попит на такі роботи. Роботизація таких операцій таких як, наприклад, дегазації розплаву, а також видалення шлаку, заливка розплавленого алюмінію та інших сплавів у ливарні форми, вилучення та вибивка виливків, також збільшать попит на роботи у ливарних цехах у найближчі роки [4].

Незважаючи на багаторушійні фактори, розвиток ринку роботів для лиття гальмується тим, що відкриті приводи роботів важко приховати від пилу та рідин.

Впровадження роботів стимулює створення ливарних процесів з установкою на них датчиків контролю рівня показників, які стосуються захисту навколишнього середовища, для ефективної експлуатації роботів та запобігання порушень вимоги охорони праці працюючих поруч людей.

Залежно від типу виливки ринок ливарних роботів зазвичай поділяють на чотири категорії: лиття у піщані форми, лиття під тиском, гравітаційне лиття та ЛГМ-процес. А, ґрунтуючись на галузі кінцевого використання, ринок роботів ділять на п'ять сегментів відповідно до виду промисловості: автомобільна, металургійна, напівпровідникова, телекомунікаційна, аерокосмічна та оборонна [4].

Важливим стандартом в цьому контексті є стандарт ISO TS 15066, який регулює спільну роботу людини і робота. ISO TS 15066 доповнює загальний стандарт EN ISO 10218 та розрізняє чотири типи спільної роботи [5].

Висновки

Наведені приклади використання роботів у ливарному виробництві у умовах ливарного виробництва, це підвищена температура, газовиділенням, а також і іншими шкідливими впливами. Розглянуто умови та вимоги, які регулюють спільну роботу людини та робота. Показано, що роботизація виробничого процесу дозволить замінити робітників у більшості основних та допоміжних операціях ливарного виробництва, що сприятиме завершенню комплексної автоматизації технологічних процесів [4] для підвищення його ресурсоэффективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Carina Hendricks. Tremendous potential – environmental, economic and social sustainability in foundries // GMTN 2019 – Specialist article no. 6 / January 2019. URL: www.gifa.com

2. Беляева С. Роторно и робото-конвейерные линии. Опорный конспект лекций. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2013. 36 с. URL: https://pandia.ru/text/78/539/90284.php

3. Kayla Matthews. 6 Robotics Trends Taking Over Manufacturing // American Machinist. Mar 27, 2019. URL: https://www.americanmachinist.com/automation-and-robotics

4. Metal Casting Robots Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2018 - 2026. URL: https://www.transparencymarketresearch.com/metal-casting-robots-market.html

5. Cobot: Symbiose von Mensch und Roboter. Automations praxis, 14.01.2019. URL: https://automationspraxis.industrie.de/cobot/cobot-symbiose-von-mensch-und-roboter

Дорошенко Володимир Степанович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу фізико-хімії ливарних процесів Фізико-технологічного Інституту металів та сплавів НАН України, Email: dorosh@gmail.com;

Янченко Олександр Борисович – кт.н., старший викладач кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Email: 1961yab@gmail.com.

Doroshenko Vladimir Stepanovich – Doctor Sciences (Engineering), Senior research officer, Senior research officer of the Department of Physics and Chemistry of Casting Processes, Physico-technological Institute of metals and alloys National academy of sciences of Ukraine, Email: dorosh@gmail.com;

Yanchenko Alexander B. – Ph.D. (Engineering), Senior Lecturer of Department of branch mechanical engineering,Vinnytsia National Technical University, Email: 1961yab@gmail.com.

УДК 692.232

В. В. Миколаєнко

Конструктивні рішення вузлових з'єднань (місць примикання конструкції) та їх впив на енергоефективність будівлі

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив конструктивних рішень на вузлові з'єднання і запропоновано енергоефективні рішення які дозволятимуть зменшити витрати енергії на створення комфортних параметрів мікроклімату в будівлі.

Ключові слова :вузли, енергоефективність, стіна, вікно, теплові втрати, конструкція.

Abstract

The influence of design solutions on node connections has been investigated and energy-efficient solutions have been proposed which allow to reduce energy costs to create comfortable microclimate parameters in a building.

Keywords: units, energy efficiency, wall, window, heat loss, construction.

Вступ

Забезпечення прогнозованого нормативного рівня енергоефективності будинків цивільного призначення є основним завданням сучасного проектування та будівництва в Україні. У частині визначення трансмісійних тепловитрат вагомою складовою є теплопередача через зовнішні стіни, зменшення якої досягається за рахунок їх додаткового утеплення [4].

Серед сучасних технологій влаштування фасадної теплоізоляції найбільш поширеним та економічно доцільним є спосіб з тонкошаровою штукатуркою. По стіновому огородженню такий спосіб забезпечує найбільший коефіцієнт термічної однорідності, наближений до одиниці, що свідчить про максимальне використання теплозахисних можливостей утеплювача.

Недосконалими нажаль залишаються вузлові з'єднання стін з міжповерховим перекриттям, конструкціями віконного заповнення, кути тощо. Такі й подібні вузлові з'єднання продовжують виступати в якості так званих «містків холоду», які помітно знижують значення приведеного опору теплопередачі стіни. Додаткове утеплення основного поля стіни є економічно непридатним [3]. Тому потрібен пошук нових енергозберігаючих вузлових конструктивних рішень за рахунок локального додаткового утеплення тепловитратних місць.

Результати дослідження

В запропонованих конструктивних рішення розв'язання такі найбільш вагомі наукові та практичні результати:

- виявлено, що існуючі конструктивні рішення зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та тонкошаровою штукатуркою в місцях вузлових з'єднань залишаються резервом зниження трансмісійних тепловитрат та підвищення рівня енергоефективності цивільних будівель [1]. Додаткове зовнішнє утеплення вузлів, особливо в прорізах цегляних стін з чвертю, конструктивно недоцільне. Зменшення значень лінійних коефіцієнтів теплопередачі досягається влаштуванням термовкладишів.

- запропоновано новий спосіб розташування термовкладишів в місцях спеціальних поглиблень стін з зовнішнього боку кутів, прорізів та рівня міжповерхового перекриття [2]. Найбільш придатними вони можуть бути в цегляних або (із застереженнями) в монолітних стінах нового будівництва.
- обґрунтовано мінімальні довжини термовкладишу, що для кута дорівнює товщині стіни, перекриття – його товщині, прорізу – перерізу перемички. Встановлено залежності мінімальних температур на внутрішніх поверхнях зон з термовкладишами, та виявлено основні чинники впливу на їх величини. Зменшення міцності стін компенсується конструктивним армуванням.
- Для еталонної будівлі показано, що використання термовкладишів зменшує трансмісійні тепловитрати через стіни на 8% і сприяє зниженню питомих тепловитрат на опалення на 4,2%, що дозволило підвищити рівень енергоефективності будівлі до нормативного класу «С» [5].

Висновок

Запропоновані рішення допоможуть зменшити витрати енергії та забезпечить комфортні умови мікроклімату в будівлі. А також було проаналізовано основні можливості раціонального конструювання вузлових з'єднань зовнішніх стін. Підтверджено доцільність застосування їх в будівництві, що сприятиме покращенню теплотехнічних параметрів стін і приміщень, підвищенню рівня енергоефективності будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богословский, В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский. – М. : Стройиздат, 1979. – 248 с
2. Fanger, P.O. Thermal comfort / P.O. Fanger. – McGrow Hill, 197
3. Довідник проектувальника. Внутрішні санітарно-технічні пристрої. Частина 1. Опалювання, водопровід, каналізація. М., Стройиздат, 1976, 327с.
4. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.–[Чинний від 2011–11–1]. – К. : Мінрегіонбуд України, - Київ, 2011.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель[Електронний ресурс] – Режим доступу: https://anc-project.com/ua/dbn1/dbn-v.2.6-31-2016-teplova-izolyaciya-budivel.html

Вадим Валерійович Миколаєнко – аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця: e-mail: ***vadim1996mvv0701@gmail.com***;

Науковий керівник: ***Панкевич Ольга Дмитрівна*** – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Vadym Mykolayenko - Postgraduate Student, Department of Engineering Systems in Construction, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa: e-mail: vadim1996mvv0701@gmail.com;

Scientific adviser: ***Olga Pankevych*** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa

УДК 697.1

Коц І. В.
Панкевич В.В.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ, ЗАХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто актуальне питання визначення заходів з термомодернізації для досягнення енергоефективності будівлі при реконструкції. Проаналізовані фактори, що впливають на прийняття рішення. Визначені напрямки які дають можливість досягати підвищення енергоефективності та розробити відповідні технічні рішення при реконструкції.

Ключові слова: термомодернізація, енергозбереження, заходи енергозбереження.

Abstract

Consider the topical issues that need to be addressed with thermal modernization to achieve the energy efficiency of a building during renovation. Factors to be decided are analyzed. Determination of direction that allow to achieve energy efficiency and to develop technical solutions for reconstruction.

Keywords: thermal modernization, energy saving, energy saving measures.

Актуальність питання. Питання термомодернізації закладів освіти та дошкільних закладів гостро стоїть в Україні, так як в переважній більшості ці заклади були збудовані ще в радянські часи та за радянськими стандартами. На той час про енергозбереження ніхто не думав, адже опалення коштувало копійки, особливо для об'єктів бюджетної сфери. Тому питання енергозбереження досить гостро стоїть саме в таких закладах, які в переважній більшості є комунальною власністю міста. Для того, щоб зекономити кошти та тепло це питання потребує системного вирішення. Саме проведення термомодернізації і є системним підходом до питання енергозбереження в будівлях такого типу.

Для зменшення споживання енергоресурсів, збільшення надійності основних конструктивних елементів, створення комфортних умов для проведення навчально-виховного процесу заради безпеки життя та здоров'я дітей сьогодні у місті Вінниця. проводиться системна реконструкція дошкільних навчальних закладів. Упродовж останніх років у місті утеплено уже 18 шкіл та садочків. Утеплені заклади в середньому економлять близько 1,4 тисяч гігакалорій теплової енергії на рік. Економія у 2018 році склала 2,2 млн.грн. [1].

Розгляд питання. Термомодернізація є комплексним підходом до приведення будівлі у відповідність з сучасними вимогами з енергоефективності. Суть термомодернізації полягає у застосуванні енергоефективних заходів, які дають значне скорочення енергоспоживання.

Виконанню заходів по термомодернізації передує проведення енергоаудиту або енергетичного обстеження будинку. В Україні прийнято національні стандарти з енергоаудиту відповідно до європейських норм. [2,3].

Для економічно доцільного і технічного обґрунтованого рішення по визначенню необхідності проведення енергоаудиту та визначенню заходів термомодернізації, визначимо які фактори впливають на прийняття діагностичного рішення. Проаналізувавши літературні джерела [4-7] та нормативні джерела [8-10], та використовуючи експертний досвід (експерти інженери с досвідом роботи 20 і більше років) були визначені наступні чинники, що впливають на прийняття рішення про необхідність проведення термомодернізації будівлі.

- ✓ Рік побудови будівлі (споруди)
- ✓ Стан зовнішніх огороджувальних конструкцій.
- ✓ Дані про значні експлуатаційні витрати в холодний період року, порівняно з будівлями-аналогами
- ✓ Відсутність (наявність) лічильників обліку
- ✓ Стан та вид інженерних мереж (системи опалення, вентиляції, теплопостачання, гарячого водопостачання, електричної).

✓ Використання альтернативних джерел енергії (сонця, води, геотермальної, газу, твердого палива) .

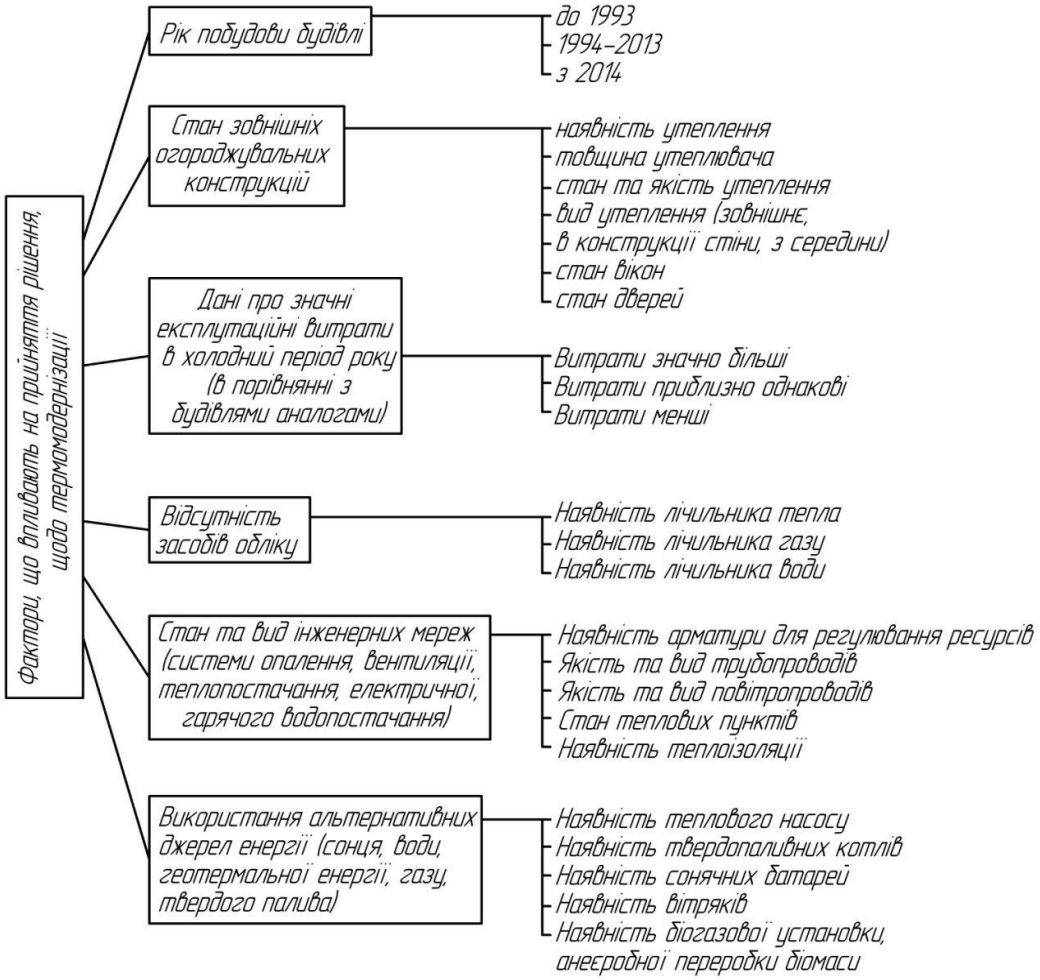


Рисунок 1 - Класифікація факторів, що впливають на прийняття що впливають на прийняття рішення по проведенню термомодернізації будівлі

За розрахунками без урахування дисконтування строк окупності комплексних вирішень проблем енергозбереження в будинках наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Прогнозні результати енергоефективних проектів

Конструктивний елемент	Технічне рішення	Потенціал енергозбереження	Усереднений строк окуп-ності, роки
Стіни	Утеплення	18-25%	7-10
Вікна, зовнішні вхідні двері	Заміна	15-20%	15
Горище та горищне перекриття	Утеплення	5-10%	10-12
Підвальне перекриття	Утеплення	5-10%	7-10
Системи вентиляції	Улаштування припливної Улаштування рекуператорів Перехід на примусову витяжну вентиляцію	5-35%	5-8
Загально будинкові системи опалення	Монтаж ІТП з погодним та дистанційним регулятором Гідрохімічна очистка та балансування	15-20% 5-10%	2-4 1-2
Загально будинкові системи електро-споживання	Заміна ламп розжарювання на економ лампи з датчиком руху	5%	2-3

Висновок. В роботі проведено систематизацію факторів, що впливають на прийняття рішення по проведенню термомодернізації будівлі. Визначені основні напрямки для комплексного підходу до приведення будівлі у відповідність з сучасними вимогами з енергоефективності. Результати проведеного дослідження були впровадженні при розробці проекту реконструкції дошкільного закладу №16 м. Вінниці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Vежа, 11 Березня 2019 У Вінниці утеплять ще п’ять дитячих садків і Палац дітей та юнацтва Назва з екрану https://vezha.vn.ua/u-vinnytsi-uteplyat-shhe-p-yat-dytyachyh-sadkiv-i-palats-ditej-ta-yunatstva/
2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» [Електронний ресурс]: станом на 2 червня 2017р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид.-к.: Відомості Верховної Ради, 2017 – 204 с.
3. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT) Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення.
4. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за загальною редакцією Бригілевича В. – Львів, 2016.
5. Посібник для проектування теплоізоляційної оболонки будівель згідно вимог ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 . «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій». Київ 2014. – 107 с.
6. Ратушняк Г.С. Оцінка доцільності підвищення термічного опору огороджувальних конструкцій багатоповерхових житлових будинків / Г. С. Ратушняк, А.М. Очеретниий // Вісник ВПІ. – 2016. – № 5. – С. 11-17.
7. Термомодернізація житлового будинку книгу створено на основі польської книги «Термомодернізація будинку» Назва з екрану https://thermomodernisation.org.
8. Опалення, вентиляція та кондиціювання : ДБН В. 2.5-67:2013. - [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2014. – 113с. – (Державні будівельні норми).
9. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).
10. Дошкільні заклади. Будинки і споруди дитячих дошкільних закладів. ДБН В.2.2-4-1997 К. : [Чинний від 2008-07-01]. Мінрегіонбуд України, - Київ, 2008.

Панкевич Володимир В’ячеславович – *студент кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: pankvova82@gmail.com*

Коц Іван Васильович, *кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ivan.kots.2014@gmail.com*

Pankevych Volodymyr – *student, faculty of construction, heat power engineering and gas supply , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: pankvova82@gmail.com*

Kotz Ivan, *PhD, Professor, Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Heat and Gas supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivan.kots.2014@gmail.com*

УДК 628.84

Панкевич О.Д.

СУЧАСНІ ПРОГРАМИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ В МІСТІ ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконується аналіз сучасних програм термомодернізації багатоквартирних будинків, що діють в місті. Визначені переваги та недоліки цих програм.

Ключові слова: енергоефективність, енергоефективний будинок, термомодернізація

Abstract

The paper analyzes the modern programs of thermo-modernization of apartment buildings operating in the city. The advantages and disadvantages of these programs are identified.

Keywords: e energy efficiency, energy efficient home, thermal modernization

Вступ. Сучасний стан будівель житлового сектору в мікрорайонах Вінниці збудованих до 2012року, в більшості потребує комплексного підходу до питання енергозбереження, так як втрати тепла через огороджувальні конструкції будинків (стіни, віконні та дверні рами, горища та підвали) перевищують показники енергоефективності будівель за державними нормами та аналогічні показники Європейських держав у 2,5-3 рази.

Питання термомодернізації багатоквартирних будівель збудованих до 2013 року є актуальним як для міста Вінниці так і для інших міст України. Термомодернізація багатоквартирних будинків - це комплексне приведення будинку до стану енергоефективної будівлі. Вирішення цього питання знаходиться одночасно в двох площинах:

- індивідуальній для кожного мешканця будинку, так як стосується особистих витрат людей на комунальні послуги і відповідно витрат на проведення термомодернізації свого будинку,
- державній площині так як комплексна термомодернізація житлових будівель потребує як зацікавленості органів державної, регіональної і місцевої влади, так і залучення значних фінансових затрат.

Для власників квартир багатоквартирних будинків привести свій будинок до стану енергоефективної будівлі, можливо тільки через спільні дії всіх співвласників, створення ОСББ. На сьогодні у Вінниці вже створено і працює 639 ОСББ.

Результати дослідження. Приведення багатоквартирних будинків до стандартів енергоефективного будинку включає як правило комплексну термомодернізацію. Переваги комплексної термомодернізації очевидні, це зниження енергоспоживання, зменшення рахунків за комунальні послуги, поліпшення зовнішнього вигляду будівлі, підвищення комфорту та умов проживання, підвищення вартості нерухомості, поліпшення технічного стану будівлі, турбота про екологію [1,2].

На сьогодні в місті Вінниці затверджена регіональна (комплексна) програма «Програма підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у Вінницькій області на 2017-2022 роки» [3], яка орієнтована на підвищення ефективності і зменшення обсягів використання енергетичних ресурсів бюджетними та комунальними закладами області, розвиток галузі відновлювальної енергетики та використання місцевих видів палива.

З жовтня 2014 року для населення та ОСББ діє розроблена Держенергоефективності та запроваджена Урядова програма «теплих кредитів» [4]. Програмою передбачено відшкодування з держбюджету 40% суми кредиту (але не більше 14 тис. грн. в розрахунку на одну квартиру) для ОСББ/ЖБК, як юридичних осіб, для загальнобудинкових заходів.

Також почала діяти з серпня 2019 року програма «ЕНЕРГОДІМ», що розрахована грудня 2023 року [1]. Програма «ЕНЕРГОДІМ» направлена на часткове відшкодування витрат на заходи з енергоефективності в багатоквартирних будинках.

Кожна з цих програм має свої переваги, так програма «ЕНЕРГОДІМ» дає змогу виконання комплексу заході по термомодернізації будинку, та отримати до 70% відшкодування коштів ОСББ, при цьому перевірка доцільності заходів проведення термомодернізації (проведення енергоаудиту) та перевірка якості виконання робіт (авторський і технічний контроль) теж закладена у цей бюджет.

Але є і недоліки, такі як програма не передбачає виконання одного заходу по поліпшенню енергетичних характеристик будинку. Комплексний підхід, звичайно краще, ніж одиночні заходи, але для виконання комплексу заходів співвласникам будинку треба брати достатньо великий кредит. Крім того, щоб залучитись до програми треба отримати згоду більше 70 % співвласників. В реальності, в будинках які потребують термомодернізації маємо такі «гострі кути» при бажанні використати дані програми, а саме:

1. в будинку проживають багато людей пенсійного або передпенсійного віку, які мають не великий дохід, і фінансова участь у таких програмах для них спірне питання;
2. на сьогодні багато будинків, мають «клаптикове утеплення» загально в будинку може бути до 40% співвласників, які зробили собі утеплення. В цьому випадку ті хто зробив собі «клаптикове» утеплення фасаду, не проголосують за оплату енергоаудиту і термомодернізацію, навіть якщо виконане утеплення не відповідає нормативним характеристикам, то його на даний момент власник міняти не захоче.
3. Співвласники які перейшли на індивідуальну систему опалення, також не погодяться приймати участь у термомодернізації будинку, що включає і реконструкцію елементів системи опалення.
4. Комплексна термомодернізація потребує значних коштів, навіть 30% від ціни, яку сплачують мешканці не можливо залучити без кредитування. А кредитування, це досі дуже непростий процес для ОСББ.

Будинків, що мають такі проблеми, поки залишається багато, і вони не можуть вписатись в державні програми фінансування заходів по термомодернізації.

Висновок. В роботі проаналізовані програми по комплексній термомодернізації багатоквартирних будинків, що діють в місті Вінниця. Визначені «сильні « та «слабкі» сторони розроблених програм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Міські програми [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: http://www.teplydim.com.ua/uk/financing_improvements_fw.htm
2. Програма ЕНЕРГОДІМ [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: https://eefund.org.ua/programa-energodim
3. Теплі кредити 2019 – ПриватБанк, Укргазбанк та Ощадбанк: порівняння банків, онлайн калькулятор (Тепла оселя, Ощадний дім, Теплый кредит) [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: https://finsee.com/тепла-оселя-ощадний-дім
4. О.Г. Лялюк , В.В. Панкевич Проблеми створення енергоефективних проектів в багатоквартирних будинках КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові видання, Енергоефективність в галузях економіки України-2017
5. ПРОГРАМАЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ для населення тао б'єднаньспіввласників багатоквартирних будинків(ОСББ) Вінницької областіна2015–2019роки [Електронний ресурс]: – Режим доступу до ресурсу.: https://www.vmr.gov.ua/Executives/ContentLibrary/a4c908a6-466a-4215-b366-610ef39ce68e/6/
6. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016 - [Чинний від 2016-04-01]. - К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016 р. – 72 с.– (Державні будівельні норми).

Панкевич Ольга Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, olgadm@ua.fm

Pankevych Olga PhD, Associate Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, olgadm@ua.fm.

УДК 697.911

А. А. Черепаха
І. А. Пономарчук

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОСУШЕННЯ ПОВІТРЯ ПРИМІЩЕНЬ ЗІ ЗНАЧНИМИ ВОЛОГОНАДЛИШКАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті виконано порівняльний аналіз методів осушення повітря приміщень зі значними вологонадлишками. Акцентовано увагу на ефективності застосування осушувачів повітря у приміщеннях фізкультурно-оздоровчих споруд.

Ключові слова: *осушення, відносна вологість, конденсат, повітря.*

Abstract

In the article presents a comparative analysis of the methods of dehumidification areas of premises with significant moisture content. Emphasis is placed on the efficiency of the use of air driers in the premises of sports and recreational facilities

Keywords: *dehumidification, relative humidity, condensation, air.*

Вступ

Підтримувати вологість повітря на оптимальному рівні - невід'ємне завдання більшості кліматич-них систем. Адже підвищена вологість негативно впливає не тільки на здоров'я і самопочуття людей, але і шкодить багатьом технологічним процесам, сприяє розвитку цвілі і процесам гниття. На зовнішніх огороджуючих конструкціях (стінах, стелі, вікнах) приміщень з підвищеним виділенням вологи відбувається випадіння конденсату, внаслідок чого з часом розвиваються грибки і відбувається руйнування не тільки внутрішніх оздоблювальних матеріалів, а й, за певних температурних режимів, несучих матеріалів зовнішніх конструкцій. Тому в таких приміщеннях дуже важливо проводити зниження рівня вмісту вологи в повітрі, іншими словами, - проводити *осушення повітря* і подальше підтримання вологості в них на оптимальному рівні.

Основна частина

Для правильного підбору осушувача необхідно враховувати цілий комплекс факторів, що впливають на інтенсивність випаровування вологи в приміщенні:

- температуру, вологість і витрату припливного повітря;
- кратність повітрообміну (природного і примусового);
- об'єм приміщення;
- необхідні параметри повітря в приміщенні;
- вологість конструктивних елементів будівлі;
- тривалість процесу сушіння .

За призначенням осушувачі повітря бувають:

- побутовими — компактні вироби, розраховані на видалення вологи з невеликої площі;
- промисловими — високотехнологічні системи, здатні обробляти великі об’єми повітря (наприклад, в громадських або великих приватних басейнах, а також - дельфінаріях).

Прилади для видалення надлишкової вологи з повітря розділяють на:

- настінні — встановлюють в залі басейну;
- канальні — монтуються всередині повітроводів[1].

Існує три основних методи осушення повітря - асиміляція, адсорбція та конденсація.

Асиміляція полягає в здатності теплого повітря вміщувати більшу кількість вологи і реалізується методами вентиляції з попереднім нагрівом приточного повітря. Метод заснований на фізичній здатності теплого повітря утримувати більшу кількість водяної пари в порівнянні з холодним. Він реалізується засобами вентиляції з попереднім підігрівом свіжого повітря.

Даний метод в ряді випадків (басейни, складські приміщення, гальванічні цехи тощо) є недостатньо ефективним в силу двох причин:

1. Здатність поглинання повітрям водяних парів обмежена і непостійна, будучи залежна від пори року, температури і абсолютної вологості атмосферного повітря.
2. Розглянутий метод характеризується підвищеним енергоспоживанням у зв'язку з наявністю безповоротних втрат явного (витрачається на підігрів припливного повітря) і прихованого тепла (міститься в видаляються з повітрям парах води). При цьому прихована частина тепла (ентальпії), що визначається теплотою випаровування води, складає значну частку загальних втрат.

Адсобція - це поглинання вологи спеціальними сорбуючими матеріалами. Адсорбційне осушення проводиться за допомогою розміщення в осушуваному приміщенні таких матеріалів або при прокачці повітря через фільтри з сорбційними властивосями. Цей метод заснований на сорбційних (вологопоглинаючих) властивості деяких речовин - сорбентів. Маючи пористо-капіллярну структуру, сорбенти витягають водяну пару з повітря. У міру насичення сорбенту вологою ефективність осушення знижується. Тому сорбент потрібно періодично регенерувати, тобто випарювати з нього вологу шляхом продування потоком гарячого повітря[2].

Незважаючи на підвищене енергоспоживання у зв'язку з наявністю безповоротних втрат явного і прихованого тепла даний метод більш економічний. На відміну від асиміляції здійснюється нагрів відносно невеликої кількості повітря в регенеруючому плечі (близько 25-30% від кількості повітря, що циркулює в основному контурі) до значно більш високих температур (близько 150 °С). До недоліків методу відноситься обмежений термін служби сорбенту, особливо у разі використання солей літію, схильних до вимивання при відхиленні від номінальних технологічних режимів роботи. Більш практичним є використання силікагелю.

Найбільш широке застосування в осушенні приміщень з великими вологовиділеннями отримав метод *конденсації*. Цей метод осушення полягає в конденсації водяних парів в повітрі при охолодженні його до температури, нижчої точки роси. Більшість сучасного обладнання, що здійснюють осушення, працює саме за таким методом[4].

У конденсаційних осушувачів зі зростанням температури повітря збільшується вологозйом на 1 кВт споживаної енергії. У адсорбційних осушувачів зазначена залежність є зворотньою і менш вираженою. Крім того, ефективність конденсаційних осушувачів різко падає зі зменшенням відносної вологості повітря, в той час як у адсорбційних осушувачів дана залежність значно слабша. У результаті можна чітко виділити області переважного використання кожного типу осушувачів. З економічної точки зору конденсаційний метод більш ефективний у порівнянні з сорбційним при високих значеннях температури і відносній вологості. Разом з тим, сорбційні осушувачі здатні підтримувати надзвичайно низьку відносну вологість, аж до 2% при температурах до -20 °С. Застосування сорбційних осушувачів є виправданим на льодових майданчиках, молокозаводах, у винних і пивних льохах, охолоджуючих тунелях, морозильних камерах, овочесховищах і т.п. У плавальних басейнах і дельфінаріях, де згідно з діючими нормативами температура води повинна бути не менше 26 °С, а температура повітря повинна перевищувати її на 1 -2 °С, безумовними перевагами володіють осушувачі конденсаційного типу[3].

Висновки

Вибір осушувача здійснюється з урахуванням площі, індивідуальних характеристик приміщення. За 1 годину агрегат повинен пропускати зволожене повітря, що знаходиться в приміщенні, в трикратному обсязі.

Для того щоб перебування у приміщеннях зі значними вологонадлишками було комфортним і безпечним для всіх, необхідно подбати про нормалізацію повітрообміну в даному приміщенні. Зробити це можна шляхом прокладки якісної вентиляції і осушення повітря. З вище перерахованих способів

організації повітрообміну в приміщенні зі значними вологонадлишками, слід вибрати той, який найбільше підходить за технічними параметрами і вартістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пономарчук І. А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціювання повітря: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004 – 121 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
3. ДБН В.2.2-13-2003 Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди
4. Електронний ресурс. Режим доступу: [http://www.dantherm.com.ua/ua/allinfo1.html]

Черепаха Анастасія Анатоліївна *— студент групи ТГ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, e-mail: nastya.cherepakha@gmail.com.*

Пономарчук Ігор Анатолійович *– к. т. н., доцент кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницького національного технічного університету, e-mail: ponomartchuk.ia@gmail.com*

Cherepakha Anastasiia – student group TG-18m, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, *e-mail:* nastya.cherepakha@gmail.com.

Ponomarchuk Igor - PhD, docent of department of engineering systems in construction, Vinnytsia national technical university, *e-mail:* ponomartchuk.ia@gmail.com.

УДК 621.65.03

Коц І.В.

Розробка та дослідження характеристик насосів перильстатичного Принципу дії для транспортування пінобетонних розчинів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено класифікацію перистальтичних насосів за конструктивними особливостями. Встановлено, що найпоширенішими у світовій практиці були насоси, в яких робочий орган використовує еластичний трубопровід. Проведено аналітичні дослідження робочого процесу перистальтичного насоса, під час якого були розроблені принципи розрахунку основних параметрів насоса. На основі патенту на корисну модель (№ 71301 U Україна, МПК8 B65G 53/30) був розроблений та виготовлений повномасштабний зразок перистальтичного насоса, що використовує еластичний трубопровід, який періодично стискається внаслідок дії імпульсу іншої рідини в який зовнішній змінний тиск генерується. Завдяки періодичному стисканню еластичного трубопроводу в ньому відбувається всмоктування та впорскування технологічної рідини - пінобетону та транспортування його до робочої зони. Проведено експериментальні дослідження характеристик перистальтичних конструкцій насосів у різних режимах роботи. За результатами яких встановлено, що результати вимірювань подачі насоса добре узгоджуються з теоретичними даними.

Ключові слова: перильстатичний насос; еластичний трубопровід; гідроімпульсний привід; пінобетон

The classification of peristaltic pumps by design features is developed. It is established that the most widespread in the world practice have been pumps, in which the working body uses an elastic pipeline. Analytical studies of the workflow of the peristaltic pump were carried out, during which the principles of calculating the basic parameters of the pump were developed. Based on the utility model patent (No. 71301 U Ukraine, MPK8 B65G 53/30), a full-scale sample of a peristaltic pump was developed and manufactured using an elastic pipeline which is periodically compressed due to the impulse action of another fluid in which external variable pressure is generated. Due to periodic squeezing of the elastic pipeline in it is the suction and injection of process fluid - foam concrete and transport it to the working area. Experimental studies of the characteristics of peristaltic pump structures in different operating modes have been carried out. According to the results of which it is established that the measurement results of the pump supply are in good agreement with the theoretical data.

Key words: *peristaltic pump; elastic pipeline; hydraulic impulsive drive; foam concrete*

Вступ

Існує велике різноманіття конструкцій насосів, однак незважаючи на це є ряд речовин, перекачування яких традиційними засобами в ряді випадків неефективне, тому що пов'язане з додатковими витратами та різного роду складнощами. До таких речовин відносяться високов'язкі, абразивовмістні, хімічно активні, газонасичені, токсичні, летючі, радіоактивні, а також такі, що містять велику кількість твердої фази, волокнистих включень тощо.

Для вирішення подібних завдань у багатьох країнах світу починають набувати все більшого поширення перистальтичні насоси, які, за даними першоджерел, являють собою один із типів сучасних насосів, який досить швидко розвивається. Дані насоси відрізняються простотою і мають цілий ряд переваг, що дозволяють застосовувати їх для перекачування практично будь-яких речовин. При цьому вони повністю герметичні, що особливо важливо, з огляду на постійно зростаючі міжнародні екологічні стандарти.

Широкому поширенню перистальтичних насосів в різних галузях промисловості заважає низький ресурс їх робочого органу. При цьому більшість сучасних перистальтичних насосів виготовляються по одній конструктивній схемі, що накладає обмеження на їхню подальшу модернізації. Методом збільшення надійності перистальтичного насоса є застосування принципово нової конструктивної схеми його виконання, а також вибір оптимального режиму його експлуатації, при яких будуть забезпечені максимально сприятливі умови навантаження його робочого органу.

Створення перистальтичного насоса підвищеної надійності та розширених функціональних можливостей може сприяти його широкому поширенню в будівельній галузі для вирішення широкого спектра завдань, зокрема, для транспортування різноманітних будівельних розчинів, наприклад, пінобетону.

Результати досліджень

До складу насоса (див. Рисунок) входять: ємності 5, 6 з еластичним роздільником внутрішнього об'єму 2, трубопроводи для підведення 7 і відведення 10 транспортованої рідини та трубопровід для підведення робочої рідини 14, автоматичний клапан управління 15, який з'єднаний з привідною гідросистемою 12, що приводиться в дію електродвигуном 13, автоматичний клапан управління 15 налаштований на періодичне перекриття зв'язку трубопроводу для підведення робочої рідини 14 і з'єднання його зі зливом, причому, автоматичний клапан управління 15 сполучений з ємностями 5, 6, які утворені корпусом 1 спільно з фланцями 3, 4, а також роздільником внутрішнього об'єму 2, окрім того, трубопровід 7 для підведення транспортованої рідини – технологічного будівельного розчину, наприклад, пінобетону, який подається з резервуара 9, містить всмоктувальний клапан 8, а трубопровід для відведення 10 містить нагнітальний клапан 11.

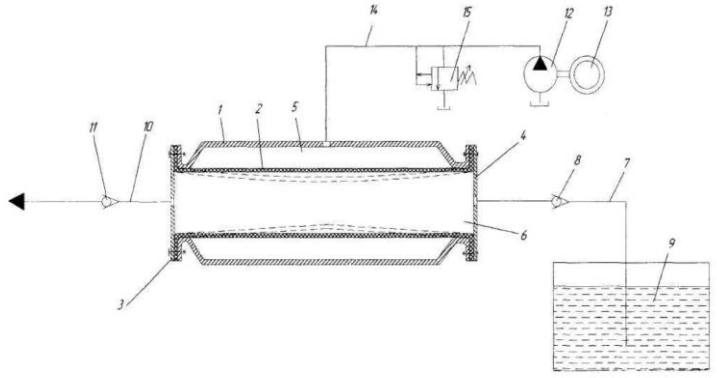


Рисунок. – Перистальтичний насос (Патент на корисну модель № 71301 U Україна)

Перистальтичний насос працює так. При включенні привідної гідросистеми 12, що приводиться в дію електродвигуном 13, робоча рідина під заданим тиском по трубопроводу 14 надходить в ємність 5, яка утворена корпусом 1 спільно з фланцями 3, 4, а також роздільником внутрішнього об'єму – еластичним трубопроводом 2, в результаті цього відбувається стиснення об'єму транспортованої рідини, наприклад, пінобетону, який знаходиться всередині роздільника внутрішнього об'єму – еластичному трубопроводі 2. Під дією зростаючого зовнішнього тиску в ємності 5 розчин із ємності 6 через нагнітальний клапан 11 по трубопроводу 10 подається до споживача. В привідній гідросистемі тиск робочої рідини падає до зливного, відбувається випрямлення ємності 6 і подальше падіння тиску нижче 10 атмосферного, в результаті цього технологічний розчин всмоктується через всмоктувальний клапан 8 трубопроводу 7 з приймального резервуара 9. При цьому тиск робочої рідини падає до зливного і робоча рідина видаляється на злив. Надалі тиск робочої рідини знову зростає і цикл повторюється в автоматичному режимі. Частоту ходів перистальтичного насосу можна змінювати налаштуванням продуктивності привідного насоса 12, а тиск в напірному 15 трубопроводі, який подає технологічний будівельний розчин, регулюється зміною величини тиску спрацювання клапана управління 15, що встановлений у привідній гідросистемі.

Розроблено математичні моделі та алгоритми розрахунку, які призначені для динамічного аналізу робочого процесу перильстатичного насоса при подачі різноманітних будівельних сумішей, зокрема, пінобетону. В результаті моделювання робочого процесу подачі будівельних сумішей запропонованим перильстатичним насосом визначені умови виходу роботи насоса на сталий режим з оцінкою впливу щільності та в’язкості перекачуваної будівельної суміші на максимальні тиски в системі та на споживану потужність.

В результаті обробки експериментальних даних отримано графічні залежності функцій, що досліджувались від вищевказаних параметрів. Це дозволило встановити діапазони раціональних параметрів робочого процесу транспортування бетонних сумішей запропонованим перильстатичним насосом. Розбіжність між результатами експериментальних та теоретичних досліджень не перевищує 12–16%.

Висновки

1. Розроблено класифікацію перистальтичних насосів за конструктивними ознаками та системами приводів. Встановлено, що найбільшого поширення в світовій практиці отримали перильстатичні насоси, в яких як робочий орган застосовуються еластичні трубопроводи. На підставі проведеного аналітичного дослідження відомих конструктивних рішень подібних насосів розроблено нове конструктивне рішення перильстатичного насоса для транспортування пінобетону з гідроімпульсним приводом (Патент на корисну модель № 71301 U Україна).

2. Проведено аналітичні дослідження роботи запропонованого перистальтичного насоса, в ході яких розроблені принципи розрахунку його основних параметрів і характеристик.

3. На основі патенту розроблений і виготовлений натурний зразок установки перистальтичного насоса та проведені експериментальні дослідження його характеристик, які співставлені із теоретичними результатами. Розбіжність між результатами експериментальних та теоретичних досліджень не перевищує 12–16%. Обрані найбільш раціональні робочі режими, які забезпечують оптимальні значення коефіцієнта корисної дії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Емельянова И. А. Перспективы использования универсального шлангового бетононасоса с гидравлическим приводом при восстановлении и возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона / И. А. Емельянова И.А., Д. О. Чайка. Науковий вісник будівництва. Харків:ХНУБА, 2017. Т.88. №2. С. 165–170.
2. Патент на корисну модель № 71301 U Україна,МПК8 B65G 53/30.Перистальтичний насос / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національ-ний технічний університет - u201115338; заявл. 26.12.2011; опубл. 10.07.2012. – Бюл. №13.
3. Коц І. В. Особливості розрахунку гідроприводного мембранного насосу при перекачуванні високов'язких середовищ / І. В. Коц, В. В. Петрусь В.В., Н. П. Бадьора // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». – 2011, № 2. – С. 72–76.
4. Коц І. В. Насоси з гідравлічним приводом для перекачування високов'язких, агресивних та абразивовмісних середовищ / І.В. Коц, В.В. Петрусь // Вінниця, 2012. – 196 с.
5. Михеев А.Ю., Султанов Б.З. Механический коэффициент полезного действия перистальтического шлангового насоса // Реализации государственных образовательных стандартов при подготовке инженеров-механиков: Проблемы и перспективы: Материалы II Всерос. учеб. науч. метод. конф. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. – С. 155–158.

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua.

Kots Ivan V. – Ph.D. (Engineering), Professor of Department of Engineering systems in Construction,Vinnytsia National Technical University, Email: ivkots@i.ua.

УДК 622.692.4

Коцеруба Д.В.
Коц І.В.

Ефективні комбіновані системи теплопостачання для житлових будівель котеджного типу із застосуванням теплових насосів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто ефективні джерела теплопостачання, їх енергоефективність та типи теплових насосів. Також їх економічність, широкий спектр застосування, екологічність, універсальність та безпека.

Ключові слова: енергоефективність, економічна доцільність**,** широкий спектр застосування, екологічність, універсальність та безпека

Abstract

Effective sources of heat supply, their energy efficiency and types of heat pumps are considered. Also their cost-effectiveness, wide range of applications, environmental friendliness, versatility and safety.

Keywords: energy efficiency, economic feasibility, wide range of applications, environmental friendliness, versatility and safety

Вступ

В сучасних умовах найбільш пріоритетним в системах опалення є їх економічна та екологічна частина. Аналіз результатів обстежень теплових насосів показує, що теплові насоси перекачують розсіяну теплову енергію повітря, ґрунту чи води у відносно високопотенційне тепло для нагрівання об'єкта (води чи повітря). Приблизно 75 % опалювальної енергії можна збирати безкоштовно із природи: повітря, ґрунту, води й тільки 25 % енергії необхідно використати для роботи самого теплового насоса. Інакше кажучи, власник теплових насосів заощаджує 3/4 коштів, які він би регулярно витрачав на дизпаливо, газ або електроенергію для традиційного опалення. Просто кажучи, тепловий насос за допомогою теплообмінників збирає теплову енергію із землі (води, повітря) і «переносить» її в приміщення [1-3, 5].

Теплові насоси здатні не тільки опалювати приміщення, але й забезпечувати гаряче водопостачання, а також здійснювати кондиціювання повітря. Але при цьому в теплових насосах повинен бути реверсивний клапан, саме він дозволяє тепловому насосу працювати у зворотному режимі [4,5].

Результати дослідження

Внаслідок досліджень відомих теплових насосів було визначено п’ять основних ознак ефективності теплових насосів, а саме:

Економічність. Тепловий насос використовує електричну енергію значно ефективніше електричних котлів. Коефіцієнт ефективності теплових насосів більший одиниці. Між собою теплові насоси порівнюють за коефіцієнтом перетворення тепла (КПТ). Він показує відношення одержуваного тепла до витраченої енергії. Наприклад, КПТ = 4,5 означає, що номінальна (споживана) потужність теплового насоса становить 1 кВт, на виході ми одержимо 4,5 кВт теплової потужності, тобто 3,5 кВт тепла ми отримаємо із навколишнього середовища (Повітря, термальні води, ґрунт).

Широкий спектр застосування. На нашій планеті існує безліч розсіяного тепла. Грунт й повітря є скрізь, а також більшість людей не мають проблем з водою. Саме вони містять в собі теплову енергію, отриману від сонця. Теплові насоси збирають цю теплову енергію. Все, що потрібно для цього – електрична енергія.

Екологічність. Тепловий насос не тільки заощаджує кошти, але й береже здоров'я власникам будинку. Прилад не спалює паливо, не утворюються шкідливі окиси типу CO, CO_2, NO_x, SO_2 , PbO_2. Тому навколо будинку на ґрунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензольних з'єднань. Для нашої планети застосування теплових насосів достатньо корисне. Адже на ТЕЦ скорочується витрата природного газу або вугілля на виробництво теплової енергії. Застосовувані у теплових насосах робочі рідини – хладони не містять хлорвуглецю і є озонобезпечні.

Універсальність. Теплові насоси, обладнані реверсним клапаном, працюють як на опалення, так і на охолодження. Теплонасос може відбирати тепло з повітря будинку, прохолоджуючи його. Влітку надлишкове тепло можна використати для підігріву побутової води або для басейну.

Безпека. Сучасні теплові насоси вибухово- і пожежобезпечні. В процесі нагріву води та опалення відсутні небезпечні гази, відкритий вогонь або шкідливі суміші. Деталі теплонасоса не нагріваються до високих температур, здатних стати причиною пожежі. Зупинка теплового насоса не призведе до його поломки, а тому ним можна надійно користуватися після тривалого простою. Також виключене замерзання рідин у компресорі або інших складових частинах приладу.

Висновки

На підставі проведеного аналізу зроблено висновок щодо перспектив широкого застосування різноманітних типів теплових насосів, які є достатньо ефективними джерела теплопостачання, завдяки їх високій енергоефективності. Проведено детальну оцінку їх основних параметрів і характеристик, які гарантують їх економічність, широкий спектр застосування, екологічність, універсальність та безпеку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67 : 2013. – [Чинний від 01 – 01 – 2014]. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 141с.
2. ПокотиловВ.В. Пособие по расчету систем отопления . В.В. Покотилов.– Вена: фирма «HERZ Armaturen», 2008 г. – 162 с. Режим доступу: https://herz.ua/docs/Pokotilov_Systems.pdf
3. Ширшова В. В., Мацкевич Л. И., Мороз Ю. Д. Эффективность капиталовложений в условиях рынка. Методы расчета. – Мн.: Маркетинг. 1994. – 106 с.
4. Покотилов В. В., Макаревич С. А., Ширшова В. В. Методика технико-экономического обоснования энергосберегающих мероприятий // Архитектура и строительство, 2001.-№4. – С. 68-71.
5. Bosch Термотехніка. Режим доступу: https://www.bosch-climate.com.ua/ua/bosch-products/heat-pumps/

Коцеруба Дмитро Васильович – студент, Факультет будівництва, теплоенегетики та газопостачання Вінницький національний технічний університет, Email: kts.dmytro.2001@meta.ua;
Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua.

Kotseruba Dmytro V. – student, Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, kts.dmytro.2001@meta.ua;
Kots Ivan V. – Ph.D. (Engineering), Professor of Department of Engineering systems in Construction,Vinnytsia National Technical University, Email: ivkots@i.ua.

УДК 697.7

М. С. Опарін
Г. С. Ратушняк

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЛОСКОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА ВІД ЙОГО КУТА НАХИЛУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Визначено оптимальний кут нахилу плоского сонячного колектора для досягнення максимальної продуктивності в залежності від широти на якій розташовується об'єкт.

Ключові слова: сонячна енергетика, плоский сонячний колектор, питомий тепловий потік сонячної радіації, кут нахилу сонячного колектора, річне питоме вироблення тепла.

Abstract

The optimal tilting angle of the flat solar collector is determined for maximum performance depending on the latitude of the object.

***Keywords**: solar power, flat solar collector, specific heat flux of solar radiation, angle of inclination of the solar collector, annual specific heat production.*

Вступ

На території України енергія сонячної радіації за один середньорічний світловий день складає в середньому 4 кВт· год/м 2 (в літні дні – до 6 – 6.5 кВт · год/м 2) тобто близько 1500 кВт · год/м 2 за рік. Це приблизно стільки ж, скільки в середній Європі, де використання сонячної енергії носить найрізноманітніший характер[1]. Для використання цієї енергії в системах теплопостачання застосовують сонячні колектори.

Для того щоб сонячний колектор поглинав якомога більше сонячної енергії він повинен бути розташований під прямим кутом до напрямку сонячного проміння. Такий варіант можливий завдяки встановленню систем, що слідкують за рухом сонця, і регулюють положення сонячного колектора. Проте, такі системи є набагато дорожчими за стаціонарні, тому на продуктивність сонячного колектора напряму залежить від його кута встановлення.

Метою роботи є визначення особливостей поглинання сонячної енергії, що падає на поверхню сонячних колекторів при різних його кутах нахилу.

Результати дослідження

При розрахунку кількості сонячної енергії, що падає на похилу поверхню на широті певної місцевості, необхідно знати кут падіння сонячних променів i на довільно орієнтовану поверхню (кут між нормаллю до площини колектора і сонячними променями, що падають в цю точку). Азимут похилої поверхні α_n (кут між напрямком нормалі площини колектора по сторонах світу і напрямком на південь) і кут нахилу площини сонячного колектора до горизонту β[2].

Для дослідження залежності продуктивності сонячного колектора від кута падіння сонячних променів був взятий плоский сонячний колектор Baxi SB20+. При цьому проводилося визначення оптимального кута нахилу колектора для трьох режимів роботи геліосистеми проектованої в м. Вінниця:

- для гарячого водопостачання (теплий період року);
- для ГВП (перехідний період року);
- для ГВП та підтримки опалення (холодний період року).

Провівши відповідні розрахунки в програмі MS Excel для розрахункових параметрів м. Вінниця отримаємо наступні графіки:

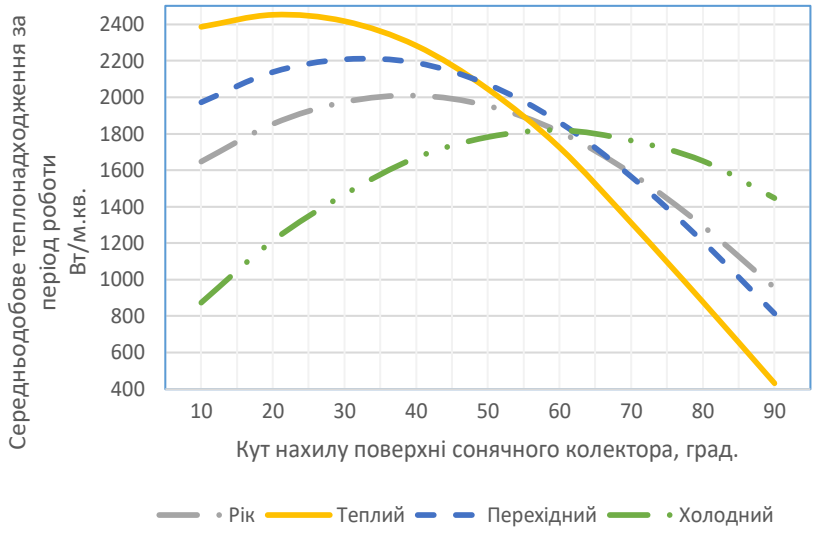


Рис. 1 – Залежність усереднених значень питомої добової теплопродуктивності плоского СК від кута нахилу колектора

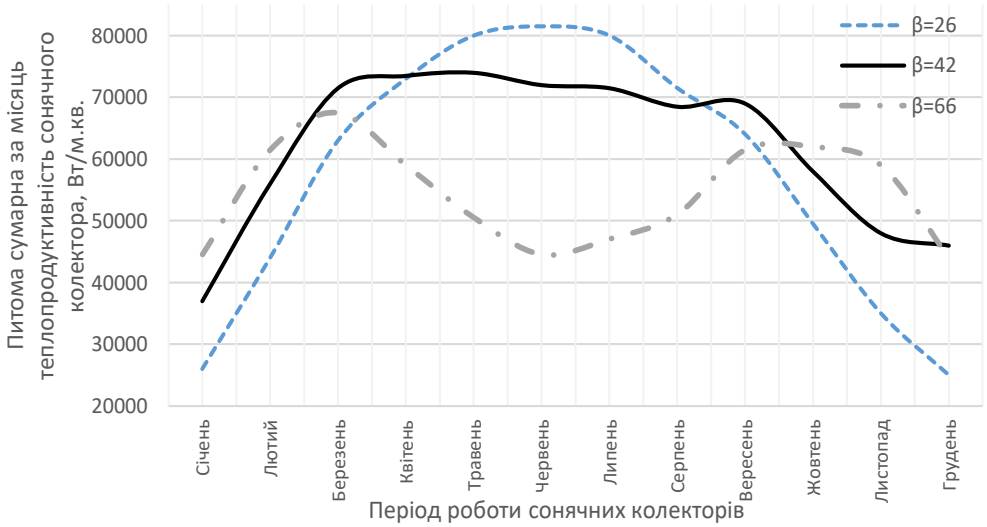


Рис. 2 – Теплопродуктивність сонячного колектора при оптимальних кутах нахилу

З графіків видно, що значення W_M для кожного режиму роботи за інших рівних умов має свій, явно виражений максимум, який відповідає оптимальному значенню кута нахилу сонячного колектора.

Значення оптимального кута нахилу СК, визначені традиційно прийнятим способом приводиться в довідковій літературі, для систем цілорічної дії кут β дорівнює широті місцевості φ, для систем, що працюють тільки в опалювальний сезон $\beta = \varphi + 15°$, і для систем, що працюють тільки в літній період $\beta = \varphi - 15$ °. Оптимальні значення кутів нахилу β сонячного колектора представлені в табл. 1.

Табл.1 – Оптимальні кути нахилу сонячного колектора для розрахункових умов м. Вінниця

Спосіб розрахунку	Кути нахилу (β) площини сонячного колектора, для різних режимів роботи установки, град.			
	Літній період	Перехідний період	На протязі року	Зимовий період
Традиційний	34	34	49	64
Наведений в розрахунках	26	38	42	66

Висновки

Встановлено, що, збільшуючи кут нахилу СК, можна знизити потужність теплового потоку, що знімається геліоустановкою в літні місяці і підвищити в зимові. Сумарна за рік питома теплова потужність сонячного колектора при цьому змінюється незначно.

Оптимальні значення кута нахилу β сонячного колектора Bахі SB20+ в умовах Вінниці складають:

- для теплого періоду року - 26°;
- для перехідного періоду - 38°;
- для холодного періоду - 66 °.

Відповідно до розрахунків наведених вище оптимальним кутом до встановлення є постійна величину кута нахилу сонячних колекторів на протязі року в 42°.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання : навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна – Вінниця : ВНТУ, 2010. − 170 с.

2. Продуктивність геліоколектора прирізних режимах експлуатації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.buderus.ua/files/201307161714000.Buderus_Продуктивність геліоколекторів.pdf

3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – «Будівельна кліматологія» - Київ, 2011. – 127 с.

Опарін Микола Сергійович — студент групи ТГ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kolyan2350@gmail.com.

Ратушняк Георгій Сергійович — кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Oparin Mykola S. — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : kolyan2350@gmail.com.

Ratushnyak Georgiy S. — PhD, professor of Systems Engineering in construction Department, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city

УДК 697.9

О. В. Бадяка

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНОГО ОСНАЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація
Здійснено ознайомлення та дослідження обладнання комплексу інженерних систем у промисловій теплиці
Ключові слова: теплиця, опалення, підігрів, полив і зрошення, досвічування, вентиляція, фізіологічно активна радіація.

Abstract
The equipment of complex of engineering systems in an industrial greenhouse is acquainted and researched
Keywords: greenhouse, heating, irrigation, dawn, ventilation, physiologically active radiation.

Вступ

Правильне технічне оснащення культиваційних споруд (парників, теплиць, оранжерей тощо) повинно сприяти ефективному розвитку рослин, комфортним умовам для обслуговуючого персоналу, а також значно впливає на собівартість продукції і як наслідок робить товар даного типу конкурентоспроможним.

Метою дослідження є вибір компонентів системи створення мікроклімату в теплиці, їх наукове та економічне обґрунтування для ефективного вирощування культур з точки зору продуктивності та енерго- і ресурсоощадності.

Результати дослідження

Основними компонентами системи мікроклімату в зимовій теплиці є [1]:

- система опалення та підігріву;
- система вентиляції та провітрювання;
- система поливу та зрошування;
- система електродосвічування.

Додатково може встановлюватись система підживлення вуглекислим газом, в залежності від типу вирощуваної культури та вмісту CO2 в зовнішньому повітрі.

За функціональним призначенням системи опалення бувають наступні :

- ґрунтовий або субстратний обігрів;
- бічний та торцевий обігрів;
- покрівельний та підлотковий обігрів.

Ґрунтовий обігрів призначений для підтримки температурного режиму кореневої зони рослин, а також для компенсації тепловтрат через ґрунт. Влаштовується водяний, повітряний або електрокабельний обігрів ґрунту. Водяний обігрів передбачає передачу теплоти теплоносієм через пластикові гнучкі трубопроводи[1].

Перевагами системи водяного обігріву ґрунту є:

- висока надійність за рахунок відсутності вузлів та з’єднань трубопроводів в товщі ґрунту;
- висока теплоємність теплоносія;

– корозійна стійкість пластикових труб до середовища ґрунту;
– низька необхідна температура теплоносія (30-40°С).

Недоліком такої системи є енергозатрати на генерацію теплоти та транспортування теплоносія.

Повітряний обігрів ґрунту передбачає транспортування нагрітого повітря по повітропроводах та передачу теплоти через стінки повітропроводів.

Системи покрівельного та підлоткового обігріву є обов'язковими для зимових теплиць, оскільки окрім компенсації тепловтрат через покрівлю її призначенням є боротьба зі сніговим покривом.

В переважній більшості випадків в теплицях влаштовується система аерації - вентиляція з природним спонуканням через стінові прорізи та дахові фрамуги або кватирки. Зовнішнє необроблене повітря надходить безпосередньо у теплицю, в якій воно піддається тепловологісній обробці системами опалення, зрошування, туманоутворення[2].

Розрізняють такі системи зрошення та поливу:

– система крапельного поливу;

– система дощування;

– система туманоутворення.

Система крапельного поливу призначена для підживлення кореневої зони рослин водою та розчином мінеральних добрив. При такому способі розчин потрапляє безпосередньо біля пагонів в кореневу зону, при цьому виключаючи фактор перевитрати рідини[2].

Система туманоутворення виконує функції зрошування надґрунтової зони рослин та вологісної обробки повітря. Принцип роботи схожий з роботою системи дощування, а розпилення відбувається через спринклерні форсунки, які забезпечують утворення крапель рідини діаметром 40-80 мкм. Великі краплі за рахунок гравітації досягають зони вирощування культур та беруть участь у зрошуванні та вологопоглинанні рослинами, а менші каплі забезпечують зволоження та випарне адіабатне охолодження повітря.

Висновок

Досліджено особливості експлуатації та техніко-економічні характеристики таких компонентів інженерного оснащення: опалення, вентиляція, зрошення, охарактеризовано переваги і недоліки кожного типу обладнання інженерних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Г.Г. Крамарець, Ю.В. Крамарець, В. С. Веклич. Основи тепличного господарства. Навч. пос. — Львів, 2006. - 108 с.
2. Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Частина перша. Закритий ґрунт. Навч. пос. – Вінниця: Нова книга, 2008.- 368 с.

Бадяка Олег Володимирович – студент групи ТГ-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleg/badyaka@ukr.net

Науковий керівник: ***Коц Іван Васильович*** – к. т. н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Oleh Badiaka V. – student group TH-18m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleg.badyaka@ukr.net

Supervisor: ***Ivan Kots V.*** – Candidate of Technical Sciences, Professor, Engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 681.12

А. В. Дем’янчук

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ВЕЛИКОГО ОБ'ЄМУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропонована система вентиляції зі змінною витратою повітря (VAV) для вирішення проблем організації повітрообміну у великих будівлях і приміщеннях будь-якого призначення пов'язаних з проблемою раціонального використання енергетичних ресурсів.

Ключові слова: рециркуляційна система, припливне повітря, вентиляція, витрата повітря, мікроклімат.

Abstract

Variable Air Ventilation (VAV) system is proposed for solving problems of air exchange organization in large buildings and premises of any purpose related to the problem of rational use of energy resources.

Keywords:. recirculation system, supply air, ventilation, air flow, microclimate.

Вступ

Наявність вентиляційної системи необхідна для забезпечення повітрообміну всередині будівлі шляхом видалення зайвої вологи, тепла, шкідливих речовин. Її присутність - одна з головних умов для забезпечення життєдіяльності.

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо проектування систем вентиляції будівель великого об’єму, зокрема вентиляційних систем зі змінною витратою повітря (VAV), яка забезпечуватиме підтримку заданих параметрів повітря в зонах обслуговування з різними вимогами до мікроклімату при порівняно низькій вартості і економічному енергоспоживанні вентилятора.

Результати дослідження

Традиційні системи вентиляції та кондиціонування повітря є основними споживачами електроенергії в системах інженерного забезпечення адміністративних і офісних будівель. Для зниження енергетичних витрат на вентиляцію і кондиціонування доцільно застосовувати системи локальної вентиляції. Такі системи вентиляції та кондиціонування повітря забезпечують комфортні параметри мікроклімату на постійних робочих місцях, в переговорних кімнатах і конференц-залах в залежності від фактичної заповнюваності приміщень людьми. Їх також називають системами «за потребою» або адаптивними системами.

Модифікацією таких систем може бути окрема локальна вентиляція з подачею повітря в зону дихання працівника, а загальний температурний режим в приміщенні підтримується на оптимальному рівні тими ж фенкойлами або охолоджувальними (нагріваючими) балками.

Для переговорних кімнат і конференц-залів регулювання повітрообміну здійснюється за концентрацією вуглекислого газу по сигналу датчика, встановленого в витяжному повітроводі.

Витрата припливного повітря в системі локального кондиціонування забезпечує оптимальне або допустиме якість повітря на робочому місці.

Речовиною, яка забруднює повітря приміщень громадських будівель є вуглекислий газ (CO_2), що виділяється людьми. Моніторинг рівня CO_2 може здійснюватися за допомогою датчика, розташованого в зоні, в якій знаходяться люди, або в потоці витяжного повітря.

Для великих будівель рекомендується використовувати припливно-рециркуляційні системи (VAV) (якщо повітря, що надходить з приміщення, не містить шкідливих і токсичних домішок, а також хвороботворних бактерій і різко виражених запахів), так як вони більш економічні.

Системи вентиляції виробництва відносяться до класу промислової вентиляції і діляться на дві взаємодоповнюючі групи: загальну вентиляцію виробничих цехів та місцеву систему вентиляції Для вентилювання цеху застосовується загальна система вентиляції: аерація, припливна загальнооб-

мінна вентиляція, приточно-витяжна вентиляція. Подібні системи мають бути оснащені фільтрами і можуть підігрівати і охолоджувати вступник повітря.

Всі промислові системи загальної вентиляції повинні мати автоматизоване управління з автоматичним регулюванням вентиляційного устаткування. Датчики аналізують параметри клімату в цехових приміщеннях, а сама система програмується. Якщо параметри виходять за допустимі межі, то вентиляційні обладнання відключаються або активуються, поки контрольовані показники не прийдуть в норму.

Місцева система вентиляції частіше запускається і управляється вручну - вона має промисловий автоматичний вимикач без підключення до щита управління.

Перш ніж приступити до проектування вентиляційної системи виробництва, необхідно визначити: тип і розміри виробництва, його площу. Кількість і теплові характеристики обладнання. Кількість і асортимент продукції, що випускається. Розподіляються чи операції по окремих приміщеннях, або всі вони виконуються в одному цеху. Особливості кожного технологічного процесу.

Для постійних робочих місць слід передбачати і в теплий, і в холодний періоди року оптимальні параметри мікроклімату.

Необхідну витрату припливного повітря, що подається на постійне робоче місце, слід визначати розрахунком за формулою (1):

$$L = \eta\, L_{\delta}, \tag{1}$$

де, η - коефіцієнт ефективності системи розподілу повітря, який визначається розрахунком;

Lδ- базова мінімальна кількість зовнішнього повітря, $м^3 / год \cdot люд$

При відсутності достовірних даних про концентрацію вуглекислого газу в зовнішньому повітрі, величина витрати повітря, що подається в зону дихання, може бути прийнята в розмірі 25-30 $м^3 / год$.

Висновки

Було досліджені типи промислових систем загальної вентиляцій, які повністю задовольняю основні параметри мікроклімату в приміщеннях будівель великих об’ємів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий. М.: Термокул, 2006. 288 с.
2. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Издательство физико-математической литературы, 2003. 272 с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціювання повітря. К.: Мінрегіонбуд України, 2014.
4. Джеджула В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2014. 347 с.

Дем’янчук Артем Вікторович — аспірант, факультет Будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 12tema12@email.ua

Dem'anchuk Artem V. – postgraduate, faculty of Thermal power engineering and gas supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: 12tema12@email.ua

УДК 532.54

К. В. Анохіна,
О. В. Гладун

СУЧАСНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ ВОДОПРОВІДНОЇ ВОДИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Водопровідні води представляють собою доочищені води з поверхневих і підземних джерел. У сучасних містах їх якість контролюється державними лабораторіями, які мають досить широкі рамки для віднесення вод в розряд питних. Крім цього, комунальні водопідготовчі станції повсюдно застосовують найбільш бюджетні технології доочистки в поєднанні з рясним хлоруванням, окрім того водопровідна вода схильна до вторинного забруднення на шляху до споживача по багаторічним міським комунікаціям. У зв'язку із цим необхідним є доочищення водопровідної води сучасними засобами та методами, серед яких найпоширенішими є механічні, іонообмінні, електричні та фільтри зворотного осмосу. Найбільш розповсюдженими фільтрами для доочищення водопровідної води є механічні фільтри. Вони автономні, компактні, мобільні та недорогі, проте мають низьку швидкість фільтрації, невисоку якість очищення води, потребують регулярного догляду та мають обмежений разовий об'єм відфільтрованої води. Найбільш ефективними є фільтри зворотного осмосу, які незважаючи на досить високу вартість фільтра та його обслуговування, надають високий рівень очищення води, велику швидкість фільтрації та значний ресурс

Ключові слова: *водопостачання, доочищення, водопровідна вода, механічний фільтр, іонообмін, електричний фільтр, зворотний осмос*

Abstract

Tap of water is a purified water from surface and underground sources. In of modern cities, their quality is controlled by state - owned laboratories, which have a wide enough framework to classify water as drinking water. In of addition, municipal water treatment plants are widespread using the most cost - effective refinement technology combined with abundant chlorination, and tap water is prone to secondary pollution on the road to long - term urban communications. In of this regard, it is necessary to purify tap water by modern means and methods, the most common of which are mechanical, ion exchange, electrical and reverse osmosis filters. The most widespread filters for of tapwater are mechanical filters. They are compact, mobile and inexpensive, however have subzero speed of filtration, not high quality of water treatment, need a regular supervision and have a limit valid for one occasion volume of the filtered water. Most effective are filters of reverse osmose, that without regard to the high enough cost of filters and his service, give the high level of water treatment, high speed of filtration and considerable resource

Keywords*: water-supply, tapwater, mechanical filter, ion exchange, electric filter, reverse osmose*

Вступ

Вода є одним із головних ресурсів, без якого неможливе життя на Землі. І людина – не виняток, оскільки наше тіло складається на 80 % із води. Закономірно, що коли в процесі виробництва забруднюються водні ресурси, то здоров'я людей, що споживають цю воду, починає погіршуватися. Вода питна – це продукт, який повинен відповідати гігієнічним вимогам. Вода має бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні показники та нешкідливий хімічний склад [1, 2]. У сучасних містах якість водопровідної води контролюється державними лабораторіями, які, проте, мають досить широкі рамки для віднесення вод в розряд питних.

Метою дослідження є аналіз сучасних засобів для доочищення водопровідної води.

Основна частина

Фільтр для води - пристрій для очищення води від нерозчинних частинок, домішок, хлору та його похідних, а також від вірусів, бактерій, важких металів тощо. На сьогоднішній день найбільшого поширення набули механічні, іонообмінні, електричні та фільтри зворотного осмосу [3, 4].

Системи зворотного осмосу забезпечують найкращу фільтрацію води. Видаляються бактерії і віруси та всі шкідливі речовини (нітрити, миш'як, мідь, азбест, фтор, свинець, сульфати, залізо, хлор тощо), які можуть бути у водопровідній воді. Тому це найефективніше очищення води, яка не має аналогів.

Потік води притискується через зворотно-осмотичну мембрану. Відбувається повне видалення солей і забруднень із рідини. Після очищення води методом зворотного осмосу її піддають мінералізації, для надання їй кращих властивостей [3, 4].

До електричних методів відноситься очищення води озоном. Системи очищення води озоном дозволяють ефективно очищати воду від усіх можливих розчинених в ній забруднень, найбільш поширеними з яких є: залізо, марганець, сірководень, хлор, хлорорганічні сполуки, азот амонійний, нафтопродукти, солі важких металів тощо. Крім того, системи очищення води озоном знижують до мінімуму такі показники, як: каламутність, кольоровість, присмак, запах, показники БПК, ХПК, перманганатна окислюваність. Одночасно відбувається повне знезараження води, включаючи бактерії, мікроби, спори, віруси [4].

В механічних фільтрах спочатку видаляються речовини, що знаходяться у воді у вигляді суспензії, а не розчину. Для видалення з води великих частинок (понад 5-50 мікрометрів) використовують сітчасті або дискові фільтри грубого очищення, що під'єднуються до системи водогону.

Іонний обмін як метод обробки води застосовується здебільшого для пом'якшення води. Катіоніти таких фільтрів здатні видаляти з води не тільки іони кальцію і магнію, а й інші двовалентні метали, а значить і розчинене двовалентне залізо.

Висновки

Таким чином, найпоширенішими фільтрами для доочищення водопровідної води є механічні фільтри. Вони автономні, компактні, мобільні та недорогі, проте мають низьку швидкість фільтрації, невисоку якість очищення води, потребують регулярного догляду та мають обмежений разовий об’єм відфільтрованої води. Найбільш ефективними є фільтри зворотного осмосу, які незважаючи на досить високу вартість фільтра та його обслуговування, надають високий рівень очищення води, велику швидкість фільтрації та значний ресурс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лівінський О.М. Санітарно-технічні роботи: навчальний посібник/ Лівінський О.М., Курок О.І., Ратушняк Г. С., Анохіна К. В., Гридякін В.О., Бондаренко М.І. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 272 с.
2. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація / Кравченко В.С. - К: Кондор, 2003 – 288 с.
3. Електронний ресурс. Режим доступу: https://ecosoft.ua/
4. Електронний ресурс. Режим доступу: https://pershavoda.com/

Анохіна Катерина Володимирівна – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: anohinakatya@i.ua

Гладун Олег Володимирович – студент групи БТ-17 факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, e-mail: gladun701@gmail.com

Anokhina Ekaterina – Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Systems in the construction of Vinnitsa National Technical University

Gladun Oleg – student of the BT-17 group of the Faculty of Civil Engineering, Heat Power and Gas Supply of Vinnitsa National Technical University

УДК 624.138.24

А.А. Трубаєнко
І.В. Коц

ТЕХНОЛОГІЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ІН'ЄКТУВАННЯ ДЛЯ ГЛИБИННОГО НАСИЧЕННЯ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ СПОРУД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В матеріалах доповіді обґрунтовані отримані результати експериментальних досліджень гідроімпульсного нагнітання в'яжучих розчинів в ґрунтовий масив при періодичній зміні тиску їх ін'єктування, що сприяє його інтенсифікації і поліпшенню якості підсилення основ та підвищенню їх несучої здатності.

Ключові слова: гідроімпульсне нагнітання, фундамент, ґрунтова основа, радіус розтікання розчину, ін'єктування, силікатизація.

Abstract

In materials a report the got results of experimental researches of the hydroimpulsive pumping of astringent solutions are grounded in the ground array at the periodic change of pressure of their injection which is instrumental in his intensification and improvement of quality of bases and increase of them strength.

Keywords: hydroimpulsive pumping, foundation, ground basis, radius of spreading of solution, injection, silikatizaciya.

Вступ

В багатьох країнах застосовується ін'єкційний метод підсилення та закріплення ґрунтів під основами і фундаментами різноманітними в'яжучими розчинами, зокрема, при спорудженні будівель на ґрунтах, які не наділені достатнім рівнем несучої здатності. Цей метод дозволяє не тільки підсилити існуючу ділянку основи чи фундаменту, але й створити надійну протифільтраційну завісу та при необхідності вирішити досить важливу проблему усунення сповзання ґрунту на схилах. Відомий на сьогодні традиційний ін'єкційний метод укріплення передбачає подачу стаціонарного потоку в'яжучого розчину під визначеним постійним тиском за визначений проміжок часу, але питання накладення додатково створених періодичних силових гідравлічних імпульсів на стаціонарний потік розчину в технології будівельного виробництва ще недостатньо досліджене. Виникає необхідність та доцільність обґрунтування ефективності гідроімпульсного ін'єкційного закріплення ґрунтових масивів і основ фундаментів. Аналіз останніх досліджень та публікацій показав, що ін'єкційні методи поліпшення фізико-механічних характеристик ґрунтових масивів дають свої позитивні результати порівняно з іншими, а саме забезпечують: високу надійність і несучу здатність основи, простоту використання, можливість локального використання при реконструкції будівель та споруд, високу енергоефективність. Можливість використання гідроімпульсного ін'єкційного методу із застосуванням періодичного змінного тиску нагнітання скріпного розчину у відомих літературних джерелах висвітлена ще в недостатній мірі та відсутнє обґрунтування переваг цього методу у будівництві, а тому виникла необхідність у встановленні його доцільності та переваг і підтвердження ефективності у порівнянні із традиційним ін'єктуванням скріпного розчину у ґрунт.

Метою нашого дослідження є експериментальна перевірка гіпотези щодо збільшення радіуса розтікання розчину при використанні імпульсної складової тиску у порівнянні зі статичним (постійним тиском нагнітання).

Результати дослідження

В науково-дослідній лабораторії гідродинаміки Вінницького національного технічного університету проведено серію експериментальних досліджень нового технологічного обладнання для імпульсного нагнітання в'яжучих розчинів в ґрунтовий масив. Для проведення експериментальних досліджень застосовувався спеціалізований експериментальний стенд.До складу експериментального стенду входить: силовий нагнітальний агрегат, що включає робочу камеру, напірну камеру, в яку стаціонарно подається під певним статичним тиском розчин скріпної рідини, яка в подальшому витискається у ґрунтовий масив із накладенням додатково створених силових гідравлічних імпульсів зміни робочого тиску нагнітання. Для створення періодичних гідравлічних імпульсів нагнітального агрегату застосовувався дистанційний блок автоматичного керування генератором гідравлічних імпульсів тиску – імпульсний двокаскадний клапан-пульсатор. Частота повторення силових імпульсів нагнітання визначалась за осцилограмами переміщення плунжерного робочого органу, а тиск в нагнітальній камері пристрою контролювався за показами сенсорів тиску.

Експериментальні дослідження радіуса розтікання розчину в ґрунтовий масив проводились на зразках з дрібного щебеню з розмірами частинок 3…8 мм. Як технологічний розчин для силікатизації використовувався розчин, що базується на введенні в ґрунт ґелеутворюючої речовини – розчину, що складається з двох або трьох компонентів, з в'язкістю, близькою до в'язкості води (2-5 спз) та з уповільненим (заздалегідь заданим) часом гелеутворення. До складу рецептури входили компоненти: силікат натрію+кремнефтористоводнева кислота.

При проведені експериментальних досліджень варіювалися наступні показники: тиск 0,3...0,5 МПа, амплітуда (частота повторення гідравлічних імпульсів) 1...5 Гц. Для виконання експериментальних досліджень було підготовлено 2 ємності зі щебнем відповідного розміру. Експеримент проводився у 2 етапи: на першому етапі нагнітання технологічного розчину проводилося завдяки статичному навантаження силового плунжера нагнітального пристрою, а на другому – до статичного навантаження додавалось силове імпульсне привантаження.

При нагнітанні технологічного в'яжучого розчину отримані зразки при гідроімпульсному нагнітанні виявились 1,6…2,1 рази більшими за об'ємом, ніж зразки при статичному нагнітанні розчину, а також збільшився радіус розповсюдження розчину, а як наслідок, збільшився ефективний об'єм ґрунтового масиву, що значно впливає на несучу здатність ґрунту. Ці результати підтвердили функціональні можливості і переваги силового гідроімпульсного нагнітання технологічних в'яжучих розчинів у ґрунтовий масив.

Висновки

Виконана експериментальна перевірка функціонування запропонованого гідроімпульсного устаткування, кількісне і якісне оцінювання параметрів і характеристик нагнітання технологічних розчинів в ґрунтовий масив, яка підтвердила можливість інтенсифікування технологічних процесів, наприклад, силікатизації ґрунтових масивів, а також ефективність функціонування запропонованого нового обладнання.

Порівняння отриманих результатів експериментальних досліджень, яке проводилось згідно утворених у щебеневій структурі тіл заповнення показало, що гідроімпульсне нагнітання технологічних в'яжучих розчинів в масив є більш ефективним, тому що відбувається якісне заповнення порожнин у щебені і тіла заповнення, які утворені у товщі щебеневого масиву, мають значно більші розміри, внаслідок проникнення розчину на більшу глибину. В кінцевому результаті при практичному застосуванні це гарантуватиме високу міцність ґрунтового масиву та більшу несучу здатність основ і фундаментів.

Список використаних джерел

1. Усиление оснований и фундаментов существующих сооружений. Режим доступу : http://www.stroitelstvonew.ru/fundament/usilenie.shtml

2. Ремонт аварийних фундаментов. Режим доступу до електронного ресурсу : http://www.zs-z.ru/zagorodnoestroitelstvo/fundament/remont-avarijnyix-fundamentov.html

3. Технологічні процеси зворотної засипки та ущільнення грунтів. Режим доступу до електронного ресурсу : http://helpiks.org/3-57054.html

4. Аскалов В.В. Классификация химических способов закрепления грунтов в основании зданий и сооружений / В.В. Аскалов // Основания, фундаменти и механика грунтов. – М., 1966. – № 6. – С. 24-25.

5. Баранов Н.Н. Иньектирование грунтов при глубоком фундаментостроении / Н.Н. Баранов // Строительство и архитектура Белоруссии. – Минск, 1981. – № 4. – С. 36-37.

6. Богомолов В. А. Метод високонапорной иньекции связных грунтов при устройстве и усилении оснований и фундаментов: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: спец. 05.23.02 «Основания и фундаменти» / В. А. Богомолов. – Пермь, 2002. – 18 с.

7. Головко С.И. Теоретические и практические аспекти проблеми закрепления оснований методом високонапорной иньекции растворов / С.И. Головко // Новини науки Придніпров'я. Серія: Інженерні дисципліни. – 2004. – № 2. – С. 83-87.

8. Ланис А.Л. Упрочнение грунтов методом напорных иньекций / А.Л. Ланис, В.И. Пусков, М.Я. Крицкий, В.Ф. Скоркин //Строительние конструкции.– К.: НИИСК, 2004. – №61, т.2. – С. 53-58.

9. Писанко В.П. Уплотнение грунтового основания методом високонапорного иньектирования с нагнетанием смесей по заданним траекториям / В.П. Писанко, М.Л. Нуждин // Реконструкция исторических городов и геотехническое строительство: сборник научних трудов. - СПб., 2003. – С. 361-364.

10. Головко С.И. Теория и практика усиления грунтових оснований методом високонапорной цементации : монография / С.И. Головко. - Днепропетровск : Пороги, 2010. – 247 с.

11. Бадьора Н.П. Експериментальне дослідження процесу імпульсного нагнітання сумішей в ґрунтовий масив / Н.П. Бадьора, Коц І.В // Сборникматериалов международной научно-практической конференции "Научный потенциал мира", том 2 , 2011–с.71-73.[Електронний ресурс]:–Режим доступу. http://www.ukrnauka.ru/NNM/2710-2011_A4_tom-22.pdf

12. Пат. № 63266 Україна, МПК8 Е02Б 3/00, Е21В 43/16, Е21Б 20/00. Установка для нагнітання будівельних розчинів в ґрунтовий масив / Коц І. В., Бадьора Н. П. ; заявник і власник патента Вінницький національний технічний університет. - № u201100502 ; заявл. 17.01.2011 ; опубл. 10.10.2011, Бюл. № 19.

13. Н.П. Бадьора. Порівняльний аналіз методів відновлення та підсилення ґрунтових масивів несучих основ споруд / Бадьора Н.П., Коц І.В. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 4. – С. 61-64.

Трубаєнко Андрій Анатолійович – аспірант, кафедра інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : trubaenko@ukr.net

Коц Іван Васильович – канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : ivvkots@ukr.net

Trubaenko Andriy A. – Postgraduate studend of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : trubaenko@ukr.net

Kots Ivan V. – Ph.D. (Eng.), Professor of the Chair of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : ivvkots@ukr.net

УДК 631.171

О.В. Дєдова
І.В. Коц

СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ УТРИМУВАННЯ ТВАРИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація
У роботі розглянуто системи створення мікроклімату в приміщеннях для утримування тварин та обгрунтовано необхідність дотримання необхідних умов для їх проживання.
Ключові слова: мікроклімат, системи, продуктивність, економія, ефективність забруднене повітря, вентиляція.

Abstract
In this paper examines the systems of creation of microclimate in the premises for keeping animals and substantiates the necessity to observe the necessary conditions for their habitation.
Keywords: microclimate, systems, productivity, economy, efficiency of polluted air, ventilation.

Вступ

Основою продовольчої безпеки нашої держави є збільшення тваринницької продукції. Одним з напрямків вирішення даної проблеми є – поліпшення умов утримання тварин, в тому числі мікроклімату тваринницьких і птахівничих приміщень [1]. Забезпечення необхідного мікроклімату в тваринницьких приміщеннях – одне з найважливіших умов ефективного ведення тваринництва. Щоб навіть тварини в повній мірі реалізували свій генетичний потенціал, їм необхідно створити відповідні умови утримання.

Мікроклімат у тваринницьких приміщеннях залежить від багатьох умов — зонального клімату, теплозахисних властивостей огороджуючих конструкцій приміщень, рівня повітрообміну, ефективності вентиляції, стану каналізації, способів прибирання та видалення гною, освітленості, а також технології утримання тварин та впливає на продуктивність, розвиток і збереження поголів’я тварин і птиці, термін експлуатації приміщень, умови праці обслуговуючого персоналу [2].

Результати досліджень

З усіх факторів мікроклімату найбільший вплив на продуктивність сільськогосподарських тварин і споживання ними корму має температура повітря. Біохімічні процеси, що протікають в організмі тварин, а саме, перетворення поживних речовин на м’ясо, молоко і яйця, залежать від зовнішньої температури [3]. Тваринам необхідна енергія на підтримання фізіологічних функцій організму. Вони мають механізм теплорегуляції, щоб при змінітемператури навколишнього середовища температура їх тіла залишалася постійною.

Технологічне обладнання для забезпечення мікроклімату, особливо підтримання температурного режиму, має бути економічно вигідним. Порушення як верхньої, так і нижньої межі оптимальної температури призводить до перевитрат корму, зниження продуктивності, захворювання і навіть загибелі тварин [4].

Створення і підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях пов'язані з вирішенням комплексу інженерно-технічних завдань і разом з повноцінною годівлею є визначальним чинником в забезпеченні здоров'я тварин, їх відтворній здатності і отриманні від них максимальної кількості продукції високої якості. Сучасні технології утримання тварин висувають високі вимоги до мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. На думку учених, фахівців тваринництва і технологів, продуктивність тварин на 50…60% визначається кормами, на 15…20% – утриманням та обслуговуванням і на 10…30% – мікрокліматом в тваринницькому приміщенні. Відхилення параметрів мікроклімату від встановлених меж приводить до скорочення удоїв молока на 10…20%,

приросту живої маси – на 20…33%, збільшення відходу молодняка до 5…40%, зменшення несучості курей – на 30…35%, витрати додаткової кількості кормів, скорочення терміну служби устаткування, машин і самих будівель, зниження стійкості тварин до захворювань. Щорічно з приміщень тваринницьких ферм галузі потрібно видалити 166 млрд. $м^3$ водяної пари, 39 млрд. $м^3$ вуглекислого газу, 1,8 млрд. $м^3$ аміаку, 700 тис. $м^3$ сірководню, 82 тис. т пилу, патогенну мікрофлору [1,5,6].

Окрім того, ферми є потужними джерелами забруднень навколишнього середовища і споживачами енергії: щорічно з приміщень тваринницьких ферм потрібно видаляти велику кількість водяної пари, вуглекислого газу, аміаку, сірководню, пилу, патогенної мікрофлори тощо. Для видалення шкідливих речовин, що утворюються в тваринницьких приміщеннях, на вентиляцію та на обігрів приміщень використовується велика кількість електроенергії, природного газу, рідкого і твердого палива. Згідно даних окремих дослідників загальні витрати енергії на забезпечення мікроклімату витрачається близько 30% всієї енергії, споживаної в галузі тваринництва. Окрім того, несприятливий стан повітряного середовища тваринницьких приміщень негативно позначається на здоров'ї працівників ферм, а інколи призводить і до нещасних випадків та професійних захворювань [7].

Для підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях на рівні нормативних вимог застосовують системи вентиляції. Вони здатні забезпечувати обмін забрудненого повітря на свіже, нагрівання або охолодження його, очищення від пилу і мікроорганізмів, осушування чи зволоження, озонування, дезодорацію, знезараження тощо.

При виборі вентиляційної системи, необхідно враховувати також тип і види тварин, які міститимуться в приміщенні, для того, щоб можна було підібрати відповідну вентиляцію, яка зможе надати подачу чистого і свіжого повітря в приміщення в повній необхідній мірі.Для створення мікроклімату також використовують та електрокалорифери.

Основні вимоги до конструктивного виконання вентиляційних систем у тваринницьких та птахівничих приміщеннях: - витяжні канали влаштовують у нижній частині приміщень, у зоні розташування тварин та під підлогами; - виходи припливної вентиляції і входи витяжної не можна розташовувати один напроти одного, щоб не було протягів, - виходи припливної вентиляції і входи витяжної не можна розташовувати на відстані понад 2,5м, інакше в приміщенні можуть утворитися застійні зони; - припливні канали влаштовувати у верхній або середній частині приміщення та обладнувати дефлекторами для відведення потоків повітря від тварин [8].

Впровадження систем створення мікроклімату у приміщеннях для тварин позитивно вплине на якість продукції, на здоров’я тварин та обслуговуючого персоналу, а також це зекономить кошти підприємців.

Висновки

На підставі проведеного аналітичного огляду відомих систем мікроклімату в приміщеннях для утримування тварин розроблені основні концепції до створення оптимальних систем мікроклімату подібного призначення, обґрунтовані їх основні параметри і характеристики, яких необхідно дотримуватися для забезпечення нормативних і безпечних умов утримування тварин у приміщеннях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савост’янова К.В. Зниження мікробного забруднення повітря у пташниках для утримання курей-несучок / К.В. Савост’янова, В.О. Мельник // Птахівництво: Міжвідомчий тематичний зб. - 2008.- Вип. 61.- С. 155-162..

2. Новейшие беспроводные технологии на службе птицеводства. Микроклимат под контролем // Рекламный CD ООО «НПФ «Севекс». - 2004..

3. **[**Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:http://rodak.if.ua/mot/teoria/tema_2.htm – Засоби теплопостачання та формування мікроклімату тваринницьких приміщень.

4. Лысенко В. Экологические и экономические перспективы птицеводческих хозяйств / В. Лысенко // Ефективнептахівництво та тваринництво.- 2004.- №4.- С. 24-26.

5. Косицын О.А. Совершенствование энергоэкономных инфракрасных электрообогревателей для цыплят-бройлеров / О.А. Косицын, Е.А. Овсянникова // Энергообеспечение и энергосбережение в

сельском хозяйстве: Тр. 4-й Международной науч.-техн. конф. г. Москва, ГНУ ВИЭСХ. - Ч. 3. Энергосберегающие технологии в животноводстве и стационарной энергетике. - М., 2004. - С. 272-274.

6. Modern broilers require optimum ventilation // World Poultry-Elsevier. - 2000. – Vol. 16, № 11. - P. 30-31.

7. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://buklib.net/books/35527/Автоматизаціяствореннямікроклімату в тваринницьких приміщеннях.

8.Науменко О.А.Машини та обладнання длятваринництва: підручник /О.А. Науменко, І.Г. Бойко, О.В. Нанка, В.М. Полупанов та ін.; за ред. І.Г. Бойка. – Том 1. – Харків: ВидавництвоЧП «Черв'як», 2006. – 225с.

Дєдова Олена Володимирівна **–** студентка, ФБТЕГП, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:o.diedova2104@gmail.com

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivkots@i.ua

Diedova Olena V. **–** student, Vinnytsia National Technical University***, e-mail:*** :o.diedova2104@gmail.com.

Kots Ivan V. – Ph.D. (Engineering), Professor of Department of Engineering systems in Construction,Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivkots@i.ua

УДК 678.01.539.3:539.27+628.253.3:006.354

В.П. Башинський[1]
І.В. Коц[2]
М.І. Побережний[2]

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРКОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У БУДІВНИЦТВІ

[1]МПП “Руслана”
[2]Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді розглянуто можливості та перспективи використання полімеркомпозиційних матеріалів у будівництві. Відмічено їх основні характеристики та параметри.

Ключові слова: матриця, полімер, армуючий елемент, композит

Abstract

The article deals with the use of polymer composite materials in construction and prospects of using polymer composite materials in construction. Their main characteristics and parameters are noted.

Keywords: matrix, polymer, reinforcing element, composite

Вступ

У будівництві все більш широко використовуються нові матеріали. Це веде до розвитку сфери сучасних, покращених матеріалів. Проблема застосування таких матеріалів в будівництві досить актуальна, так як підвищуються вимоги екологічного характеру, що пов'язані з впливом на людину і навколишнє середовище в цілому [1,4].

Композиційні матеріали – багатокомпонентні матеріали, що складаються, як правило, з пластичної основи (матриці), армованої наповнювачами, які наділені високою міцністю, жорсткістю і т.п. Поєднання різнорідних речовин призводить до створення нового матеріалу, властивості якого кількісно і якісно відрізняються від властивостей кожного з його складових. Варіюючи склад матриці та наповнювача, їх співвідношення, орієнтацію наповнювача, отримують широкий спектр матеріалів з необхідним набором властивостей. Багато композити перевершують традиційні матеріали і сплави за своїми механічними властивостями і в той же час вони легше. Використання композитів зазвичай дозволяє зменшити масу конструкції при збереженні або поліпшенні її механічних характеристик [2,3].

Компонентами композитів є найрізноманітніші матеріали – метали, кераміка, скло, пластмаси, вуглець і т.п. Відомі багатокомпонентні композиційні матеріали – поліматричного, коли в одному матеріалі поєднують кілька матриць, або гібридні, які включають в себе різні армуючі елементи. Армуючі елементи визначають міцність, жорсткість і деформовність матеріалу, а матриця забезпечує монолітність матеріалу, передачу напруження в наповнювачі та стійкість до різних зовнішніх впливів [4].

Композити, в яких матрицею служить полімерний матеріал, є одним з найбільш численних і різноманітних видів матеріалів. Їх застосування у будівництві дає суттєвий економічний ефект. У полімерних композиційних матеріалах роль безперервної фази – матриці, в якій розміщується наповнювач, виконують полімери. Полімерна матриця служить для передачі навантажень каркасу з волокон, який зміцнює матеріал для збереження форми конструкції. Від складу і властивостей полімерної матриці залежать такі експлуатаційні та технологічні властивості, як термостійкість,

тривала міцність, здатність деформуватися в умовах статичних та динамічних навантажень, хімічна стійкість, здатність до переробки тощо [2,4].

Найбільш загальна класифікація поділяє полімеркомпозиційні матеріали на матеріали з термореактивними і термопластичними матрицями. Реактопласти відрізняються більш високою міцністю, теплостійкістю і хімічною стійкістю, низькою в'язкістю. Термопласти, в свою чергу, характеризуються більш високими ударною в'язкістю, тріщиностійкістю, нижчими, ніж у реактопластів, залишковими напруженнями і хімічної усадкою, а також можливістю вторинної переробки та відсутністю виділення розчинників. Найбільш широко як матриці використовують поліетилен [2,4].

Використання вторинних полімерів в складі полімеркомпозиційних матеріалів вирішує не тільки екологічну проблему, але й є економічно доцільним тому що при переробці відходів витрачається лише тільки 10% енергії, яка необхідна для випуску такої ж кількості вихідних матеріалів.

Результати досліджень та їх впровадження

МПП “Руслана” виготовляє люки оглядового колодязя з полімеркомпозиційних матеріалів. В цих виробах як матриці використовується вторинний поліетилен [5].

Люки з полімеркомпозиційних матеріалів призначені для установки на оглядових колодязях підземних інженерних комунікацій, а саме: водопровідних, каналізаційних, телефонних, газових і теплових мереж, що розташовані переважно в пішохідній зоні та зоні зелених насаджень.

Полімеркомпозиційні люки приблизно в два рази легші чавунних, що значно спрощує їх монтаж, обслуговування і транспортування. Вартість полімеркомпозиційних люків набагато нижча чавунних аналогів. По міцності технічні показники полімеркомпозиційних люків відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.5-26:2005 [1]. На рисунку представлений полімеркомпозиційний люк, який витримує навантаження від великовантажного автомобіля.

Рисунок – Полімеркомпозиційний люк

Склад полімеркомпозиційного матеріалу не схильний до дії води (водопоглинання матеріалу - 0,2%) та стійкий до перепадів температур. Ці фактори дозволяють здійснювати тривалу експлуатацію виробів в будь-яких кліматичних умовах. Полімерно-композитні матеріали не схильні до дії агресивних середовищ. Безпечні для здоров'я людини, не токсичні. Вибухо- та пожежобезпечні, так як не викликають можливості виникнення іскор при експлуатації, а також мають високу вогнестійкість. Прогнозовано, що вироби зберігатимуть свої основні властивості понад 50 років.

Висновок

На підставі аналізу відомих полімеркомпозиційних матеріалів, зокрема, матеріалів, в яких як матриці використовується вторинний поліетилен, розроблені люки оглядових колодязів та багато інших виробів, які серійно випускаються МПП "Руслана". Ці вироби мають цілий ряд позитивних властивостей, що забезпечують реальні можливості їх тривалої експлуатації у порівнянні із традиційними виробами подібного призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99). Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Люки оглядових колодязів і дощоприймачі зливостічних колодязів. Технічні умови.–Державний комітет України з будівництва та архітектури Київ, 2015. – 76 с.
2. Пахаренко В.А., Яковлева Р.А., Пахаренко А.В. Переработка полимерных композиционных материалов. – К. : Воля, 2006. – 552 с.
3. Гончаренко В.В. Технологія композиційних матеріалів: Навчальний посібник / В.В. Гончаренко, І.В. Коваленко. – Київ, 2007. –131 с.
4. Перепелкин К.Е. // Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты.– 2001. – №2. – С. 23-49.
5. Патент України 93852, МПК E02D 29/12. Люк оглядового колодязя / Башинський В.П., Огороднiков В.А., Побережний М.І.; № u201313433; заявл. 18.11.2013, опубл. 24.10.2014, Бюл. № 20. – 4 с.

Башинський Валерій Платонович – директор, МПП "Руслана", м. Вінниця, e-mail: info@ruslana.vin.ua

Побережний Михайло Іванович – науковий співробітник кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poberegnym@ukr.net

Коц Іван Васильович – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ivkots@i.ua

Bashinsky Valery P. – director, small private enterprise "Ruslana", Vinnytsia, e-mail: info@ruslana.vin.ua

Poberezhny Mikhail I. – research associate Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:poberegnym@ukr.net

Kots Ivan V. – Ph.D. (Engineering), Professor of Department of Engineering systems in Construction,Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivkots@i.ua

УДК 628.87

Н.М. Осадчук
І.В. Коц

СИСТЕМИ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ У ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В цій доповіді розглянуто засоби і способи створення мікроклімату в приміщеннях з органічною продукцією. Встановлено основні фактори, що впливають на збереження сільськогосподарської продукції, описано технології та системи довготривалого зберігання такої продукції.

Ключові слова: мікроклімат, сховище, органічна продукція, функції систем мікроклімату, технологія зберігання , система зберігання.

Abstract

This report examines the means and methods of creating a microclimate in organic production facilities.The main factors influencing the preservation of agricultural products are identified, technologies and systems for long-term storage of such products are described.

Keywords: microclimate, storage, dietary products, features of the microclimate, storage technology, storage system.

Вступ

Мікрокліматом прийнято вважати поєднання характеристик повітряного середовища даного приміщення, а саме, - температури, вологості, швидкості руху повітря. Мікроклімат приміщення безпосередньо залежить від сукупності певних факторів. По-перше, це кліматичні умови, тобто клімат місцевості, в якій знаходиться дана будівля, по-друге, - ступінь захищеності приміщення від впливу на нього зовнішніх умов (вітру, низьких чи високих температур, вологості), і по-третє, - це внутрішні фактори, такі як виділення вологи, тепла від людей чи інших джерел у самому приміщенні, повітряні потоки у ньому. Крім вологи, тепла і вуглекислого газу, продуктами побутової і виробничої діяльності людини можуть бути різноманітні гази, аерозолі, пил. Підвищення концентрації шкідливих речовин у повітрі закритого приміщення негативно позначається на якості мікроклімату в ньому.

Результати дослідження

На підставі проведеного аналітичного огляду встановлено, що мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками [1-5]:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення;
- температура поверхні.

На світовому ринку існують сотні технологій зберігання сільськогосподарської продукції, та всі вони зводяться до одного – підтримання в сховищі ідеального мікроклімату, який дозволяє зберігати свіжість, товарний вигляд і корисні властивості. Для цього використовуються ультрасучасні системи вентиляції, опалювальне та холодильне обладнання. Автоматика керує процесом, забезпечує автономну і безперебійну роботу. Наявність датчиків температури і вологості дає можливість відслідковувати оптимальні умови складування сільськогосподарської продукції, наявність контролерів і виконавчих механізмів – підтримувати показники температури і вологості в сховищі. Дані задаються виходячи з виду сільськогосподарської продукції, яка зберігається на складі, оскільки для різних видів продукції потрібні різні температурні діапазони.

Основні функції систем мікроклімату:

контроль вологості (оптимізує вологість в сховищі виходячи з виду сільськогосподарської продукції);

охолодження – зберігання (холодильне обладнання, система охолодження дозволяє поступово охолоджувати продукцію, не завдаючи їй шкоди і підготовлюючи її до довгтривалого зберігання (запобігає утворенню конденсату) [2].

Підтримання оптимальної температури найбільш важлива умова зберігання товарів. Підвищення температури вище норми прискорює хімічні, фізико-хімічні, біохімічні та мікробіологічні процеси і істотно знижує термін зберігання. Оптимальна температура зберігання товарів різниться і залежить від властивостей товарів.

Виходячи з необхідного для зберігання температурного режиму товари поділяються на групи [2-4]:

1. Заморожені:

а) від -10 до -12°С – м'ясо, риба, олія, жири;

б) від -18 до -20°С – м'ясо, риба;

в) від -23 до -25°С – м'ясо, риба, плоди, овочі;

г) від -28 до -30°С – м'ясо, риба, плоди, овочі.

2. Переохолоджені:

а) від -2 до -5°С – варені, копчені ковбаси, маргарин, плоди, овочі;

б) від -7 до -10°С – сирокопчені ковбаси, жири, солона риба.

3. Охолоджені:

а) від -1 до +1°С – плоди, овочі, яйце;

б) від 0 до +6°С – молочні продукти, торти, тістечка.

4. Помірні: +10 +12 °С – алкоголь, безалкогольні напої.

5. Широкого діапазону: -30 + 30 °С – хлібобулочні вироби, борошно, крупа, цукор, спирт, вода.

6. Широкого діапазону позитивних температур: 0 + 20 °С – кондитерські вироби, консерви, вино, варення, джем, повидло.

Температурний режим, що забезпечує тривале зберігання продовольчих товарів створюється за допомогою холодильного обладнання. Відносна вологість характеризує ступінь насичення повітря водяними парами. Випаровування вологи з товарів призводить до кількісних і якісних втрат, її природного убутку за рахунок усушки, в'янення (усихання), внаслідок чого збільшуються відходи. Чим вище вологість продукції і нижче відносна вологість повітря, тим більше зазначені втрати. Тому продукцію з підвищеною вологістю зберігають при високій відносній вологості повітря.

Одним із головних показників також є: вентиляція (розподіляє внутрішнє повітря по сховищу, забезпечує однорідність повітряної маси в кожному куточку об’єкта); контроль CO_2 (вентиляція повітрям з вулиці знижує рівень вуглекислого газу); контроль конденсату (його запобігання).

Продукцію з низьким вмістом вологи і високою гігроскопічністю зберігати при високій вологості не можна.

В залежності від норми вологості повітря при зберіганні товарів їх можна умовно поділити на групи:

– сухі (крупа, борошно, сіль, цукор, сухофрукти, прянощі). Вологість повітря не вище 65%;

– помірні (кава, чай, кондитерські вироби). Вологість повітря не вище 70-75%;

– вологі (молочні продукти, гарбуз, цибуля, часник, м'ясо, риба, вино). Вологість повітря не вище 80-85%;

– підвищеної вологості (плоди, квашені овочі, заморожені плоди). Вологість повітря не вище 90-95%.

Відносна вологість повітря, як і температура, – один з найбільш значущих показників режиму зберігання. Оптимальна вологість повітря для основних культур 80 – 85 %.

Вміст газів в повітрі початково складає 21% кисню, 78% азоту і 0,03% вуглекислого газу.

Розрізняють три основні технології зберігання плодів в приміщеннях:

– Зберігання в регульованій атмосфері (РА) – передбачає використання генераторів сухого льоду або азоту для створення оптимального вмісту кисню і вуглекислого газу в герметичних камерах зберігання.

– Упаковка в модифікованій атмосфері. В даному випадку використовується поліетиленова упаковка, яка спершу наповнюється газом в необхідній концентрації. Такий самий ефект досягається при упакуванні ще теплого продукту в вакуумну поліетиленову упаковку з подальшим його охолодженням. Якщо оптимальні умови зберігання передбачають високу концентрацію оксиду вуглецю, то використовується перфорована упаковка.

– Гіпобаричне зберігання – створення зниженого атмосферного тиску для сповільнення процесу дозрівання овочів. Використовується він як додатковий засіб при охолодженні, по своїй функціональності його можна порівняти з технологією зберігання в регульованій атмосфері [3].

Висновок

Розглянуто поняття мікроклімату в приміщеннях, в яких зберігається органічна продукція, а також проаналізовані новітні технології, які представлені на ринку. Обгрунтовано важливість підтримання температури і вологісного режиму для довготривалого зберігання органічної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулик М.Ф. Сучасні та перспективні технології зберігання і використання вологого зернофуражу / [М. Ф. Кулик, Т.В. Засуха, О.В. Жмудь, П.П. Маковецький, Г.М. Калетник] ; під ред. М.Ф. Кулика. – [2-ге вид.]. – Київ : Видавництво «СВІТ», 2000. – 246 с.
2. Системы микроклимата, контроль в овощехранилищах и картофелехранилищах – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://liderhran.net/sistema-mikroklimata
3. Технологии хранения. Микроклимат овощехранилищ, технологии создания условий хранения овощей. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.овощехранилища.рф/tehnology/
4. Системи зберігання – Режим доступу: http://www.agrovent.com.ua/uk/sistemi-zberigannya
5. Вишневський Е.П. Забезпечення мікроклімату на об'єктах агропромислового комплексу/ Е.П. Вишневський, М.Ю. Салін // Журнал С.О.К., № 7/2009.– С. 49 -55.

Осадчук Наталія Миколаївна – студентка, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Email: 3b16bosadchyk@gmail.com

Коц Іван Васильович – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, Email: ivkots@i.ua

Osadchuk Natalia M.– student,Vinnytsia National Technical University,Vinnytsia, Email:3b16bosadchyk@gmail.com

Kots Ivan V. – Ph.D. (Eng.), professor of the Department of engineering in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: ivkots@i.ua

УДК 666.97.033.11

Ю.П. Куриленко
І.В. Коц

Вінницький національний технічний університет

ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ГЛИБИННОГО ГІДРОІМПУЛЬСНОГО УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Анотація

В цій доповіді розглянуто нове устаткування та особливості технології його виробничого застосування для глибинного гідроімпульсного ущільнення різноманітних бетонних сумішей.

Ключові слова: технологія, вібрація, глибинний ущільнювач, бетонна суміш

Abstract

This report examines new equipment and technology features of its production application for deep hydraulic impulse of various concrete mixtures.

Keywords: technology, vibration, deep seal, concrete mixture

Вступ

Суттєве підвищення якості, а також значне зменшення трудомісткості ущільнення бетонних сумішей можливе при застосуванні силових вібраційних технологій формування будівельних конструкцій. Використання силових вібраційних технологій, зокрема глибинних занурювальних віброущільнювачів, сприяє якісному ущільненню різноманітних бетонних сумішей, а також значно зменшує тривалість процесу ущільнення.

Широке застосування при спорудженні нових будівель та при їх реконструкції мають технологічні процеси, які пов’язані із глибинним ущільненням бетонних сумішей. Огляд відомих установок для глибинного ущільнення та технологій їх застосування показав, що вони є ще недостатньо ефективними, наприклад, при ущільненні жорстких бетонних сумішей, особливо при влаштуванні складних армованих залізобетонних конструкцій тощо. У зв'язку з цим, виникла необхідність в створенні нових установок глибинного ущільнення, привід яких дозволяє без яких-небудь конструктивних змін в ньому, надавав би можливості плавно регулювати робочі параметри вібраційного навантаження бетонної суміші залежно від необхідного заданого режиму, потрібного згідно технологічному процесу. Ефективність та якість практичної реалізації глибинного ущільнення бетонних сумішей залежить від конструктивних особливостей та технології застосування обладнання. Як показав аналіз відомих технічних рішень щодо устаткування для глибинного ущільнення одним із раціональних конструктивних виконань є площинні вібраційні установки, які більш ефективні у порівнянні із аналогічними установками – циліндричними глибинними вібраторами радіальної дії. Основним конструктивним вузлом, який визначає ефективність і надійність машин вібраційної дії є їх привід. Найбільше розповсюдження серед приводів для устаткування вібраційної дії, що використовується в будівельній та інших галузях промисловості, отримали електромеханічні, пневматичні і гідравлічні [2–5].

Внаслідок різних конструктивних недоліків існуюче вібраційне устаткування недостатньо задовольняє поставленим вимогам різних технологічних процесів. У ряді відомих публікацій гідравлічний привід характеризується як такий, що має достатньо високу енергоємність і значну швидкодію, а також дозволяє легко змінювати параметри робочих ходів в процесі вибору оптимальних технологічних режимів [2-5].

Результати досліджень

На рис.1 зображено конструктивну схему глибинного ущільнювача бетонних сумішей площинного типу з гідроімпульсним приводом (загальний вигляд), а на рис. 2 – його розріз по А-А [1]. Пристрій для глибинного віброущільнення бетонних сумішей складається з корпусу у вигляді

рамки 1, наприклад, прямокутної форми, до якої нерухомо за допомогою болтів 2 кріпляться дві пружні суцільні пластини 3. Між пружними пластинами 3 розміщений віброзбуджувач коливань у вигляді напірного рукава 4 з еластичного матеріалу, який попередньо здеформований пластинами 3 у поперечному напрямку до еліптичного перерізу, кінці якого приєднані до зовнішньої гідросистеми. Напірний рукав 4 обмежений паралельними напрямними упорами 5, висота яких не

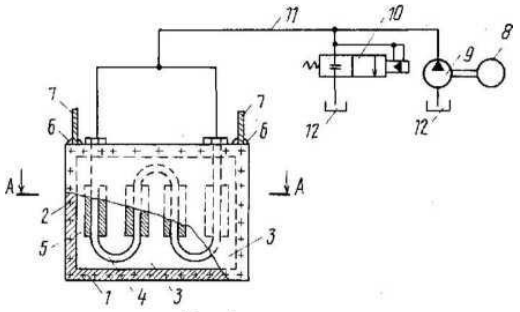


Рис. 1

Конструктивна схема глибинного ущільнювача бетонних сумішей площинного типу з гідроімпульсним приводом (загальний вигляд)

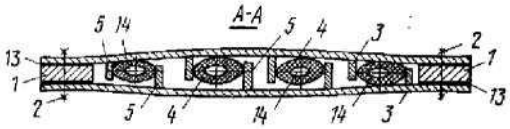


Рис. 2

Розріз по А-А корпусу глибинного ущільнювача, згідно рис. 1

перевищує відстані між пружними пластинами 3, при цьому напрямні упори 5 нерухомо кріпляться до пружних пластин 3. На рис.1 зображено конструктивну схему глибинного ущільнювача бетонних сумішей площинного типу з гідроімпульсним приводом (загальний вигляд), а на рис. 2 – його розріз по А-А [1]. Пристрій для глибинного віброущільнення бетонних сумішей складається з корпусу у вигляді рамки 1, наприклад, прямокутної форми, до якої нерухомо за допомогою болтів 2 кріпляться дві пружні суцільні пластини 3. Між пружними пластинами 3 розміщений віброзбуджувач коливань у вигляді напірного рукава 4 з еластичного матеріалу, який попередньо здеформований пластинами 3 у поперечному напрямку до еліптичного перерізу, кінці якого приєднані до зовнішньої гідросистеми. Напірний рукав 4 обмежений паралельними напрямними упорами 5, висота яких не перевищує відстані між пружними пластинами 3, при цьому напрямні упори 5 нерухомо кріпляться до пружних пластин 3. До рамки 1 на підвісках 6 кріпляться канати 7. Зовнішня гідросистема складається з привідного двигуна 8, гідронасоса 9, автоматичного гідророзподільника 10 з керуванням по тиску, напірного трубопроводу 11 і зливної ємності 12, пружні пластини 3 кріпляться до рамки 1 через пружні ущільнювачі 13. Внутрішня порожнина напірного рукава 4 утворює робочу камеру 14 віброущільнювача. Пристрій для глибинного віброущільнення бетонних сумішей складається з корпусу у вигляді рамки 1, наприклад, прямокутної форми, до якої нерухомо за допомогою болтів 2 кріпляться дві пружні суцільні пластини 3. Між пружними пластинами 3 розміщений віброзбуджувач коливань у вигляді напірного рукава 4 з еластичного матеріалу, який попередньо здеформований пластинами 3 у поперечному напрямку до еліптичного перерізу, кінці якого приєднані до зовнішньої гідросистеми. Напірний рукав 4 обмежений паралельними напрямними упорами 5, висота яких не перевищує відстані між пружними пластинами 3, при цьому напрямні упори 5 нерухомо кріпляться до пружних пластин 3. До рамки 1 на підвісках 6 кріпляться канати 7. Зовнішня гідросистема складається з привідного двигуна 8, гідронасоса 9, автоматичного гідророзподільника 10 з керуванням по тиску, напірного трубопроводу 11 і зливної ємності 12, пружні пластини 3 кріпляться до рамки 1 через пружні ущільнювачі 13. Внутрішня порожнина напірного рукава 4 утворює робочу камеру 14 віброущільнювача.

Пристрій для глибинного віброущільнення бетонної суміші працює так. За допомогою підвіски рамку1 занурюють у бетонну суміш. Включають привідний двигун 8, який приводить в дію

гідронасос 9, при цьому в напірному трубопроводі 11 зовнішньої гідросистеми створюється тиск робочої рідини. Оскільки напірний трубопровід 11 пов'язаний з кінцями напірного рукава 4, тому цей тиск робочої рідини створюється і в робочій камері 14, при цьому напірний рукав 4 намагається набути форму свого первинного поперечного круглого перерізу. Напірний рукав 4, знаходячись між двома пружними пластинами 3, нерухомо сполученими болтами 2 через пружні ущільнювачі 13 з рамкою 1, чинить силову дію на пружні пластини 3, які деформуються і передають збурюючу силу у вигляді плоскої хвилі у бетонну суміш. Направляючі упори 5 перешкоджаютьхаотичному переміщенню напірного рукава 4 в просторі між двома пружними пластинами 3. При підвищенні тиску робочоїрідини в напірному трубопроводі 1 до заданного значення автоматичний гідророзподілювач 10 з управлінням по тиску, пов'язаний з напірним трубопроводом 11, сполучає її, а отже, і робочу камеру 14 із зливом 12. Тиск робочої рідини в зовнішній гидросистемі і робочій камері 14 різко падає. Пружні пластини 3 під дією внутрішніх сил пружності повертаються в первинне положення, знову заздалегідь деформуючи напірний рукав 4 в поперечному напрямі до еліптичного поперечного перерізу. Оскільки тиск в гідросистемі зменшився нижче величини спрацьовування автоматичного гідророзподільника 10, останній перекриває трубопровід 11 від зливу 12, тиск робочої рідини з нову зростає, і процес проходження плоскої спрямованої хвилі у бетонну суміш повторюється. При цьому наявність ущільнювачів 13 сприяє утворенню полічастотних коливань робочого орг ану віброущільнювача, утворення яких досягається також зміною параметрів гідроімпульсного приводу зовнішньої гідросистеми. Відповідним налагодженням пружини 13 двоступеневого плунжера 14, а також регулюванням продуктивності привідного насосу 9, можна в широких межах змінювати робочі параметри віброущільнення в результаті зміни частоти і амплітуди коливань двовипуклого порожнистого корпусу 1, тривалості проходження силового імпульсу в середовищі, яке ущільнюється. Проведено експериментальне дослідження запропонованої установки в реальних умовах глибинного ущільнення бетонної суміші. Отримані результати свідчать про ефективність її застосування.

Висновки

Запропоноване нове конструктивне виконання гідроприводної площинної установки для глибинного імпульсного ущільнення бетонних сумішей. На підставі отриманих результатів проведених експериментальних досліджень, які підтвердили якісне ущільнення бетонних сумішей, подібне устаткування може бути рекомендоване до практичного застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.с. № 1728440 (СРСР), МПК Е 04 С 21/08. Устройство для глибинного виброуплотнения бетонних смесей / І.В. Коц, В.С. Павленко. – 4666921/33; Заявл. 27.03.1989. Одерж. 23.04.1992, Бюл. № 15.
2. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т.4. Вибрационные процессы и машини. Под ред. Э.Э. Лавендела.1981. – 509 с.
3. Гидропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / М.Е. Иванов, И.Б. Матвеев, Р.Д. Искович-Лотоцкий, В.А. Пишенин, И.В. Коц. – М.: Машиностроение, 1977. – 174 с.
4. Стефанов Б.В., Русанова Н.Г., Волянский А.А. Технология бетонных и железобетонных изделий. К.: Вища школа, 1982. – 166 с.
5. Коц И.В. Разработка и исследование клапанов-пульсаторов для гидравлических приводов вибрационних и ударно-вибрационных узлов горных машин. – Дис... канд. техн. наук: 05.02.03. – Винница, 1994. – 227 с.

Куриленко Юрій Петрович – аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: Urakurilenko1@gmail.com

Коц Іван Васильович – кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Україна, м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет, E-mail: ivkots@i.ua

Kurylenko Yuriy P. – Postgraduate student of the Department of engineering systems in Construction,Vinnytsia National Technical University,Vinnytsia, E-mail: Urakurilenko1@gmail.com

Kots Ivan V. – Ph.D. (Eng.), professor of the Department of engineering in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: ivkots@i.ua

УДК 697.329

О.М. Черніченко
Л.М. Оцупок
С.М. Коломієць

ЕФЕКТИВНІ КОМБІНОВАНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ГЕЛІОПОКРІВЛЕЮ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ КОТЕДЖНОГО ТИПУ

Відокремлений структурний підрозділ Інституту інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури

Анотація

Доповідь присвячена вирішенню актуальної проблеми підвищення ефективності систем сонячного теплопостачання з геліопокрівлею, яка поєднує її конструктивно-архітектурну функцію з можливістю поглинання нею сонячної енергії та перетворення її в теплову енергію при зниженні матеріальних і трудових затрат

Ключові слова: геліопокрівля, сонячна енергетика, теплова потужність, система сонячного теплопостачання

Abstract

This report examines is devoted to the solution of the actual problem of increasing the efficiency of solar heat supply systems with solar radiation, which combines its structural and architectural function with the ability to absorb its solar energy and transform it into thermal energy with a reduction in material and labor costs.

Keywords*: solar heater, solar power, thermal power, solar heating system*

Вступ

Широке використання традиційних джерел енергії у світі призвело до появи ряду суттєвих екологічних проблем, серед яких найбільш важливими є збільшення викидів в атмосферу вуглекислого газу та зменшення товщини озонового шару. На сьогодні продовжує зростати вартість традиційних джерел енергії, їх запаси вичерпуються, а тому першочергово постає питання використання альтернативних або нетрадиційних джерел енергії, зокрема таких як сонячна, вітрова, геотермальна, гідроенергія, біоенергія тощо [1].

Найбільш потужним джерелом енергії для людства є Сонце, висока активність якого зберігатиметься ще щонайменше 3-4 мільярди років. Кількість сонячної енергії, що потрапляє на Землю, приблизно в 15 000 разів перевищує потреби населення нашої планети, але досить незначна її частина використовується на господарські потреби. Найпростішим та ефективним способом використання енергії Сонця, є перетворення її в теплову енергію, для чого використовують сонячні колектори. На даний час розроблено та використовується значна кількість сонячних колекторів різних конструкцій, що відрізняє їх за техніко-економічними показниками. Переважна більшість геліоколекторів виготовляється у формі плоских конструкцій, площа поверхні яких є визначальним фактором при оцінюванні кількості як падаючої на неї сонячної енергії так і ефективності перетворення її в теплову енергію. Істотним недоліком всіх плоских колекторів є нестабільність ефективності їх роботи впродовж світлового дня, висока вартість і трудомісткість виготовлення. Окрім цього, великорозмірна плоска поверхня прямокутної форми сонячних колекторів призводить до труднощів архітектурної та технологічної прив'язки необхідної кількості такого класу теплоприймачів безпосередньо на спорудах. При цьому створюється додаткове масове навантаження на конструкції споруд, на яких розміщуються сонячні колектори.

Виходячи з цього, широкі перспективи матимуть розроблення таких інженерно-технологічних рішень, які забезпечують можливість поєднання конструктивних і архітектурних функцій окремих елементів будівель та споруд з одночасним поглинанням ними сонячної енергії і перетворення її в теплову енергію при зниженні матеріальних і трудових затрат [1-3].

Із конструктивних елементів будівель особливої уваги на функцію теплопоглинача заслуговують поверхні покрівель з гофрованих металевих листів, що відкриває можливості більш ефективного вловлювання сонячного випромінювання в ранішні та вечірні години. У зв'язку з цим актуальним є розроблення геліопокрівлі, що поєднує функції сонячного колектора та металевої гофрованої частини скатного даху. Така система може бути застосована як в новобудовах, так і на існуючих покрівлях, та інтегруватися в традиційні комбіновані системи сонячного теплопостачання (ССТ).

Метою роботи є обґрунтування та розроблення комбінованої системи теплопостачання з геліопокрівлею, створення методу її розрахунку та підвищення ефективності.

Результати дослідження

Щорічно все більше загострюються питання, які пов'язані з подальшими шляхами розвитку енергетики. З одного боку, ріст населення та підвищення життєвого рівня людей сприяють нарощення потужностей енергетики швидкими темпами, а з іншого боку, екологічні проблеми, що виникають, виснаження природних джерел сировини, у першу чергу, нафти та газу, вимагають більш економічного та раціонального використання отриманої енергії.

Запасів нафти, які розвідані, людству вистачить приблизно на 50-100 років видобування, природного газу приблизно на 150-200 років. Запаси вугілля дещо більші, однак, основні його поклади зосереджені на досить великій глибині (понад 1000 м), що часто призводить до нещасних випадків та збільшує вартість його видобування. Крім того, спалювання викопних палив погіршує екологічну ситуацію на планеті та призводить до виникнення глобального потепління. Паливно-енергетичні ресурси з кожним роком стають дорожчими як для промисловості, так і для населення.

Таким чином виникає необхідність у здійсненні комплексних заходів щодо використання нових нетрадиційних джерел енергії. Вирішення цієї проблеми вимагає істотних змін у світовому енергетичному балансі. Альтернативою у цій сфері є використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії: енергії Сонця, вітру, надр землі, теплоти промислових та каналізаційних відходів, води тощо. Вони є повністю безкоштовними для людства і даються практично в необмеженій кількості. Над вдосконаленням та розробленням нетрадиційних джерел енергії працюють багато авторів як за кордоном, так і в Україні. Серед нетрадиційних поновлювальних джерел енергії провідною на даний час є сонячна енергія. Перевагами сонячної енергії є можливості її використання практично на всіх ділянках земної поверхні, безпосереднє перетворення її в теплову чи електричну.

Сонячна енергія – це невичерпне відновлюване джерело екологічно чистої енергії. Кількість сонячної енергії, що надходить на земну поверхню, в 10 тисяч разів більша від світового загального споживання енергії. Середньорічна кількість сонячної енергії, яка надходить за 1 день на 1 $м^2$ поверхні Землі, коливається від 7,2 МДж/$м^2$ на півночі до 21,4 МДж/$м^2$ на півдні. Міжнародним енергетичним агентством ще в 2007 році встановлено, що використання лише 1,5% кількості випромінюваної на нашу планету сонячної енергії забезпечило б всі сьогоднішні потреби світової енергетики, а реалізація її до 5% – зможе майже повністю покрити потреби на перспективу [2,3].

Клімат України дає потенційну можливість широкого використання сонячної енергії. Річний потік сонячного випромінювання на 1 $м^2$ горизонтальної поверхні в південних районах України становить близько 1100-1380 кВт·год, а тривалість сонячного випромінювання – приблизно 2000 год на рік. Кількість сонячної енергії, яка припадає на кожен квадратний метр земної поверхні, залежить від кута нахилу і широти місцевості, пори року, хмарності. Через малу густину падаючої сонячної радіації та зміну потоку впродовж доби та року її використання утруднене, але цілком перспективне і економічно рентабельне [2,3].

Розроблено конструкції геліопокрівлі для житлової будівлі котеджного типу, як складової ССТ, з використанням в ролі теплопоглинача профільно гофрованого металевого матеріалу покрівлі, що забезпечить зниження їх вартості та високу енергетичну ефективність.

Висновки

Проведено детальний аналіз перспектив використання сонячної енергії, а також розроблені реальні конструктивні рішення геліопокрівлі з використанням як теплопоглинача профільно гофрованого металевого матеріалу покрівлі. Розрахунки показали, що її застосування забезпечить досягнення

високої енергетичної ефективності при оптимальному рівні вартості виготовлення та монтажу даної по геліопокрівлі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії [О. Адаменко, В. Височанський,В. Льотко, М. Михайлів]. − Івано-Франківськ :Полум'я, 2000. − 208 с.

2. Бекман У. А. Расчет систем солнечного теплоснабжения / У. А. Бекман, С. А. Клейн, Дж. А. Даффи; пер. с англ. − М. : Энергоиздат. − 1982. − 80 с.

3. Будівельна кліматологія: ДСТУ – Н Б В. 1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123с.

Черніченко Оксана Миколаївна – викладач Відокремленого структурного підрозділу Інституту інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури, м. Немирів, e-mail: 2624181@i.ua

Оцупок Леся Миколаївна – викладач Відокремленого структурного підрозділу Інституту інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури, м. Немирів, e-mail: lesya-ocu@ukr.net

Коломієць Сергій Миколайович – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: serjkolomiets1@gmail.com

Chernichenko Oksana M. – lecturer of the Department of Structural Division of the Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Nemyriv, e-mail: 2624181@i.ua

Otsupok Lesia M. – lecturer of the Department of Structural Division of the Institute of Innovative Education of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Nemyriv, e-mail: lesya-ocu@ukr.net

Kolomiets Sergey M. – student,Vinnytsia National Technical University,Vinnytsia, e-mail: serjkolomiets1@gmail.com

.

УДК 621.18

С.В.Коновалов
Н.П.Коновалова

ГІПОТЕЗА ЩОДО МОЖЛИВОСТЕЙ ВИДІЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ «ВОДЯНОГО ГАЗУ» У ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОТЛАХ

Анотація

У матеріалах даної доповіді зроблений аналіз можливих варіантів видобування «водяного газу» безпосередньо у топках твердопаливних котлів. Запропонований власний спосіб відокремлення водню із пари води, що додатково подається в зону горіння. Цей спосіб базується на застосуванні спеціальних каталізаторів, які надають можливість здобування певної кількості водню, наявність якого в зоні горіння призводить до підвищення ефективності котельного агрегату.

Ключові слова: твердопаливний котел, водяний газ, водень, каталізатор, метод розрахунку, топка.

Abstract

The materials of this report have made an analysis of possible options for the extraction of "water gas" directly in furnaces of solid fuel boilers. The proprietary method of separating hydrogen from a water vapor, which is additionally fed into the combustion zone, is proposed. This method is based on the use of special catalysts, which provide the possibility of obtaining a certain amount of hydrogen, the presence of which in the combustion zone leads to an increase in the efficiency of the boiler unit.

Key words: solid fuel boiler, water gas, hydrogen, catalyst, calculation method, furnace.

Вступ

Водень — екологічно чистий енергоносій, до того ж практично невичерпний. Проте перехід енергетики на водневе паливо поки гальмують великі витрати енергії, необхідні для отримання водню з води процесом електролізу і відсутність якісних технологій інших способів отримання водяного газу.

У всьому світі вчені працюють над технологією розкладу води з метою отримання дешевої екологічно чистої енергії. На даний час застосовують метод електролізу, що відбувається при напрузі 1,6—2,0В та величині сили струму в десятки і більше ампер. Найсучасніші електролізери витрачають на одержання одного кубометра водню більше енергії, ніж можна отримати при його спалюванні.

При спалюванні одного кілограма водню отримують енергію в 120,9 МДж, або 33,6 кВт. З одного кілограма маси водню можна отримати понад 1200 літрів газу. У 1 літрі ННО міститься 0,667 літрів водню. Для отримання чистого водню в об'ємі 1 літр потрібні енерговитрати в 4,5Вт. Помноживши кількість необхідної енергії для отримання одного кілограма водню отримуємо 49,95 кВт. Віддача теплової енергії при згоранні 1 кг водню, в еквіваленті – 33,6кВт. Прямі втрати складають біля 32,7%. Хоча для електромобіля в якого є достатньо енергії холостого ходу на генератор, що підвищує коефіцієнт корисної дії і може складати біля 100%., так як генератор постійно знаходиться в роботі.

Однак, водень як паливо для опалення будівель дуже рано скидати з рахунків тому, що безліч груп дослідників ведуть пошуки нових ефективних методів отримання водню. Окрім електролізу на даний час відомі нові технології розкладу води на атомарний газ в топках при спалюванні деревини за рахунок використання різного виду каталізаторів як в конструкції самого пальника так і в суміші води, що подається в зону горіння.

Отримані результати

Як ефективний каталізатор для розщеплення води на водень і кисень, що працює в середовищі з нейтральним pH-фактором і при нормальній температурі, можуть виступати деякі кисневмісні сполуки платина, кобальт. Кобальт є більш поширеною в природі речовиною і тому він відносно

недорогий. Використання кобальтових каталізаторів може зіграти велику роль в реалізації планів переходу людства на альтернативні джерела енергії і палива.

Окрім електролізу, один із способів отримання «водяного газу» з пари води при горінні, що включає пропускання пари через електричне поле, використовують перегрітий пар з температурою 500-550^{0}С і пропускають його в топці через електричне поле постійного струму високої напруги, викликаючи тим самим дисоціацію пари і поділ на атоми водню і кисню.

Температура займання водню від 580 до 590^{0}С, розкладання води повинно бути нижче порога запалювання водню. Електронний зв'язок між атомами водню і кисню при температурі 550^{0}С ще достатній для утворення молекул води, але орбіти електронів вже спотворені, зв'язок з атомами водню і кисню ослаблена. Для того, щоб електрони зійшли зі своїх орбіт і атомний зв'язок між ними розпався, необхідно електронам додати ще енергії, але не тепла, а енергію електричного поля високої напруги. Тоді потенційна енергія електричного поля перетворюється в кінетичну енергію електрона. Швидкість електронів в електричному полі постійного струму зростає пропорційно квадратному кореню напруги, прикладеного до електродів.

Розкладання перегрітої пари в електричному полі може відбуватися при невеликій швидкості пари, а таку швидкість пари при температурі 550 ^{0}С можна отримати тільки в незамкнутому просторі.

Спосіб «залізопаровий» добування водню, полягає у відновленні гідрогену з водяної пари залізом за високої температури, коли «водяний газ» разом з водяною парою за температури 400 °С пропускають над каталізатором (оксид феруму чи кобальту), внаслідок чого карбон(II) оксид взаємодіє з водою і перетворюється на вуглекислий газ (так звана конверсія СО), $CO + H_2O$(пара) = $CO_2 + H_2$.

Відносно нагрівання, вода є досить стійкою сполукою. Вона практично не розкладається під час нагрівання до температури 1200 °С, і тільки за вищих температур термічно дисоціює на атом **Н** і групу **ОН**.

Ще один із способів, за температури понад 1300 °С водяна пара взаємодіє з розжареним коксом з утворенням водяного газу, який є сумішшю водню з карбон(II) оксидом. Вода, маючи підвищений поверхневий натяг, потрапляючи в зону горіння випаровується повільно, але температура горіння дров в зоні горіння висока, і достатня для інтенсивного випаровування її верхнього шару і утворення невеликої кількості водяного газу з молекул води і каталізатора, що проходять крізь нижню (каталітичну) і середню по висоті полум'я середніх температурних зон.

Термічне розкладання води при спалюванні дров, або вугілля на її хімічні компоненти, ряд хімічних реакцій з повітрям і каталізатором призводить до створення декількох паливних речовин і їх часткового займання у верхній, високотемпературній частині полум'я.

Ефективність приведеного процесу залежить від концентрації пари, швидкості руху молекул крізь температурні зони, величини температур цих зон, протяжності зон, а також каталітичних чинників.

Для отримання пари необхідно підготовити пристрій, що поміщається в основі полум'я. Перегріта водяна пара виходить з пристрою через низку отворів і проходить крізь вугілля, що горить і є одним із каталізаторів процесу виникнення «водяного газу».

При цьому вогнище частково переходить в режим горіння. Горюча газова суміш, що отримується при розкладанні водяної пари H_2O розжареним вугіллям С, має наступний, в граничному ступені чистоти, склад: об'ємом 50% водню і 50% окису вуглецю. Звичайно ж водяний газ містить, окрім названих складових частин, домішки вугільної кислоти, азоту і болотного газу. Склад «водяного газу» змінюється залежно від способу його отримання і початкового складу пального.

При визначенні нагрівальної здатності водяного газу і калорійності необхідно мати на увазі кількість тепла, що виділяється при згоранні газу.

Порівняння «водяного газу» з іншими газами по температурах горіння:

– кам'яновугільного (світильного) газу t = 2700°С;
– генераторного газу t = 2350°С;
– водяного газу t = 2859°С;
– водню t = 2669°С;
– окислу вуглецю t = 3041°С.

Тепловий ефект «водяного газу» є більш ефективний, оскільки в регенеративних топках повітря для горіння газоподібних видів палива нагрівається за рахунок частини тепла, що відводиться з топки.

Один складометр дров при спалюванні в системі опалення на практиці еквівалентний 200 м^3 газу. Теоретично вища теплотворна здатність деревини визначається як сума теплотворних здатностей її елементів і вираховується:

Q(ВТЗ) = 81С + 300Н — 26О

де: С, Н і О – процентний склад в деревині вуглецю, водню та кисню.

Склад абсолютно сухої деревини, незалежно від породи:

49,5% вуглецю, 6,3% водню, 44,1% кисню.

Відповідно:

Q(ВТЗ) = 81 х 49,5 + 300 х 6,3 – 26 х 44,1 = 4752.9 кКал/кг.

На практиці реальна масова теплотворна робоча здатність є нижчою, так як залежить від вологості деревини. При відповідній організації горіння органічних матеріалів в побутовому котлі з додатковим використанням води і каталізатора, можна отримати енергії значно більше ніж при звичайному спалюванню деревини чи вугілля.

Висновки

На підставі аналізу результатів проведених експериментальних досліджень встановлено, що для прикладу горіння деревини з каталізатором алюмінію або невеликого вмісту каталізатора у воді, температура зони горіння змінюється до 300^{0}С. Експериментально підтверджено, що при запропонованій організації процесу горіння органічних матеріалів в твердопаливному котлі з додатковим використанням води і каталізатора, можна отримати енергії значно більше ніж при звичайному спалюванню деревини чи вугілля. Відмічено підняття температури і тривалість горіння, що значно збільшується в часі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тепловой расчёт котельных агрегатов (нормативный метод) [Текст]. – Л.: НПО ЦКТИ, 1973. – 260 с.

2. Степанов, Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності [Текст]: монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, ГНК, 2010. – С. 250.

3. Степанов, Д. В. Технічні та екологічні показники водогрійнихкотлів потужністю до 100 кВт [Текст] / Д. В. Степанов, С. Й. Ткаченко І. Г. Чорна // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – № 1. – С. 114-117.

4. Фалендиш, А. П. Оцінка ефективності опалювальних котлів [Текст] / А. П. Фалендиш, О. В. Клецька, А. Р. Кутня // Тези доповідей 78-ї Міжнар. наук.-техн. конф. «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті». – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 160. – С. 56.

5. Nussbaumer T. Combustion and co-combustion of biomass: fundamentals, technologies, and primary measures for emission reduction / T. Nussbaumer // Journal Energy & Fuels. – 2003. – Vol. 17. – P. 1510–1521.

6. Yrjola J., Paavilainen J. Modelling and experimental studies on heat transfer in the convection section of a biomass boiler. Int. J. Energ. Res. 2006. Vol. 30 (12). P. 939–953.

7. Neshumayev D. Experimental investigation of various turbulator inserts in gas-heated channels / D. Neshumayev, A. Laid, T. Tiikma // Experimental Thermal and Fluid Science. – 2004. – vol. 28(8). – P. 877-886.

Коновалов Станіслав Васильович – керівник Відокремленого структурного підрозділу «Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва та архітектури», м. Немирів, e-mail: konovalov.sv@gmail.com

Коновалова Наталія Петрівна – викладач Немирівського коледжу будівництва та архітектури Вінницького національного аграрного університету, м. Немирів, e-mail: konovalova.np@gmail.com

Konovalov Stanislav V.– Head of the Separate structural unit "Institute of Innovation Education of the Kiev National University of Construction and Architecture", Nemiroff, e-mail: konovalov.sv@gmail.com

Konovalova Nataliya P. – teacher of the Nemyrivsky College of Construction and Architecture of Vinnytsia National Agrarian University, Nemiroff, e-mail: konovalova.np@gmail.com

УДК 628.8

Г.С. Ратушняк
Д. А. Шпіта

ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено комплексні фактори для експерта проекту з оцінювання технічного стану теплонасосної установки, що дає змогу отримати належні управлінські рішення з врахуванням кількісних та якісних збуджуючих факторів, які впливають на надійність та довговічність роботи теплонасосних установок. Це дозволяє використовувати експертно-лінгвістичну інформацію для прогнозування технічного стану теплонасосної установки в залежності від факторів, що її обумовлюють.

Ключові слова: теплонасосна установка, прогнозований технічний стан, умови експлуатації,фактори впливу.

Abstract

The complex factors for the expert of the project for estimation of the technical condition of the heat pump installation are given, which enables to obtain the proper management decisions taking into account the quantitative and qualitative excitatory factors that affect the reliability and durability of the work of the heat pump installations. This allows the use of expert-linguistic information to predict the technical state of the heat pump plant, depending on the factors that cause it.

Keywords: heat pump installations, projected technical condition, operating conditions, factors of influence.

Вступ

Незважаючи на широке застосування теплонасосних установок, які використовують низькопотенційні джерела теплоти різних джерел, відсутнє наукове обґрунтування надійності їх технічного стану з врахуванням кількісних та якісних чинників [1,2].

В процесі експлуатації виявляються помилки і прорахунки, допущені при виборі теплонасосної установки, а також якість виготовлення будівельних конструкцій і монтажу обладнання. Тому є велика відповідальність, яка полягає не тільки в правильній експлуатації теплонасосної установки, але й в своєчасному виявленні і усуненні можливих будівельних, заводських і монтажних дефектів. У зв'язку з цим виникає необхідність кількісно оцінити її надійність, визначити тривалість роботи обладнання до виведення в ремонтний стан, тривалість збереження оптимальних параметрів.

Результати дослідження

У процесі експлуатації можуть виникати різні неполадки внаслідок неправильного обслуговування, несправності обладнання теплонасосної установки, зміни зовнішніх умов експлуатації [3,4]. Основні неполадки, що впливають на економічність і безпеку роботи теплонасосної установки наступні:

Зниження температури кипіння призводить до збільшення питомої витрати електроенергії (приблизно на 4-4,5 % на 1°С). Температура кипіння може знизитись у випадку, коли продуктивність увімкнених компресорів більша, ніж продуктивність увімкнутих охолоджувальних приладів або випарників.

Погіршення інтенсивності теплообміну у випарнику може спричинити зниження температури кипіння. Велика товщина інею на зовнішній поверхні охолоджувальних приладів та замаслювання внутрішньої поверхні значно погіршують умови теплопередачі від повітря до холодоагенту і призводять до зниження температури кипіння. Засмічування фільтрів на розсільних трубопроводах,

вихід із ладу насосів для перекачування холодоносіїв, мішалок призводять до зниження температури кипіння.

Недостатня подача холодоагенту у випарну систему чи брак холодоагенту в системі також може бути причиною зниженої температури кипіння.

Підвищення температури конденсації. Призводить до зменшення холодопродуктивності компресора й одночасно до збільшення питомої витрати електроенергії. Підвищення температури конденсації на 1°С призводить до зростання питомої витрати електроенергії на 2-2,5 %. Підвищена температура конденсації при оборотному водопостачанні конденсаторів може бути спричинена незадовільною роботою градирні.

Підвищення температури конденсації може бути викликане такими факторами:

– погіршенням теплопередачі в конденсаторі в зв'язку із забрудненням теплопередавальної поверхні;

– засміченням форсунок або інших водорозподільників у градирнях, випарних конденсаторах, вертикальних кожухотрубних і зрошувальних конденсаторах;

– недостатньою подачею води або повітря в конденсатор;

– наявністю в конденсаторі повітря або інших не конденсовних газів;

– затопленням частини теплообмінної поверхні конденсатора рідким холодоагентом.

Підвищена температура конденсації може встановитися і тому, що поверхня включених у роботу конденсаторів не відповідає продуктивності включених у роботу компресорів.

Деякі несправності в самому компресорі можуть стати причиною підвищеної температури нагнітання. Зношення циліндра компресора, нещільності нагнітальних або всмоктувальних клапанів призводить до перемішування нагрітої пари до пари, що надходить з випарника, й викликає підвищення температури пари в кінці стискання. Недостатня подача води в охолоджувальну оболонку компресора або відкладання водяного каменя на стінках охолоджувальної оболонки погіршує охолодження циліндра й спричиняє підвищення температури стиснутої пари. Розігрівання стінок циліндра і, як наслідок, зростання температури стиснутої пари можуть відбуватися через порушення змащування поверхні циліндра й підвищеного тертя поршневих кілець об стінки.

Несправності у роботі установок відбуваються внаслідок конструктивного недоопрацювання окремих деталей і вузлів, помилок, допущених при їх виготовленні, недотриманні вимог інструкцій та норм експлуатації [4,6]. Наприклад, дефекти при виготовленні всмоктувальних і нагнітальних клапанів і поршневих кілець, неправильний їх монтаж, недотримання правил експлуатації, неякісний ремонт призводять до зниження енергетичних показників компресора.

Причинами, які порушують нормальний режим роботи клапанів компресора, є заїдання клапанних пластин при неправильному збиранні та забрудненні, установлення пружин із жорсткістю, що не відповідає розрахунковій, наявність нагару на деталях клапана, спрацювання сідла і клапанних пластин та інші дефекти. Причина недостатньої довговічності клапанів – важкі умови роботи, що викликають руйнування пластини від втомленості.

У багатьох випадках надійність і довговічність теплонасосної установки залежать від безвідмовної роботи запобіжних і зворотних клапанів, засувок, запірних і регулювальних вентилів. Погнутість та заїдання шпинделя, перекіс, надмірне затискання та зношення сальникового набиття, поломка і погане припасування до сідла та інші дефекти арматури порушують нормальну роботу теплонасосної установки.

ВИСНОВКИ

Фактори, які впливають на надійність та довговічність роботи теплонасосних установок є комплексними та характеризуються кількісними і якісними показниками. Уникнення вагомих помилок на етапі проектування, встановлення та підтримування на заданому рівні під час

експлуатації потребує розроблення експертно-аналітичної моделі оцінювання надійності технічного стану теплонасосних установок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії України / НАН України, Інститут відновлюваної енергетики, Держ. ком. України з енергозбереження –К., 2005.– 45 с.
2. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України. [Електронний ресурс]- Режим доступу: http://eco.com.ua/content/analiz-suchasnogo-stanu-alternativnoi-energetiki-ta-rekomendatsii-po-ekologizatsii-palivno-e
3. Рудометкин Ф.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных ус¬тановок. / Ф. И. Рудометкин, Г. В. Недельский – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 376 с.
4. Холодильні установки: підручник – 6 - е вид., перероблене і доповнене / І. Г. Чумак, В. П. Чепурненко, С. Ю. Лар'яновський та ін.; за ред. І.Г.Чумака. – Одеса: Пальмира, 2006.-552 с.
5. Теплові насоси. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://tteh.com.ua/pub.php?id=15&lang=ukr.
6. Навчальний посібник. Низькопотенційна енергетика. А.О.Редько, М.К. Безродний, М.В. Загорученко, О.Ф. Редько, Г.С. Ратушняк, М.Г.Хмельнюк. Харків 2016.
7. Мальований М. С. Світовий досвід, переваги та недоліки застосування теплових насосів у теплоенергетиці України / М. С. Мальований, О. Ю. Берлінг // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3 – С. 89–94.
8. Адаменко О. М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія./ О.М. Адаменко, В. А. Височанський , В. М. Льотко – Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. – 432с.
9. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев
Земли: монографія / Г. П. Васильев. – М: Издательский дом «Граница», 2006. –176 с., ил. С. 62 – 66.
10. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Москомархитектура. ГУП "НИАЦ", 2001
11. Амерханов Р. А. Гетротермальная энергия в системах теплоснабжения / Р. А. Амерханов // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28, № 2. – С.30-34.
12. Ратушняк Г. С. Моделювання надійності систем теплопостачання на основі лінгвістичної інформації. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Ратушняк Г. С., Левицький О., Ратушняк О.Г. Вінниця, УНІВЕРСУМ. - 2004. - С. 179-192.
13. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посіб./ Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула , К. В. Анохіна – Вінниця: ВНТУ, 2010.
14. Безродний М. К. Оптимальна робота теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти ґрунту / М. К. Безродний, Н. О. Притула // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". -2012.-№1.-С.7.
15. Вісник машинобудування та транспорту «Аналіз факторів оцінки надійності теплового насоса»
Ратушняк Г.С., Шпіта Д.А. Вінниця 2018 р.

Георгій Сергійович Ратушняк — канд. техн. наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ratusnakg@gmail.com

Дмитро Анатолійович Шпіта— аспірант, кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця : DimaShpita95@e-mail.ua

Heorhiy S. Ratushniak — Ph.D., Professor of the Department of Engineering Systems in Construction,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ratusnak@gmail.com

Dmitri A. Shpita— postgraduate, Department of the Department of Engineering Systems in Construction,, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : DimaShpita95@e-mail.ua

УДК 664.723.047

И. Л. Бошкова
Н. В. Волгушева
И. И. Мукминов
О. С. Бондаренко

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ПОДВОДА ТЕПЛОТЫ

Одесская национальная академия пищевых технологий

Отмечается, что микроволновой нагрев при сушке способен привести к существенному сокращению затрат энергии. Микроволновую сушку целесообразно применять в диапазоне влагосодержаний, характерных для зерновых. Определено, что существенными сдерживающими факторами применения методов микроволнового нагрева является недостаточная полнота теоретических и экспериментальных исследований. Работа проведена с целью установления рационального способа микроволнового нагрева. Исследования проводились на экспериментальной установке, позволяющей реализовывать различные способы подвода теплоты при сушке зерновых. Установка обеспечивает проведение исследований при микроволновой, микроволново-конвективной и конвективной сушке. Эксперименты проводились с плотным слоем зерен овса при фиксированном начальном влагосодержании. По результатам всех опытов получена зависимость безразмерного влагосодержания от безразмерной скорости сушки. Сравнение сушки при микроволновом и при микроволново-конвективном подводе показало, что увеличение скорости продуваемого воздуха и его температуры способствует увеличению скорости сушки. Представлена обобщающая эмпирическая зависимость, которая позволяет оценить влияние скорости воздушного потока и его температуру на скорость сушки, которая осуществляется при использовании микроволнового нагрева. Проведено сопоставление скорости сушки и удельных затрат энергии при различных способов подвода теплоты. Получено, что оптимальным является одновременный МВ-конвективный способ подвода энергии, при котором достигаются максимальная скорость сушки, минимальные удельные затраты энергии и температура материала не превышает допустимую.

Ключевые слова: микроволновой нагрев, конвективный, влагосодержание, скорость сушки, удельные затраты энергии

ВВЕДЕНИЕ

Исследование сушки при микроволновом нагреве показывает возможность существенного сокращения затрат энергии [1]. Микроволновой нагрев в режимах сушки демонстрирует существенную интенсификацию процесса [2]. При увеличении выходной мощности магнетрона в 4 раза длительность сушки снижается примерно в 5 раз. Однако в работе не приводится анализ влияния вида материала и объема загрузки на необходимые характеристики, такие как длительность обработки и выходная мощность магнетрона. Продолжаются исследования микроволновой сушки фруктов и овощей [2, 3], однако сушка сырья с высоким влагосодержанием не представляется целесообразной. Это приводит к потере качества и большим затратам энергии, поскольку основным веществом, поглощающим электромагнитную энергию, является вода. Микроволновая сушка зерновых, уровень влагосодержания которых составляет 20-22 %, является перспективной. На примере исследования кинетики сушки крупы гречихи в микроволновом электромагнитном поле показано, что кривые сушки содержат периоды, наблюдаемые при других способах подвода теплоты [4].

Особое внимание уделяется изучению температурного поля в материале для установления рациональных режимов [5, 6]. Большое значение имеет анализ неоднородности нагрева, что вызвано формой материала и его составом, а также неоднородным распределением электромагнитного поля в микроволновой камере [6].

Анализ литературных данных позволяет сделать следующий вывод. Существенными сдерживающими факторами применения методов микроволнового нагрева является недостаточная

полнота теоретических и экспериментальных исследований. Недостаток данных не позволяет прогнозировать эффекты, возникающие в материале под действием микроволнового поля.

Цель исследований – установить, какой способ подвода энергии (микроволновой, микроволново-конвективный, конвективный) и какие режимные характеристики обеспечивают высокую интенсивность процесса сушки и необходимое качество готового продукта при минимальных энергозатратах.

Результаты исследования

Для достижения поставленной цели проводились эксперименты при различных режимах. При обработке опытных данных определялись закономерности изменения среднеинтегральных влагосодержаний и температур, скорость сушки, затраты энергии на 1 кг испаренной влаги.

Экспериментальная установка представлена на рис. 1.

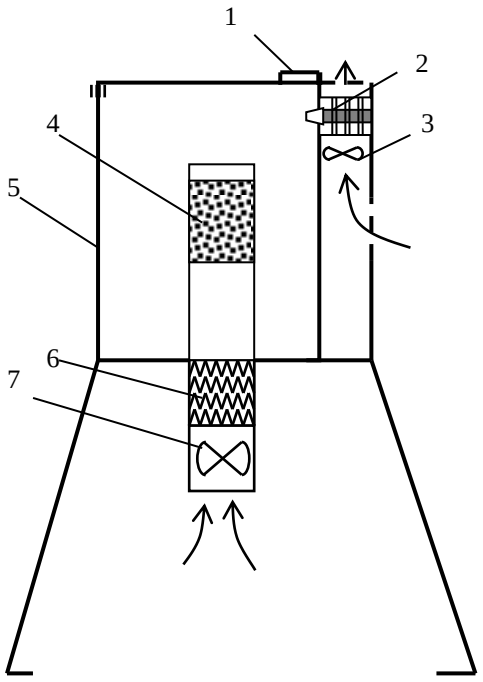


Рис. 3.1. Схема установки для исследования кинетики сушки зерновых материалов при микроволновом и конвективном нагреве.

1 – дверца, 2 – магнетрон, 3 – вентилятор системы охлаждении магнетрона, 4 – экспериментальная ячейка с материалом для исследований, 5 – рабочая камера, 6 – электронагреватель, 7 – вентилятор.

Установка обеспечивает проведение исследований при микроволновой, микроволново-конвективной и конвективной сушке. Внутри рабочей камеры установлен воздуховод из радиопрозрачного материала, в который помещалась ячейка, изготовленная в форме параллелепипеда из полиэтиленовой сетки. В экспериментальную ячейку засыпалось нужное количество зерна. Размеры ячейки строго соответствовали размерам воздуховода, с тем, чтобы при продувке материала воздухом не происходило боковых перетечек.

Установка работает следующим образом. При исследовании микроволновой сушки зерно помещается в ячейку и закладывается в микроволновую камеру. Включается магнетрон 2 и по секундомеру отслеживается заданное время экспозиции. Затем магнетрон отключается, ячейка с зерном изымается и взвешивается на электронных весах. Измеряется температура в нескольких точках по толщине слоя.

При исследовании микроволново-конвективной сушки включется магнетрон и вентилятор 3, который продувает воздух через слой зерна. Для исследования микроволново-конвективной сушки нагретым воздухом совместно с вентилятором 7 включается нагреватель 6 с регулируемой мощностью, который обеспечивает нагрев воздуха до требуемой температуры. При исследовании конвективной сушки магнетрон не включается, через слой продувается воздух заданной температуры и с заданным расходом.

Опыты при различных способах подвода энергии проводятся с одним и тем же материалом. Во всех опытах мощность, потребляемая магнетроном из сети P_c, начальные масса m_0 и влагосодержание u_0 материала, а также размеры и форма образца, помещаемого в микроволновую камеру, одинаковы.

Исследование кинетики сушки проводилось на следующих режимах: пульсирующий и непрерывный микроволновой подвод энергии, микроволново-конвективный подвод, циклический и непрерывный, и конвективный. При пульсирующем режиме периоды микроволнового подвода чередуются с паузами. Изучается влияние длительности включения магнетрона τ_{MB} и пауз τ_n на закономерности изменения температур и влагосодержания материала, скорость сушки и удельные энергозатраты.

В опытах измеряют мощность магнетрона, начальные и конечные массы (m_0, $m_к$) и температуры (t_0, $t_к$), продолжительность и количество включений магнетрона (τ_{MB}, n_{MB}) и пауз (τ_n, n_n). При обработке данных определяют следующие величины:

- убыль влаги:

$$\Delta m = m_0 - m_к, \text{ кг} \tag{1}$$

- начальное и конечное влагосодержание материала:

$$u_0 = \frac{m_0}{m_{сух}}, \qquad u_к = \frac{m_к}{m_{сух}}, \text{ кг/кг}, \tag{2}$$

где $m_{сух}$ – масса абсолютно сухого материала,

- общую продолжительность процесса сушки:

$$\tau_\Sigma = \tau_{MB} \cdot n_{MB} + \tau_n \cdot n_n, \tag{3}$$

- скорость сушки:

$$N = \frac{u_0 - u_к}{\tau_\Sigma}, \text{ кг/(кг·с)} \tag{4}$$

- суммарные энергозатраты:

$$Q_\Sigma = P_c \cdot \tau_{MB} \cdot n_{MB} \tag{5}$$

- полезный тепловой поток, израсходованный на испарение влаги и нагрев материала:

$$Q_{пол} = \Delta m \cdot r + \frac{m_0 + m_к}{2} c_{вл.м} (t_к - t_0), \text{ Дж} \tag{6}$$

где $c_{вл.м}$ – теплоемкость влажного материала, Дж/(кг·К)

- удельные энергозатраты:

$$q_{уд} = \frac{Q_\Sigma}{\Delta m}, \text{ Дж/кг.вл} \tag{7}$$

КПД установки, т.е соотношение полезных и суммарных энергозатрат, позволяющие оценить эффективность использования энергии:

$$\eta = \frac{Q_{пол}}{Q_\Sigma} \tag{8}$$

- суммарные энергозатраты:

$$Q_\Sigma = \left[P_{вент} \cdot n_к + G_в \cdot c_{рв} \cdot \left(t_в^к - t_{о.с.}\right)\right] \cdot \tau_к \cdot, \text{ Дж} \tag{9}$$

По результатам всех опытов получают уравнения для безразмерных влагосодержания и температуры.

Обработка результатов всех экспериментов, приведенных в данной главе, в безразмерных координатах $\frac{u}{u_0} = f\left(\frac{N\tau}{u_0}\right)$, представлена на рис. 2. Видно, что все точки укладываются на одну линию, т.е. независимо от способа и режима подвода энергии, безразмерное влагосодержание однозначно определяется комплексом $\frac{N\tau}{u_0}$. Пунктирной линией представлена зависимость, полученная ранее [5]. Можно отметить вполне приемлемую корреляцию между этими

зависимостями. Однако погрешность экспериментов в данной работе была существенно меньше, что позволяет считать полученную зависимость более точной.

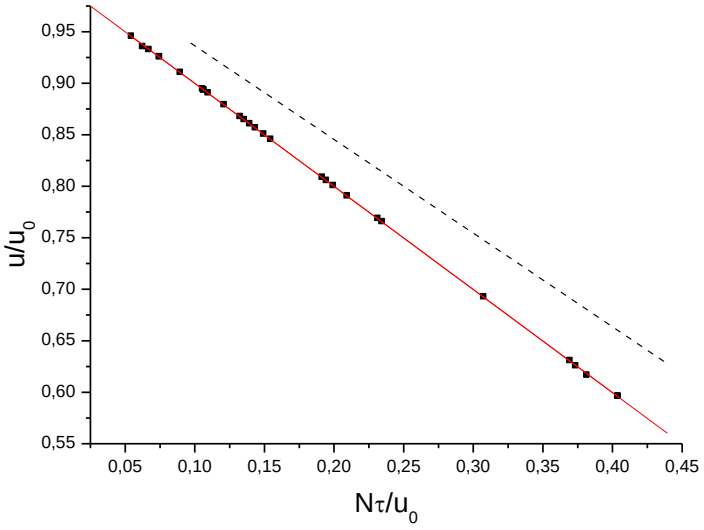


Рис. 2. Обобщающая зависимость безразмерного влагосодержания от комплекса $\frac{N\tau}{u_0}$ для различных способах подвода теплоты.

Линейная зависимость может быть представлена формулой (10):

$$\frac{u}{u_0} = 1 - \frac{N\tau}{u_0} \qquad (10)$$

Сравнение сушки при микроволновом и при микроволново-конвективном подводе показывает, что увеличение скорости продуваемого воздуха и его температуры способствует увеличению скорости сушки. Этот результат отражается зависимостью, которая обобщает соответствующие экспериментальные данные:

$$\frac{N_{\text{МВ-К}}}{N_{MB}} = 1 + 0{,}0003937\,\text{Re}^{0{,}799}\left(\frac{t_{\text{в}}}{t_{\text{о.с.}}}\right)^{1{,}037} \qquad (11).$$

Здесь где $N_{\text{МВ-К}}$ – скорость сушки при микроволново-конвективном подводе энергии, $N_{\text{МВ}}$ при микроволновом подводе, $t_{\text{в}}$ температура воздуха, продуваемого сквозь слой материала, $t_{\text{о.с.}}$ температура окружающей среды.

Формула справедлива с погрешностью 5,7 % при числах Рейнольдса до $\text{Re} = 4500$ температурах вентилирующего воздуха в пределах $t_{\text{в}} = 19 \div 70$ °С.

В табл. 1 приведены данные по сушке при режимах, обеспечивающих наиболее благоприятные характеристики процесса.

Таблица 1

Характеристики процессов сушки при разных способах подвода энергии

Режим	Вид и режим подвода энергии	Скорость сушки, кг/(кг·с)	Удельные затраты энергии, МДж/кг
1	МВ непрерывный	$4{,}5\cdot10^{-4}$	15,79
2	МВ-пульсирующий	$4{,}4\cdot10^{-4}$	8,13
3	МВ-конвективный, циклический	$4{,}3\cdot10^{-4}$	9,07
4	МВ-конвективный, одновременный	$12{,}7\cdot10^{-4}$	5,65
5	Конвективный	$4{,}1\cdot10^{-4}$	34,82

Приведенные выше данные были получены на одном виде зерновых материалов (овес).

Выводы

Оптимальным является одновременный МВ-конвективный способ подвода энергии, при котором достигаются максимальная скорость сушки, минимальные удельные затраты энергии и температура материала не превышает допустимую.

Характеристики режима при циклическом МВ-конвективном подводе соответствуют характеристикам режима при пульсирующем МВ-подводе, однако установка усложняется из-за необходимости организации продувки.

При конвективном подводе достигается примерно такая же скорость сушки, как и при микроволново-конвективном, но энергозатраты значительно выше.

Продувка через слой сушильного агента одновременно с объемным МВ нагревом интенсифицирует межкомпонентный тепло- и массообмен, ускоряет испарение влаги, перемещающейся в результате термодиффузии из объема зерен к их поверхности. В результате существенно (почти втрое) возрастает скорость сушки, снижается продолжительность процесса и удельные энергозатраты (примерно на 40 %). В таком случае усложнение установки за счет системы транспорта и подогрева воздуха вполне оправдано.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] P. Rattanadecho, N. Makul. Microwave-Assisted Drying: // A Review of the State-of-the-Art. – 2016. – Vol. 34 (1). – P. 1-38.

[2] Babak Mohammadi1 , Shahrzad Busaleyki1 , Rosa Modarres1 , Ehsan Yarionsorudi1 , Mehrdad Fojlaley2. Sasan Andik. Investigation of microwave application in agricultural production drying // International Journal of Technical Research and Applications. – 2014. – Vol.-2, Iss. 1, – P. 69-72.

[3] Dadali G, Demirhan E, Özbek B, Belma Oezbek. Microwave heat treatment of spinach: drying kinetics and effective moisture diffusivity // Dry Technol. – 2007. – Vol.25, Iss. 10. – P. 1703–1712.

[4] V.A. Kalender'yan, I.L. Boshkova N.V. Volgusheva. Kinetics of microwave drying of a free-flowing organic material // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2006. – Vol. 79, No.3. – P. 111-113.

[5] Календерьян В.А., Бошкова И.Л. Волгушева Н.В. Влияние режимных параметров на распределение температур в движущемся плотном слое дисперсного материала при микроволново-конвективной сушке // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т.32, № 1. – С. 37-44.

[6] Hao Feng, Yun Yin Juming Tang. Microwave Drying of Food and Agricultural Materials: Basics and Heat and Mass Transfer Modeling // Food Engineering Reviews. – 2012. – Vol. 4, Iss. 2, – P. 89–106.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв ОНАХТ

Бошкова Ирина Леонидовна **–** д-р техн. наук, профессор кафедры теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 096-3316521; e-mail: boshkova.irina@gmail.com

Волгушева Наталья Викторовна – канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 067-1139646, *natvolgusheva@gmail.com*.

Мукминов Игорь Игоревич **–** аспирант кафедры теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий,, Одесса; тел. 067 – 1870963; e-mail: fatalrew@gmail.com.

Бондаренко Оксана Станиславовна - аспирант кафедры теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 098 – 4539556, boshkova.irina@gmail.com

I. L. Boshkova
N. V. Volgusheva
I. I. Mukminov
O. S. Bondarenko

Experimental researches of drying of grain materials at various method of heat supply

Odessa National Academy of Food Technologies

It is noted that microwave heating during drying can lead to a significant reduction in energy costs. Microwave drying is advisable to apply in the range of moisture content characteristic of cereals. It is determined that the insufficient completeness of theoretical and experimental studies is a significant limiting factor in the application of microwave heating methods. The work was carried out in order to establish a rational method of microwave heating. The studies were carried out on an experimental installation, which allows implementing various methods of supplying heat during drying of grain crops. The installation provides research during microwave, microwave-convective and convective drying. The experiments were carried out with a dense layer of oat grains with a fixed initial moisture content. According to the results of all experiments, the dependence of the dimensionless moisture content on the dimensionless drying rate was obtained. Comparison of drying with microwave and microwave convective heating showed that an increase in the speed of the air and its temperature contributes to an increase in the drying speed. A generalizing empirical dependence is presented, which allows one to evaluate the effect of the air flow rate and its temperature on the drying rate, which is carried out using microwave heating. A comparison is made of the drying rate and specific energy consumption for various methods of supplying heat. It was found that the simultaneous MW-convective method of supplying energy is optimal, in which the maximum drying speed, the minimum specific energy consumption and the temperature of the material do not exceed the permissible.

Keywords: microwave heating, convective, moisture content, drying speed, specific energy consumption.

Boshkova Irina Leonidovna – dr. tech. sciences, Professor of Department of Power Engineering and Pipeline Transport of Energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 096-3316521, e-mail: boshkova.irina@gmail.com

Volgusheva Natalya Viktorovna – phD, Associate Professor, Department of Power Engineering and Pipeline Transport of Energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 067-1139646, *natvolgusheva@gmail.com*.

Mukminov Igor Igorevich – graduate student, Department of Power Engineering and Pipeline Transport of Energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 067 – 1870963; e-mail: fatalrew@gmail.com

Bondarenko Oksana Stanislavovna – graduate student, Department of Power Engineering and Pipeline Transport of Energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 098 – 4539556, boshkova.irina@gmail.com

І. Л. Бошкова
Н. В. Волгушева
І. І. Мукмінов
О. С. Бондаренко

Експериментальні дослідження сушіння зернових матеріалів при різних способах підведення теплоти

Одеська національна академія харчових технологій

Відзначається, що мікрохвильовій нагрів при сушінні здатний привести до істотного скорочення витрат енергії. Мікрохвильову сушку доцільно застосовувати в діапазоні вологовмісту, характерному для зернових. Визначено, що істотними стримуючими факторами застосування методів мікрохвильового нагріву є недостатня повнота теоретичних і експериментальних досліджень. Робота проведена з метою встановлення раціонального способу мікрохвильового нагріву. Дослідження проводилися на експериментальній установці, що дозволяє реалізовувати різні способи підведення теплоти при сушінні зернових. Установка забезпечує проведення досліджень при мікрохвильовому, мікрохвильово-конвективному і конвективному сушінні. Експерименти проводилися з щільним шаром зерен вівса при фіксованому початковому вологовмісту. За результатами всіх дослідів отримана залежність безрозмірного вологовмісту від безрозмірної швидкості сушіння. Порівняння сушки при мікрохвильовому і при мікрохвильовому-конвективному підводі показало, що збільшення швидкості повітря, що продувається, і його температури сприяє збільшенню швидкості сушіння. Представлена узагальнююча емпірична залежність, яка дозволяє оцінити вплив швидкості повітряного потоку і його температури на швидкість сушіння, яка здійснюється при використанні мікрохвильового нагрівання. Проведено зіставлення швидкості сушіння і питомих витрат енергії при різних способів підведення теплоти. Отримано, що оптимальним є одночасний МХ-конвективний спосіб підведення енергії, при якому досягаються максимальна швидкість сушіння, мінімальні питомі витрати енергії і температура матеріалу не перевищує допустиму.

Ключеві слова: мікрохвильовий нагрів, конвективний, вологовміст, швидкість сушіння, питомі витрати енергії

Бошкова Ірина Леонідівна - д-р техн. наук, професор кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій, Одеса, тел. 096-3316521, e-mail: boshkova.irina@gmail.com.

Волгушева Наталя Вікторівна - канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій, Одеса, 067-1139646, *natvolgusheva@gmail.com*.

Мукмінов Ігор Ігорович – аспірант кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій,, Одеса, 067 – 1870963; e-mail: fatalrew@gmail.com.

Бондаренко Оксана Станіславівна – аспірант кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій,, Одеса, 098 – 4539556, boshkova.irina@gmail.com

УДК 536.24:66.045.132

И. Л. Бошкова
Н. В. Волгушева
Т. Ю. Дементьева

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОВОЛНОВО-КОНВЕКТИВНЫХ СУШИЛОК ДЛЯ ЗЕРНА

Одеська національна академія харчових технологій

Рассматривается вопрос повышения энергоэффективности микроволново-конвективных сушилок для зерна. Изучаются два варианта утилизации теплоты: в первом предварительный подогрев осуществляется за счет теплоты воздуха из охладителя зерна, во втором подогрев осуществляется за счет теплоты воздуха из системы воздушного охлаждения магнетронов. Сравнение сушилок проводилось по следующим характеристикам: объем сушилки, время сушки, количество магнетронов, потребляемая мощность, удельный (на килограмм испаренной влаги) расход теплоты. Проанализировано влияние изменения скорости зерна на соотношение высоты и поперечного сечения сушилки. Изучено влияние температуры воздуха, поступающего в сушилку из охладителя высушенного материала, на температуру материала и воздуха по высоте сушилки, и на расход энергии на нагрев зерна. Расчеты показали, что второй вариант является предпочтительным. Кроме значительного улучшения массогабаритных характеристик, при заданных параметрах необходимое количество магнетронов уменьшается на двенадцать единиц. Утилизация теплоты воздуха от системы воздушного охлаждения анодных блоков магнетронов в микроволново-конвективной сушилке позволяет существенно уменьшить потребляемую энергию по сравнению со схемой, которая предполагает утилизацию теплоты от охладителя высушенного материала.

Ключевые слова: утилизация теплоты, магнетроны, предварительный подогрев, охладитель зерна, потребляемая мощность

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для сушки зерновых наиболее распространены конвективные сушилки, имеющие ряд существенных недостатков, которые могут быть устранены при микроволново-конвективном подводе теплоты [1, 2]. Получены убедительные доказательства применимости микроволновых технологий и целесообразности разработок микроволновых сушилок. При сушке зерна в микроволновом (МВ) поле удачно сочетаются процессы удаления влаги и дезинсекции [3]. Преимущества микроволновой сушки связаны с особенностями преобразования энергии микроволнового поля в тепловую [4]. При конвективном (как и при кондуктивном) методе сушки температура на поверхности зерна выше, чем внутри, при этом направление градиентов температуры и давления препятствуют перемещению влаги к поверхности. Нагрев материала в МВ поле производит обратное действие: температура внутри материала становится выше, чем на поверхности, и градиенты температуры и давления способствуют ускорению процесса сушки.

В [5] отмечается, что микроволновой нагрев имеет ряд положительных характеристик, таких как высокоэффективный нагрев по объему материала, возможность организации равномерного распределения температуры и использование «чистой» энергии. Однако при этом существует опасность ухудшения качества материала, если на начальном этапе допустить быстрое испарение влаги и интенсивный рост температуры. Поэтому чаще используют микроволновой нагрев в сочетании с другими способами подвода теплоты, как, например, микроволново-конвективная сушка [7, 8] и вакуумно-микроволновая сушка [9, 10, 11]. Существует ряд нерешенных вопросов, связанных с повышением энергоэффективности промышленных микроволновых установок.

Целью работы является определение целесообразности утилизации теплоты, отводимой от магнетронов, для повышения энергоэффективности микроволново-конвективных сушилок.

Результаты исследования

Рассматривается вопрос повышения энергетической эффективности микроволново-конвективных зерносушилок путем уменьшения затрат энергии за счет утилизации теплоты. Целесообразно рассмотреть две схемы: в первой предварительный подогрев осуществляется за счет теплоты воздуха из охладителя зерна (рис. 1). При этом необходимо использование рекуперативного теплообменника, т.к. после охладителя воздух будет влажным. Во второй схеме подогрев осуществляется за счет теплоты воздуха из системы воздушного охлаждения (СВО) магнетронов (рис. 2). В этом случае нет необходимости в рекуперативном теплообменнике, можно осуществлять непосредственную продувку слоя воздухом, т.е. разработать контактный теплообменник.

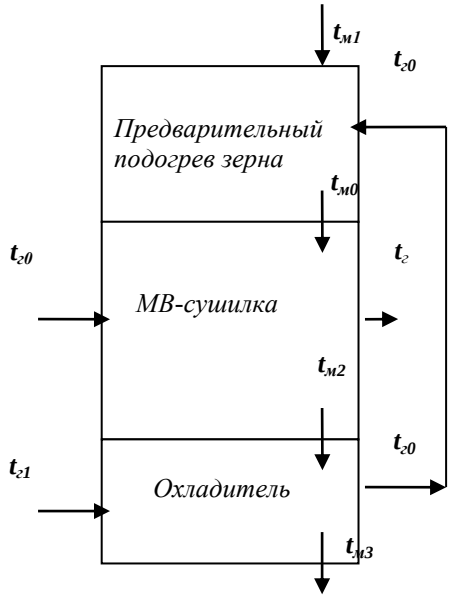


Рис. 1. Схема движения теплоносителей с предварительном подогревом зерна от воздуха после охладителя

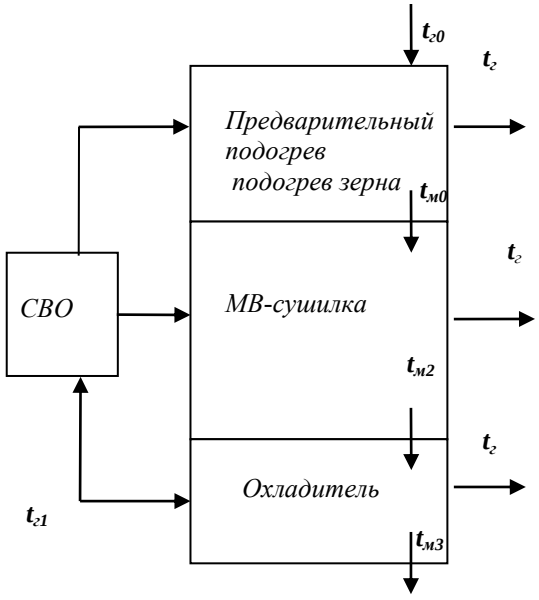


Рис. 2. Схема движения теплоносителей с предварительном подогревом зерна от воздуха из системы охлаждения магнетронов

В результате расчета определялись размеры сушилки, охладителя высушенного материала и теплообменника для предварительного подогрева влажного материала на входе, и мощность, затрачиваемую на сушку (мощность магнетронов и нагревателей для воздуха, подаваемого в рабочую камеру).

Исходные данные:

– производительность установки по влажному материалу (овес) $G_м$ кг/с;

– влагосодержание материала на входе u_0 кг/кг, и на выходе из сушилки $u_к$ кг/кг;

– температура материала на входе в установку $t_{м1}$ °С;

– максимально допустимая температура материала t_{max} °С;

– температура сушильного агента (воздуха) на входе в установку $t_{г1}$ °С;

Следующими величинами задавались:

– температурой материала на входе в сушилку $t_{г0}$ °С;

– температурой материала на выходе из охладителя $t_{м3}$, °С;

– плотность приведенного теплового потока q_m, Вт/кг;

– температурой материала на выходе из сушилки $t_{м2}$, °С;

– КПД магнетрона: $\eta_м = 0{,}8$

– КПД камеры: $\eta_к = 0{,}67$

Зависимости для расчета распределения температур в плотном движущемся слое зерна при микроволново-конвективной сушке приведены в [12]. Вариантные расчеты позволили выбрать следующий оптимальные характеристики сушилки СМК-1 с утилизацией теплоты воздуха после охладителя, которая используется для предварительного подогрева зерна.

Результаты расчетов показали, что конструкция сушилки нерациональна по своим массогабаритным характеристикам (рекуперативный теплообменник для предварительного подогрева зерна несоизмеримо больше самой камеры сушки, кроме того, для его изготовления требуется большое количество материала). С целью оптимизации сушилки предлагается схема СМК-2 (рис. 2), при которой зерно в камере предварительного подогрева нагревается не за счет теплоты воздуха из охладителя, а от воздуха из системы воздушного охлаждения магнетронов. Для охлаждения анодного блока магнетронов предлагается использование вентиляторов с расходом от 0,03 кг/с. В расчете принималось значение $G = 0{,}044$ кг/с. Расчеты показывают, что воздух при таком расходе нагреется на 17.3 ^{0}C. Поэтому целесообразно устанавливать в одном воздуховоде по 2 магнетрона. Тогда температура на выходе (на входе в камеру предварительного подогрева) будет составлять 53.6 ^{0}C (при температуре воздуха на входе 19 ^{o}C). Расчетные технические характеристики для исследуемых микроволново-конвективных сушилок (СМК) представлены в табл. 1.

Таблица 1

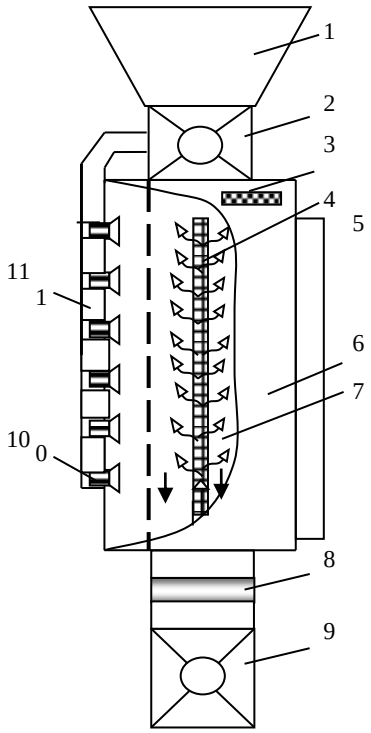
Характеристики микроволново-конвективных сушилок 1 – сушилка с утилизацией теплоты от охладителя зерна, 2 – сушилка с утилизацией теплоты воздуха от системы охлаждения магнетронов

Тип сушилки	Объем сушилки V_c, м^3	Время сушки τ, с	Количество магнетронов, шт	Мощность $P_{потр}$, кВт	Удельный расход теплоты кДж/кг^{влаги}
СМК 1	0,25	466	46	79,7	4485
СМК 2	0,24	441	34	57,87	3858

В СМК-2 количество воздуховодов от СВО, направляемые в камеру предварительного подогрева: 9 , в камеру сушки – 8.

Как видно по результатам расчетов, такая схема является предпочтительной. Кроме значительного улучшения массогабаритных характеристик, при заданных параметров необходимое количество магнетронов уменьшается на 12 единиц.

Схема предлагаемой установки представлена на рис. 3.



Изменение скорости твердого компонента w, влияет только на соотношение высоты H и поперечного сечения f сушилки. С увеличением w растет высота сушилки, необходимая для достижения заданного конечного влагосодержания, уменьшается сечение. При этом объем сушилки, удельный влагосъем и удельные затраты энергии остаются неизменными.

Снижение температуры воздуха, поступающего в сушилку из охладителя высушенного материала, приводит к увеличению расхода воздуха, уменьшению температур материала и воздуха по всей высоте сушилки, и, как следствие – к снижению расхода энергии на их нагрев. В результате уменьшается необходимая мощность магнетрона и удельный расход энергии. Так, при уменьшении температуры воздуха с 50 ^{o}C до 20 ^{o}C, мощность магнетронов и удельный расход энергии снижается на 20 %.

Рис. 3. Установка для сушки зерновых материалов при микроволново-конвективном подводе энергии
1 – загрузочный бункер, 2 – камера предварительного подогрева зерна, 3 – технологическое окно, 4 – перфорированный канал, 5 – воздуховод от системы охлаждения магнетронов, 6 – корпус камеры сушки, 7 – канал для сыпучего материала, 8 – выпускное устройство, 9 – охладитель зерна, 10 – магнетроны, 11 – воздуховод от системы охлаждения магнетронов

Утилизация теплоты воздуха от системы воздушного охлаждения анодных блоков магнетронов в микроволново-конвективной сушилке позволяет (при расходе зерна G кг/с по влажному материалу с начальным влагосодержанием u_0 %) уменьшить на 20,4 % потребляемую энергию по сравнению со схемой, которая предполагает утилизацию теплоты от охладителя высушенного материала.

Реализация предложенных рекомендаций по конструированию микроволново-конвективных сушилок дает возможность изготовить установку, которая отличается высокой энергетической эффективностью и безопасностью.

Выводы

Изменение скорости зерна влияет на соотношение высоты H и поперечного сечения f сушилки. С увеличением растет высота сушилки, необходимая для достижения заданного конечного влагосодержания, и уменьшается сечение. При этом объем сушилки, удельный влагосъем и удельные затраты энергии остаются неизменными.

Снижение температуры воздуха, поступающего в сушилку из охладителя высушенного материала, приводит к увеличению расхода воздуха, уменьшению температур материала и воздуха по всей высоте сушилки, и, как следствие – к снижению расхода энергии на их нагрев. В результате уменьшается необходимая мощность магнетрона и удельный расход энергии.

Утилизация теплоты воздуха от системы воздушного охлаждения анодных блоков магнетронов в микроволново-конвективной сушилке при расходе зерна $G = 0{,}3$ кг/с по влажному материалу с начальным влагосодержанием $u_0 = 20$ % позволяет уменьшить на 20,4 % потребляемую энергию по сравнению со схемой, которая предполагает утилизацию теплоты от охладителя высушенного материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Therdthai N., Zhou W. Characterization of microwave vacuum drying and hot air drying of mint leaves (Mentha cordifolia Opiz ex Fresen) // Journal Food Engineering. – 2009. – Vol. 91. – P. 482–489.

[2] Souraki B. A., Mowla D. Experimental and theoretical investigation of drying behavior of garlic in an inert medium fluidized bed assisted by microwave // Journal Food Engineering. – 2008. – Vol. 88. – P. 438–449.

[3] El-Naggar S. M., Mikhaiel A. A. Disinfestation of stored wheat grain and flour using gamma rays and microwave heating // Journal of Stored Products Research. – 2011. – Vol. 47, Issue 3. – P. 191–196.

[4] Acierno D., Barba A. A., d'Amore M. Heat transfer phenomena during processing materials with microwave energy // Heat and Mass Transfer. – 2004. – Vol. 40, Issue 5. – P. 413-420.

[5] Okeke C., Abioye A. E., Omosun Y. Microwave heating application in food processing // IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering. – 2014. – Vol. 9, Issue 4. – P. 29–34.

[6] Feng H., Yin Y., Tang J. Microwave drying of food and agricultural materials: basics and heat and mass transfer modeling // Food Engineering Reviews. – 2012. – Vol. 4, Issue 2. – P. 89–106.

[7] Andre´s A., Bilbao C., Fito P. Drying kinetics of apple cylinders under combined hot air-microwave dehydration // Journal of Food Engineering. – 2004. – Vol. 63. – P. 71–78.

[8] Alibas I. Determination of drying parameters, ascorbic acid contents and colour characteristics of nettle leaves during microwave-, air- and combined microwave-air-drying // Journal of Food Process Engineering. – 2010. – Vol. 33. – P. 210–233.

[9] Drying kinetics, rehydration characteristics and sensory evaluation of microwave vacuum and convective hot air dehydrated jackfruit bulbs / Taiba M. R., Muhamad I. I., Ngoa C. L., Pang S. N. // Jurnal Teknologi. – 2013. – Vol. 65, Issue 1. – P. 51–57.

[10] Figiel A. Drying kinetics and quality of vacuum-microwave dehydrated garlic cloves and slices // Journal of Food Engineering. – 2009. – Vol. 94. – P. 98–104.

[11] Heat and mass transport in microwave drying of porous materials in a spouted bed / Feng H., Tang J., Cavalieri R. P., Plumb O. A. // AIChE Journal. – 2001. – Vol. 47. – P. 1499–1512.

[12] Влияние режимных параметров на распределение температур в движущемся плотном слое дисперсного материала при микроволново-конвективной сушке / В.А. Календерьян, И.Л. Бошкова, Н.В. Волгушева // Промышленная теплотехника. — 2010. — Т. 32, № 1. — С. 37-43.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв ОНАХТ

Бошкова Ирина Леонидовна **–** д-р техн. наук, профессор кафедры теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 096-3316521; e-mail: boshkova.irina@gmail.com

Волгушева Наталья Викторовна – канд. техн. наук, доцент кафедры теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 067-1139646, *natvolgusheva@gmail.com*.

Дементьева Тамара Юрьевна – канд. техн. наук, научный сотрудник ПНДЛ ХТ института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 095-1124685, e-mail: tommymalish@ukr.net

I. L. Boshkova
N. V. Volgusheva
T. Yu. Dement'eva

Increasing energy efficiency of microwave-convective grain dryers

Odessa National Academy of Food Technologies

The issue of increasing the energy efficiency of microwave convective grain dryers is considered. Two options for the utilization of heat are being studied: in the first, preheating is carried out due to the heat of air from a grain cooler, in the second, heating is carried out due to the heat of air from an air cooling system of magnetrons. Dryers were compared according to the following characteristics: dryer volume, drying time, number of magnetrons, power consumption, specific (per kilogram of evaporated moisture) heat consumption. The effect of changes in grain velocity on the ratio of height and cross section of the dryer is analyzed. The influence of the temperature of the air entering the dryer from the cooler of the dried material on the air flow, the temperature of the material and air along the height of the dryer, and on the energy consumption on heating the grain is studied. Calculations showed that the second option is preferred. In addition to a significant improvement in weight and size characteristics, for given parameters, the required number of magnetrons is reduced by twelve units. Utilization of the heat of air from the air cooling system of the anode magnetron blocks in a microwave-convective dryer can significantly reduce energy consumption compared to a scheme that involves the utilization of heat from a cooler of dried material.

Keywords: heat recovery, magnetrons, preheating, grain cooler, power consumption.

Boshkova Irina Leonidovna – dr. tech. sciences, Professor of Department of Power Engineering and Pipeline Transport of Energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 096-3316521, e-mail: boshkova.irina@gmail.com

Volgusheva Natalya Viktorovna – phD, Associate Professor, Department of Power Engineering and Pipeline Transport of Energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 067-1139646, *natvolgusheva@gmail.com*.

Dement'eva Tamara Yurievna – phD, researcher of refrigeration technology laboratory of Institute of Cold, Cryotechnology and Eco-Energy named after V. S. Martynovsky , Odessa National Academy of Food Technologies, 095-1124685, e-mail: tommymalish@ukr.net .

І. Л. Бошкова
Н. В. Волгушева
Т. Ю. Дементьєва

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МІКРОХВИЛЬОВО-КОНВЕКТИВНИХ СУШАРОК ДЛЯ ЗЕРНА

Одеська національна академія харчових технологій

Розглядається питання підвищення енергоефективності мікрохвильово-конвективних сушарок для зерна. Вивчаються два варіанти утилізації теплоти: в першому попередній підігрів здійснюється за рахунок теплоти повітря з охолоджувача зерна, у другому підігрів здійснюється за рахунок теплоти повітря з системи повітряного охолодження магнетронів. Порівняння сушарок проводилося за такими характеристиками: об'єм сушарки, час сушіння, кількість магнетронів, споживана потужність, питома (на кілограм випареної вологи) витрата теплоти. Проаналізовано вплив зміни швидкості зерна на співвідношення висоти і поперечного перерізу сушарки. Вивчено вплив температури повітря, що надходить в сушарку з охолоджувача висушеного матеріалу, на температуру матеріалу і повітря по висоті сушарки, і на витрату енергії на нагрів зерна. Розрахунки показали, що другий варіант є кращим. Крім значного поліпшення масогабаритних характеристик, при заданих параметрах необхідна кількість магнетронів зменшується на дванадцять одиниць. Утилізація теплоти повітря від системи повітряного охолодження анодних блоків магнетронів в мікрохвильово-конвективної сушарці дозволяє істотно зменшити споживану енергію в порівнянні зі схемою, яка передбачає утилізацію теплоти від охолоджувача висушеного матеріалу.

Ключеві слова: утилізація теплоти, магнетрони, попередній підігрів, охолоджувач зерна, споживана потужність.

Бошкова Ірина Леонідівна - д-р техн. наук, професор кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій, Одеса, тел. 096-3316521, e-mail: boshkova.irina@gmail.com.

Волгушева Наталя Вікторівна - канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій, Одеса, 067-1139646, *natvolgusheva@gmail.com*.

Дементьева Тамара Юріївна – канд. техн. наук, науковий співробітник ПНДЛ ХТ інституту імені В. С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, Одеса, тел. 095-1124685, e-mail: tommymalish@ukr.net.

УДК 621.577 + 697

М. К. Безродний[1]
Н. О. Притула[1]
І. Ю. Опанасюк1

КОМБІНОВАНА ТЕПЛОНАСОСНА СХЕМА ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ З РЕКУПЕРАТОРОМ ТЕПЛОТИ ТА ЧАСТКОВОЮ РЕЦИРКУЛЯЦІЄЮ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ПОВІТРЯ

[1] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Технологічний прогрес зумовлює зростання потреби в енергії, що призводить до створення нових технологій чи удосконалення існуючих. Виконано термодинамічний та числовий аналіз енергетичної ефективності теплонасосної системи повітряного опалення та вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря. Проведено аналіз існуючих теплонасосних систем та удосконалено компоновку допоміжного обладнання теплонасосної системи. Отримано комплекс рівнянь, що характеризують термодинамічний стан теплонасосної системи та питомі затрати зовнішньої енергії на опалення і вентиляцію. Показано, що комбінована теплонасосна схема опалення та вентиляції з рекуператором-утилізатором теплоти та частковою рециркуляцією відпрацьованого вентиляційного повітря має максимальний енергетичний ефект при розміщенні камери змішування потоків відпрацьованого та свіжого повітря перед конденсатором теплового насоса.

Ключові слова: теплонасосна сисема опалення та вентиляції; повітряний тепловий насос; рекуператор; рециркуляція відпрацьованого повітря .

Вступ

На даний час ми спостерігаємо збільшення попиту та потреби у використанні відновлювальних джерел теплоти, оскільки природні запаси первинних джерел теплоти вичерпні. Найбільш реальний спосіб використання вторинних енергоресурсів є утилізація теплоти повітря, що викидається в атмосферу вентиляційними системами [1]. Перспективним напрямом використання вторинних енергоресурсів є застосування теплонасосних систем (ТНС), але використання простих схемних рішень є недоцільним при низьких температурах навколишнього середовища [2]. Таким чином, виникає необхідність в більш складних ТНС, які можна реалізувати за рахунок поєднання теплового насоса (ТН) з наступними способами утилізація теплоти вентиляційних викидів, а саме: рециркуляцією частини витяжного повітря та застосуванням рекуператорів-утилізаторів теплоти [3].

В даній роботі розглянута теплонасосно-рекуператорна система повітряного опалення та вентиляції з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря та розміщенням камери змішування перед конденсатором ТН. Така схема не потребує перегріву повітря після конденсатора відносно заданої температури на вході в приміщення і, таким чином, покращує умови роботи ТН.

Метою роботи є проведення термодинамічного аналізу комбінованої ТНС повітряного опалення і вентиляції з рекуператором та частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря при розміщенні камери змішування перед конденсатором ТН, встановлення ефективності вказаної схеми за певних заданих умов навколишнього середовища, умов роботи обладнання та інших параметрів, які характеризують об’єкт опалення та вентиляції.

Результати дослідження

На рис. 1 зображена схема, для якої проведено аналітичний аналіз. В схемі передбачена утилізація відпрацьованого повітря двома шляхами: шляхом часткової рециркуляції і рекуперації в теплообміннику-утилізаторі. Загальний потік відпрацьованого вентиляційного повітря з параметрами t_2, G після об’єкту опалення та вентиляції розділяється на два потоки. Перший потік з масовою витратою $G_{рек}$ направляється до теплообмінного апарату (рекуператора–утилізатора), у якому повітря з навколишнього

середовища з температурою t_0 нагрівається до температури $t_н$ за рахунок охолодження відпрацьованого повітря до температури $t_{ох}$. Другий потік направляється у камеру змішування, де змішується зі свіжим повітрям. Після чого повітря з температурою $t_{сум}$ направляються до конденсатора ТН. Охолоджене відпрацьоване повітря після рекуператора спрямовується до випарника ТН, де воно охолоджується і на виході має температуру $t_в$. При такому компонуванні обладнання суміш повітря нагрівається у конденсаторі ТН до заданої температури t_1 і після очищення у фільтрі подається до приміщення.

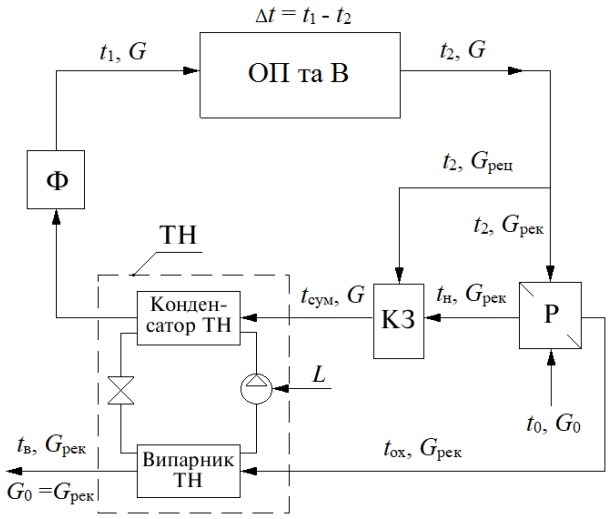


Рис. 1 Теплонасосна система повітряного опалення та вентиляції з використанням рекуператора теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря: ОП та В – об'єкт опалення та вентиляції; Р – рекуператор; Ф – фільтр; КЗ – камера змішування; ТН – тепловий насос.

Енергетичну ефективність ТНС повітряного опалення та вентиляції, зображеної на рис. 1, можна охарактеризувати коефіцієнтом використання зовнішньої енергії, який являє собою відношення затраченої зовнішньої енергії на одиницю отриманої теплоти для задоволення потреб повітряного опалення та вентиляції

$$l_{оп+вент} = \frac{L}{Q_{оп+вент}}, \qquad (1)$$

де L – потужність компресора ТН, кВт; $Q_{оп+вент}$ – тепловий потік, підведений до приміщення для задоволення потреб опалення та вентиляції, кВт.

Тоді, на підставі рівнянь термодинамічного опису системи та перетворень, можна отримати вираз для коефіцієнта використання зовнішньої енергії ТНС повітряного опалення та вентиляції з використанням рекуператора теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря

$$l_{оп+вент} = \frac{(1-K_{рец})(t_{ох}-t_в)}{(\varphi-1)(t_1-t_0)}, \qquad (2)$$

де $К_{рец}$ – коефіцієнт рециркуляції відпрацьованого повітря; t_0 – температура навколишнього середовища, °С; $t_{ох}$ – температури охолодженого відпрацьованого повітря, °С; t_1 – температура повітря на вході в приміщення, °С; φ – коефіцієнт трансформації теплового насоса; $t_в$ – температура відпрацьованого повітря на виході з випарника ТН, °С.

Розглянуто два режими роботи комбінованої ТНС: перший – з рециркуляцією відпрацьованого повітря, а другий – з рекуператором. В результаті порівняння двох шляхів визначено, що питомі затрати зовнішньої енергії суттєво зменшуються зі збільшенням коефіцієнтів як рециркуляції відпрацьованого повітря, так і рекуперації. Встановлено, що схема з рекуперацією, хоча і має нижчі значення питомих затрат зовнішньої енергії, але загальний ефект такої схеми незначний, що пояснюється додатковими затратами енергії на підвищення потенціалу всього потоку відпрацьованого повітря у випарнику ТН. Тому має сенс розглянути ефективність схеми з одночасним застосуванням як часткової рециркуляції відпрацьованого повітря, так і рекуперації теплоти в теплообміннику-утилізаторі.

Отримано характеристики наведеної схеми у вигляді співставлення основних параметрів комбінованої схеми (з рекуперацією та рециркуляцією) та схеми тільки з рекуперацією (без рециркуляції). При цьому в комбінованій схемі прийнято максимальне вище встановлене значення коефіцієнта рециркуляції на рівні $К_{рец}$=0,6. Визначено, що додаткове застосування рециркуляції, не зважаючи на пониження температури повітря на виході з випарника ТН та коефіцієнта трансформації ТН, що спричиняє погіршення умов роботи ТН, приводить до зменшення питомих затрат енергії, тобто має позитивний ефект. Разом з тим, слід відмітити, що застосування рециркуляції має значний вплив на питомі затрати енергії тільки при невисоких значеннях коефіцієнта рекуперації. При збільшенні коефіцієнта рекуперації цей вплив зменшується, але все ж таки залишається позитивним навіть при високих значеннях на відміну від раніше дослідженої в [4] схеми з розміщенням камери змішування

потоків повітря після конденсатора ТН. Таким чином, схема з розміщенням камери змішування перед конденсатором ТН (рис.1) забезпечує покращення умов роботи ТН і є більш енергетично ефективною.

Висновки

1. При порівнянні двох способів утилізації теплоти відпрацьованого вентиляційного повітря (шляхом рециркуляції і рекуперації) перевагу слід віддавати рекуперації, оскільки вона створює більш сприятливі умови для роботи теплового насоса і забезпечує більш високу енергетичну ефективність всієї теплонасосної схеми повітряного опалення та вентиляції.
2. Додаткове застосування рециркуляції в теплонасосно-рекуператорній схемі опалення та вентиляції дає значний позитивний енергетичний ефект тільки при невисоких значеннях коефіцієнта рекуперації, зі збільшенням якого енергетичний ефект зменшується.
3. Теплонасосно-рекуператорна схема опалення та вентиляції з рециркуляцією відпрацьованого повітря має максимальний енергетичний ефект при розміщенні камери змішування потоків відпрацьованого та свіжого повітря перед конденсатором теплового насоса.
4. Подальші дослідження і розробка подібних теплонасосних схем будуть направлені на підвищення їх енергоефективності шляхом комбінованого використання різних відновлюваних джерел енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] J. – C. Hadorn (Editor), "*Solar and Heat Pump Systems for Residential Buildings*", London, 2015, 274 pp.

[2] Б. Х. Драганов, А. А. Долінський, А. В. Міщенко, Є. М. Письменний, *Теплотехніка* , Київ, 2005, 504 с.

[3] М. К. Безродний, Н. О. Притула, *Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання*, Київ: НТУУ «КПІ», 2016, 272 с.

[4] М. К. Безродний, М. А. Галан, *Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення та вентиляції з рекуператором теплоти та рециркуляцією відпрацьованого повітря,* Київ, 2012, Наукові Вісті «КПІ» № 1, 15-25 с.

Рекомендована кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Стаття надійшла до редакції ___.2019

Безродний Михайло Костянтинович — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, m.bezrodny@kpi.ua.

Притула Наталя Олександрівна — канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, npritula@ukr.net.

Опанасюк Ірина Юріївна — студентка кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, iraopanasyk97@gmail.com.

M. K. Bezrodny[1]
N. O. Prytula[1]
I.Yu. Opanasiuk[1]

Combined heat pump scheme for heating and ventilation with heat recuperator and partial recirculation of exhaust ventilation air

[1]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Technological progress leads to an increase in the need for energy which leads to the creation of new technologies or the improvement of existing ones. a thermodynamic and numerical analysis of the energy efficiency of the heat pump system of air heating and ventilation with the heat recuperator and the recirculation of exhaust air was carried out. The analysis of existing heat pump systems was carried out and the complex of the auxiliary equipment of the heat pump system was improved. A complex of equations describing the thermodynamic state of the heat pump system and the specific energy consumption of heating and ventilation are obtained. It has been shown that the combined heat pump heating and ventilation system with heat recuperator and partial recirculation of ex-

haust ventilation air has the maximum energy effect when placing the mixing chamber of exhaust and fresh air flows in front of the condenser of the heat pump.

Keywords: heat pump system of heating and ventilation; air heat pump; recuperator; recirculation of exhaust air.

Bezrodniy Mikhail Konstantinovich — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: m.bezrodny@kpi.ua.

Prytula Natalia Alexandrovna — candidate of technical sciences, docent of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: npritula@ukr.net;

Opanasiuk Irina Yurievna— student of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: iraopanasyk97@gmail.com.

М.К. Безродный [1]
Н.А. Притула [1]
И.Ю. Опанасюк [1]

Комбинированная теплонасосная схема отопления и вентиляции с рекуператором теплоты и частичной рециркуляцией отработанного вентиляционного воздух

[1]Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Технологический прогресс вызывает рост потребности в энергии, тепловой или электрической, что приводит к созданию новых технологий или усовершенствования существующих. Проведен термодинамический и численный анализ энергетической эффективности теплонасосной системы воздушного отопления и вентиляции с рекуператором теплоты и рециркуляцией отработанного воздуха. Проведен анализ существующих теплонасосных систем и усовершенствована компоновка вспомогательного оборудования теплонасосной системы. Получено комплекс уравнений, характеризующих термодинамическое состояние теплонасосной системы, и удельные затраты внешней энергии на отопление и вентиляцию. Показано, что комбинированная теплонасосная схема отопления и вентиляции с рекуператором-утилизатором теплоты и частичной рециркуляцией отработанного вентиляционного воздуха имеет максимальный энергетический эффект при размещении камеры смешивания потоков отработанного и свежего воздуха перед конденсатором теплового насоса.

Ключевые слова: теплонасосная система отопления и вентиляции; воздушный тепловой насос; рекуператор; рециркуляция отработанного воздуха.

Безродный Михаил Константинович — д-р. техн. наук, проф., профессор кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, m.bezrodny@kpi.ua.

Притула Наталья Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, npritula@ukr.net.

Опанасюк Ирина Юрьевна — студентка кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, iraopanasyk97@gmail.com.

УДК 621.577 + 697

Н. О. Притула[1]
П. М. Гончарук[1]

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛО ТА ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ З ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСА OILON

[1] Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Виконано оптимізацію системи тепло та холодопостачання підприємства виробництва кормів з встановленням теплового насоса Oilon. Використання теплового насоса є економічно вигідним в порівнянні з існуючою системою. Тепловий насос забезпечить значне підвищення енергонезалежності підприємства та зниження енергетичної складової собівартості продукції.

Ключові слова: тепловий насос, система теплопостачання, система холодопостачання.

Вступ

Ефективне енергоспоживання для багатьох підприємств на сьогоднішній день стало одним з основних напрямків розвитку і реалізації інвестиційних проектів. Нині значна увага приділена вирішеннюпроблеми раціонального використання природних палив, використанню вторинних енергоресурсівна підприємстві та охороні навколишнього середовища. Одним з найбільш ефективних видів сучасної техніки, що дозволяє значно знизити витрати енергії у системах теплопостачання та покращити екологічний стан, є теплові насоси (ТН) [1-3] .

Метою роботи є визначення найбільш оптимального варіанту впровадження ТН фірми Oilon для цілей тепло- та холодозабезпечення. Необхідно врахувати існуючий стан виробництва, визначити можливі засоби підвищення енергоефективності та запропонувати рішення, що дозволять виконувати основні функції протягом року – тепло- та холодозабезпечення виробництва. Пропонується дві принципові схеми на базі ТН, які враховують рекомендації робіт [1-3], що відповідають визначеним навантаженням з використанням ТН S180 фірми Oilon. Система призначена для виконання технологічних та опалювальних функцій теплозабезпечення протягом року з повним покриттям холодозабезпечення системи кондиціонування промислових та адміністративних приміщень.

Результати дослідження

Аналізуючи існуючий стан тепло- та холодозабезпечення зроблено наступні висновки: 1) з отриманих за допомогою розрахунку середніх навантажень на систему опалення та вентиляції [4] для цехів сухих та вологих кормів, нового адміністративного корпусу рекомендовано обрати теплову потужність теплового насоса 419 кВт, яка відповідає найбільшій середньомісячній потужності системи опалення та вентиляції; 2) з виконаного розрахунку теплового навантаження на систему гарячого водопостачання та підживлення системи котельні з нагрівом води до 55 ºС [4] видно, що потужність системи з рівномірним нагрівом протягом доби складає 100 кВт; 3) охолодження повітря є доцільним за допомогою ТН для підтримання температури в приміщенні на рівні 10-18 ºС. Таким чином корисна холодильна потужність ТН має повністю забезпечити 50 кВт і 150 кВт систем кондиціонування відповідно цехів виробництва вологих та сухих кормів.

Основою роботи ТН є необхідність нижнього джерела теплової енергії від якого буде відбуватись відбір теплоти [1-3]. На підприємстві присутня технологічна лінія охолодження стерилізаторів виробництва вологих кормів. Охолодження стерилізаторів на даний момент виконується за рахунок пом’якшеної води температурою 20-30 ºС. Вода після стерилізаторів нагрівається до 40-130 ºС подається на охолодження до баку запасу нагрітої води. Циркуляція води між баком нагрітої та охолодженої води виконується за допомогою насосів продуктивністю 50 та 36 м^3/год, а скидання теплоти виконується на відкритій градирні вентиляторного типу Baltimore VTL 126 L з максимальним розсіюванням теплового потоку 1600 кВт. Таким чином, роботу стерилізаторів

необхідно об'єднати з системою ТН Oilon, який буде забезпечувати необхідний холод та водночас буде виробляти теплоту, а в літній період зможе забезпечувати необхідний холод системи кондиціонування.

На основі аналізу теплових потужностей систем опалення та вентиляції, кондиціонування, а також гарячого водопостачання з забезпеченням оптимального завантаження обладнання протягом року та кількості теплоти, яка необхідна для стабільної роботи ТН, обраний ТН S180 виробництва фірми Oilon, Фінляндія. Основні режимні характеристики ТН відображено у таблиці 1.

Таблиця 1. Режимні характеристики теплового насоса S180

COP	Теплова потужність ±5%	Електрична потужність ±5%	Холодильна потужність ±5%	Режим роботи випарника		Режим роботи конденсатора	
				вх./вих.		вх./вих.	
	кВт	кВт	кВт	ºС		ºС	
2,95	307	107	200	15	9	40	67
3,8	427	112	315	30	20	40	67
4,85	577	119	458	40	30	40	67
6,5	588	91	497	40	30	40	50

В зимовий період скидна теплота системи охолодження виробничих ліній цеху вологих кормів буде утилізовуватись ТН Oilon, а градирня буде виконувати роль резервного розсіювача скидного теплового потоку. В літній період система «тепловий насос – градирня» буде працювати по іншому алгоритму. Згідно аналізу існуючого стану систем тепло- та холодозабезпечення та відповідних висновків потреби в тепловому потоці в літній період складатимуть до 100 кВт при рівномірному нагріві, а система охолодження може споживати до 200 кВт холоду. Таким чином тепловий насос буде віддавати в системи кондиціонування цехів виробництва сухих кормів – до 150 кВт, вологих кормів – до 50 кВт холоду.

Розглянуто 2 варіанти реалізації схем, що працюють за двома основними режимами – опалювальний сезон/літній і перехідний період:

1. Незалежна теплонасосна схема, яка має переваги: підвищена надійність роботи випарника та конденсатора ТН, що забезпечується хімічно підготовленою водою; незалежність роботи кожного контуру по температурному режиму.
2. Залежна теплонасосна схема, яка має переваги: зменшення кількості теплообмінного та додаткового обладнання; незалежність роботи кожного контуру по температурному режиму; зменшення витрат на підготовку теплоносія.

В цих двох запропонованих схемах в опалювальний сезон ТН виконує дві функції: охолодження води, що йде на градирню, та забезпечення системи теплопостачання максимально необхідною кількістю теплоти, яку можна передати до системи опалення та гарячого водопостачання. В літній та перехідні сезони тепловий насос забезпечує пріоритетне виробництво холоду для системи кондиціонування і вторинне виробництво гарячої води для систем гарячого водопостачання та підігріву підживлювальної води на котельні.

Висновки

Після проведення порівняння всіх запропонованих варіантів оптимізації систем тепло- та холодопостачання підприємства виробництва кормів та проведених техніко-економічних розрахунків можна зробити такі висновки:

1. Використання ТН для цілей тепло- та холодозабезпечення є економічно вигідним. Перевагою моделі ТН S180 є можливість забезпечити необхідні потреби в тепловій енергії при температурному графіку 60-80 ºС до температури навколишнього середовища -10 ºС, що значно більше ніж нормована середня температура опалювального періоду -0,1 ºС. Конструктивно ТН S180 має перевагу в будові компресора – гвинтовий, що говорить про простоту обслуговування та надійність.
2. Схемні рішення відрізняються по надійності роботи ТН. Рекомендовано використання схеми з незалежним підключенням джерел теплової енергії.
3. Динаміка змін цін на енергоносії говорить про нестабільність ринку, що може привести до стрибкоподібного зростання вартості природного газу. Таким чином, використання ТН є економічно обґрунтованим і строки окупності можуть стрімко зрости при зростанні ціни на газ додатково на 10-20 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] В. Ф. Гершкович, *Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами*, К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП "Энергоминимум", 2009, 60 с.

[2] М. К. Безродний, Н. О. Притула, *Термодинамічна та енергетична ефективність теплонасосних схем теплопостачання*, Київ: НТУУ «КПІ», 2016, 272 с.

[3] М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра, *Теплові насоси та їх використання* [Текст]: навч. посіб., К.: НТУУ «КПІ», 2013, 312 с.

[4] М. Ф. Боженко, В. П. Сало, *Джерела теплопостачання та споживачі теплоти* [Текст]: навч. посіб., Київ: ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2004, 192 с.

Притула Наталя Олександрівна — канд. техн. наук, доцент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, npritula@ukr.net.

Гончарук Павло Миколайович — студент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, zxspardaxz@gmail.com

N. O. Prytula[1]
P. M. Honcharuk[1]

Optimization of the heat and cold supply system of a feed manufacturing enterprise with the installation of an Oilon heat pump

[1]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

The optimization of the system of heat and cold supply of the feed production enterprise with the installation of the Oilon heat pump was carried out. The use of a heat pump is cost-saving compared to the existing system. The heat pump will significantly increase the energetic independence of the enterprise and reduce the energetic component of the self-cost.

Keywords: heat pump, heat supply system, refrigeration system.

Prytula Natalia Alexandrovna — candidate of technical sciences, docent of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: npritula@ukr.net;

Honcharuk Pavlo Nikolayevich — student of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: zxspardaxz@gmail.com

Н. А. Притула [1]
П. Н. Гончарук [1]

Оптимизация системы тепло и холодоснабжения предприятия производства кормов с установлением теплового насоса Oilon

[1]Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Выполнено оптимизацию системы тепло и холодоснабжения предприятия производства кормов по установке теплового насоса Oilon. Использование теплового насоса является экономически выгодным в сравнении с существующей системой. Тепловой насос обеспечит значительное повышение энергонезависимости предприятия и снижения энергетической составляющей себестоимости продукции.

Ключевые слова*:* тепловой насос, система теплоснабжения, система холодоснабжения

Притула Наталья Александровна — канд. техн. наук, доцент кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, npritula@ukr.net.

Гончарук Павел Николаевич – студент кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, zxspardaxz@gmail.com

УДК 620.92

Д.В. Степанов

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕФЕКТИ БІОГАЗОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано узагальнену функціональну схему біогазової технології. Проаналізовано ефективність різних варіантів утилізації виробленого біогазу, в тому числі, використання теплогенераторів безпосереднього спалювання, двигунів внутрішнього згорання, паротурбінних, газотурбінних та мікротурбінних установок, систем тригенерації, а також технологій отримання біометану та додавання його в мережі газопостачання. За результатами досліджень виявлено раціональні варіанти утилізації біогазу для біогазових установок різних типорозмірів.

Ключові слова: біогазова установка, утилізація біогазу, теплогенератор, двигун внутрішнього згорання, газотурбінна установка, тригенераційна система, біометану, вуглекислота

Abstract

A generalized functional diagram of biogas technology is proposed. The effectiveness of various options for utilization of biogas produced, including the use of direct heat generators, internal combustion engines, steam turbine, gas turbine and microturbine installations, trigeneration systems, as well as technologies for biomethane production and its addition to the gas network are analyzed. According to the results of the research, rational variants of biogas utilization for biogas plants of different sizes have been identified.

Keywords: biogas plant, biogas utilization, heat generator, internal combustion engine, gas turbine installation, triggering system, biomethane, carbon dioxide

Вступ

Загальний потенціал України оцінюється в 52 млрд. м3 біогазу на рік [1]. Враховуючи структуру підприємств та технічну і економічну доцільність обсяг біогазового виробництва в Україні оцінюється в 1600 установок з міні-ТЕЦ потужністю 100 кВт. Загальна встановлена потужність БГУ може сягати 820 МВт електроенергії [2]. На даний момент працюють великі БГУ на відходах птахофабрик «Чернобаївка» (в проекті 21 МВт), компанії МХП (в проекті 26 МВт) та ін.

За даними Біоенергетичної асоціації в 2010 році вся біоенергетика давала 1,1 млрд. $м^3$ біогазу, в 2014 – до 3 млрд. $м^3$, до 2020 року очікується 5,4 млрд. $м^3$ на рік, а до 2030 року – 8,4 млрд. млрд.м3 на рік. До 2030 року варто освоїти 51% економічно доцільного ринку БГУ, а загальне річне виробництво електричної енергії може становити 2,5 млрд. кВт·год.

Мета роботи – оцінка ефективних технологій утилізації біогазу, яка дозволить підвищити комплексний екологоенергоекономічний ефект біогазової технології переробки органічних відходів і надати їх більш широкого розповсюдження в Україні.

Результати дослідження

Для дослідження ефективності утилізації біогазу розроблена узагальнена функціональна схема біогазової технології (рис. 1) на основі методології наведеної в [3].

Узагальнена функціональна схема біогазової технології включає всі можливі технологічні процеси та витрати ресурсів для їх здійснення. Під час підготовки субстрату до зброджування використовується вода для зволоження, теплова енергія для підігріву та механічна енергія для подрібнення, перемішування і переміщення. В біогазовому реакторі відбуваються процеси анаеробного зброджування при цьому використовується теплова та механічна енергія для перемішування та термостабілізації. При обробленні збродженого субстрату використовується теплова енергія для сушки субстрату та механічна енергія для відділення рідкої фази, брикетування та транспортування добрив. Оброблення біогазу включає процеси осушення та відділення сірководню і вуглекислоти з використанням холоду та реагентів. Крім того, ця підсистема включає

процеси стискання та акумулювання біогазу, біометану та вуглекислоти з використанням механічної енергії. Підсистема використання біогазу, біометану та вуглекислоти включає процеси спалювання біогазу та біометану для отримання теплової і електричної енергії та холоду, або заповнення балонів газами та подавання біометану в газову мережу.

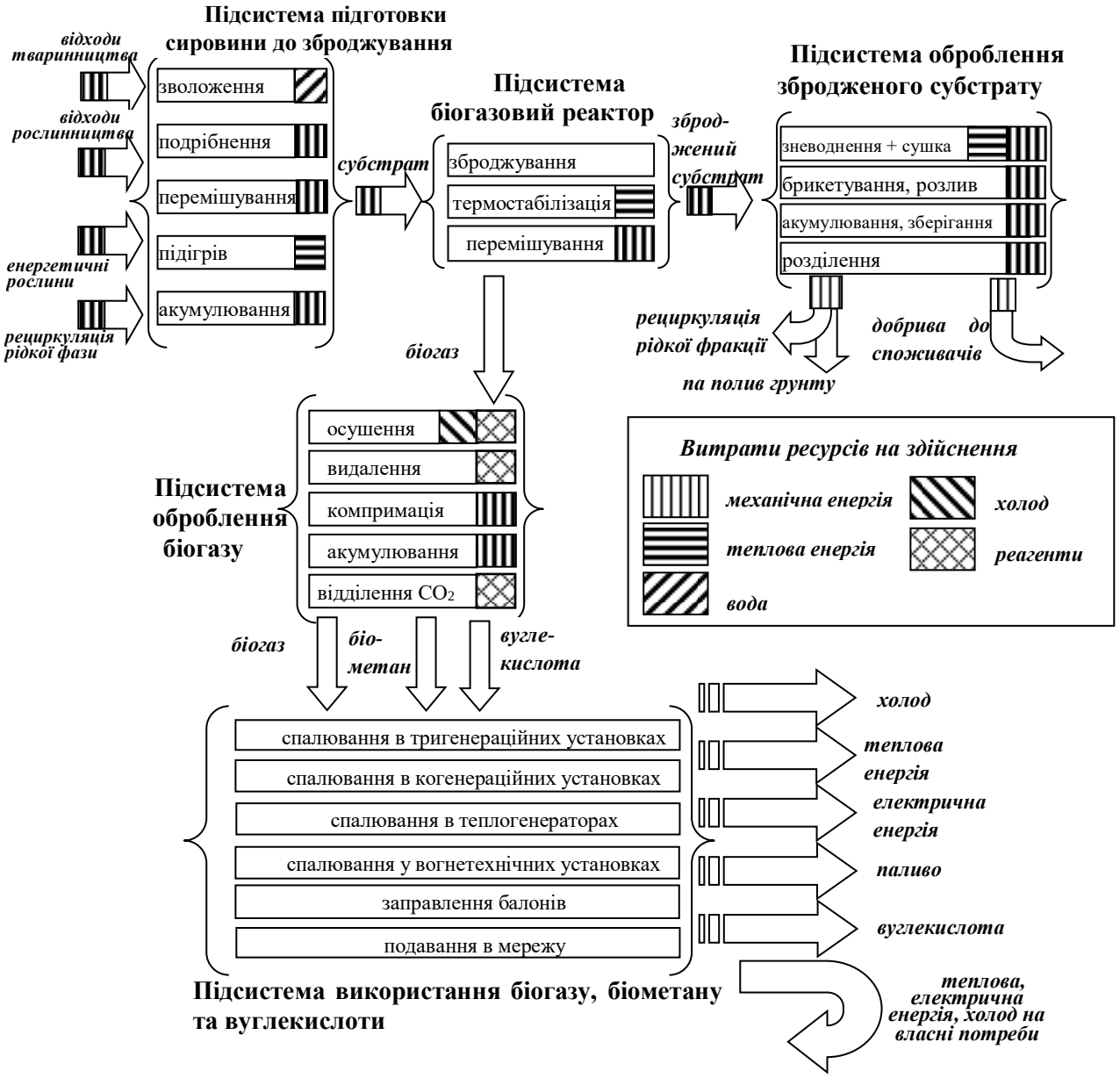


Рисунок 1 – Узагальнена функціональна схема біогазової технології

Встановлення великих біогазових установок можуть бути малоефективні в зв'язку із складністю підвезення сировини. Тому найбільше розповсюдження в країнах Європи отримали невеликі та середні біогазові комплекси, завдяки яким забезпечуються теплотою та електроенергією сільськогосподарські комплекси та сусідні населені пункти. Така «децентралізація» дозволить підвищити ефективність та надійність всієї системи енергопостачання України.

Енергія виробленого в БГУ біогазу може бути використана з отриманням одного, двох чи трьох енергетичних продуктів: теплової енергії (в теплогенераторах); електричної та теплової енергії (когенераційні установки – паротурбінні ПТУ, газотурбінні ГТУ, газопоршневі ГПУ, мікротурбінні МТУ); електричної, теплової енергії та холоду (тригенераційні установки – когенерація + холодильна установка, частіше з абсорбційною холодильною машиною АБХМ).

Теплогенератори для спалювання біогазу мають широкий діапазон потужності і можуть бути

встановлені в схемі БГУ з будь-яким об'ємом реактора. Конструкція біогазових теплогенераторів не відрізняється від котлів на природному газі. Відмінністю є невеликі конструктивні особливості пальників для спалювання біогазу. Роботи по реконструкції газових пальників для ефективного спалювання біогазу виконані на одній з перших БГУ в Україні [4].

Паротурбінні установки комплектуються паровими котлоагрегатами та паровими турбінами. Діапазон електричних потужностей парових турбін 75 кВт…1900 МВт. Таким потужностям відповідають БГУ з об'ємом реактора від 800 м3 і більше.

Газотурбінні установки мають переважно великі одиничні електричні потужності (3…25 МВт), а також чутливі до складу паливного газу. Для ефективної їх роботи бажано збагачувати біогаз до біометану [5].

Мікротурбінні установки мають потужність 30…250 кВт менш чутливі до складу паливного газу і можуть працювати на біогазі з тваринницьких відходів та на звалищному газі.

Найбільш розповсюдженими та найбільш раціональними когенераційними установками для утилізації біогазу є газопоршневі двигуни внутрішнього згорання. Вони мають достатньо високий ККД по виробництву електроенергії, простіші в експлуатації та менш вибагливі до складу біогазу. Одинична потужність когенераційних газопоршневих установок ГПУ складає від 5 кВт до 9 МВт. Це дозволяє утилізувати біогаз від установок з реактором від 50 $м^3$ до 85 000 $м^3$ і більше при встановленні групи КГПУ. Таким чином, когенераційними ГПУ можуть бути забезпечені всі можливі типорозміри БГУ, крім малих (до 50 $м^3$ реактора). Електричний ККД малих КГПУ складає 33-35% і збільшується для великих КГПУ до 40-42%.

Абсорбційні холодильні машини використовують теплоту для виробництва холоду. Розроблено ряд типорозмірів АБХМ (70…4850 кВт холоду), що працюють на гарячій воді в комбінації з КГПУ. За умов температури грійної води 90/85°С і температури холодної води 7/12°С холодильний коефіцієнт таких машин складає 0,65…0,8, зростаючи із збільшенням холодильної потужності. Таким чином, така АБХМ може використовувати теплоту від КГПУ з електричною потужністю від 65 кВт, що відповідає об'єму реактора БГУ від 700 $м^3$.

Біометан додають в мережі газопостачання, спалюють в когенераційних установках, використовують як моторне паливо.

Збагачення біогазу до біометану в Німеччині, Австрії використовується за умов витрат біометану 250…10000 $м^3$/год [6]. Це відповідає тваринницьким біогазовим установкам з об'ємом реактора від 9000 $м^3$ і вище.

Під час збагачення біогазу можна отримати додатковий продукт – вуглекислий газ CO_2. Способи використання CO_2 :

харчова промисловість – консервант Е290, розпушувач, ;

в сільському господарстві – добавка в повітря для удобрення;

в пожежній справі – заповнювач вогнегасників;

в холодильній технології – холодоагент в холодильних установках, сухий лід;

в хімічній технології, металургії, вироблення паперу.

Вуглекислота CO_2 є альтернативним природним холодильним агентом R744. Вуглекислота на відміну від інших холодоагентів нетоксична, негорюча, має високу холодовидатність, інертна до матеріалів, безпечна у використанні, дешева, доступна, і в замкненому циклі спричиняє невеликий вплив на атмосферу. Відносними недоліками R744 є можливість утворення кислоти при контакті з вологою та високі робочі тиски у випарнику (35…50 бар) та конденсаторі (60…120 бар), що підвищує вимоги до відповідного обладнання.

Провідними виробниками холодильного обладнання (Danfoss, Alfa Laval) розробляються установки, що працюють на R744. Переважно R744 використовується в нижніх ступенях каскадних машин, в теплових насосах, допоміжних холодильних системах та як проміжний холодоносій.

Біогаз в отриманому стані зберігати в значних об'ємах неможливо через дороговизну такого рішення. Біогаз неможливо стиснути до значного тиску без попереднього очищення до метану, оскільки вуглекислий газ в біогазі не дає можливості стиснути його до 200 атм. А при стисненні всього лише до декількох атмосфер об'єм, який займає біогаз, зменшиться незначно. Очищення біогазу від вуглекислого газу – складний.

Отже, очищення біогазу, отримання і стиснення біометану доступне лише на крупних біогазових установках. Біометан відправляють в загальну газову мережу, яка в даному випадку слугує накопичувачем, куди можна направляти газ влітку і відбирають взимку.

Похідні від спалювання біогазу – теплова і електрична енергія. Теплову енергію взагалі неможливо накопичувати і зберігати довгий час, а електричну енергію накопичувати можна в акумуляторах. Для великих біогазових установок застосовувати акумулятори неможливо. Для малих БГУ акумулятори можуть накопичувати енергію лише на декілька діб. Отже електроенергію має сенс продавати в загальні електромережі (за зеленим тарифом).

Енергетичні продукти біогазової установки зберігати довгий час самостійно неможливо і невигідно, але можна використовувати суспільні (державні) засоби для зберігання таких видів енергії.

Висновки

Аналіз ситуації в аграрному секторів та в енергетиці показав, що Україна має значний потенціал виробництва біогазу і заміщення ним викопних палив.

В роботі розроблено узагальнену функціональну схему біогазової технології, яка дозволяє врахувати можливі варіанти утилізації отриманих в реакторі продуктів, і головне, біогазу. Проаналізовані варіанти утилізації біогазу за допомогою різного енергетичного обладнання, а саме використання теплогенераторів безпосереднього спалювання, когенераційних установок на базі двигунів внутрішнього згорання, паротурбінних, газотурбінних та мікротурбінних установок, тригенераційного обладнання на основі ДВЗ та абсорбційних холодильних машин. Крім того оцінено технологію отримання біометану з подальшим додаванням його в мережі газопостачання та вуглекислоти.

Виявлено, що отримання біометану доцільне для біогазових комплексів з об’ємом реактора понад 9000 м^3. Тригенерація може бути ефективно використана для біогазових установок з об'ємом реактора понад 700 м^3. А для когенерації мінімальний об'єм біореактора 50 м^3. Використання теплогенераторів з безпосереднім спалюванням в них біогазу може використовуватись для біогазової установки будь-якого типорозміру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стан та перспективи виробництва біогазу в Україні. Електронний ресурс. Режим доступу: https://uabio.org/img/files/news/pdf/min-agro.pdf
2. Гелетуха Г.Г. Перспективи біогазу в Україні. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2013/07/3/383399/
3. Степанов Д.В. Метод формування функціональних та апаратурно-схемних ланцюгів систем виробництва енергоносіїв з органічних відходів / Д. В. Степанов, С. Й. Ткаченко // Вісник ВПІ, 2013. – №1. – С. 80 – 84.
4. Біогазові технології. Енергетичні та екологічні аспекти [Текст] : монографія / Куріс Ю. В., Червоний І. Ф. ; Запоріз. держ. інж. акад. - Запоріжжя : ЗДІА, 2010. - 487 с.
5. Ясиніцький Е.П. Газотурбінний двигун на біогазі / Е.П. Ясиніцький, Р.Й. Гупало // Вісник НАУ. – 2011. – № 4. – С. 167-170.
6. Технічний звіт з оцінки потенціалу відновлюваної енергетики в Україні: Біогаз. Режим доступу: http://www.uself.com.ua/fileadmin/documents/U-Biogas_Technical_Report.pdf

Степанов Дмитро Вікторович — канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Stepanovdv@ukr.net

Stepanov Dmytro V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Stepanovdv@ukr.net

УДК 621.395.67.7

Э.И.Альтман
Я.Г.Верхивкер

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СИЛ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Одесская национальная академия пищевых технологий

Предложен метод использования диэлектрических жидкостей в качестве охлаждающего элемента в системе регулирования температуры электронных устройств .В разработанном методе используется особенность поведения диэлектрических жидкостей в электростатическом поле. Показана связь между эффективностью терморегулирования и режимом включения/выключения подачи электрического питания на радиоэлектронное устройство. Приведена конкретная схема реализации предложенного способа регулирования температурного режима устройства.

Ключевые слова: способ ожлаждения, диэлектрическая жидкость, электроды, силы электростатического взаимодействия, радиоэлектронное устройство.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется обеспечению надежности систем терморегулирования и термостатирования радиоэлектронной аппаратуры. Это связано с возрастанием уровня тепловыделений на поверхности электронных элементов. Поэтому разработка эффективных систем охлаждения и терморегулирования непосредственно влияют на такие важнейшие показатели, как плотность компоновки, потребляемая мощность, быстродействие и др. Система охлаждения должна постоянно находиться в рабочем состоянии и отводить тепловые выделения от конкретного блока радиоэлектронного устройства только при его функционировании, обеспечивая повышение ее энергетической эффективности. По этой тематике существует большое число публикаций, что показывает актуальность проблемы [1 - 3].

В радиоэлектронных устройствах охлаждающими агентами являются преимущественно диэлектрические жидкости. Это связано с электрическим питанием электронных устройств и использование в качестве охлаждающих агентов электропроводных сред недопустимо из-за возможных электрических пробоев. Использование диэлектрических жидкостей позволяет избежать этих проблем и обеспечить надежный температурный режим при работе электронных блоков.

Энергетическая эффективность системы охлаждения и, следовательно, всего радиоэлектронного устройства является не менее важным требованием, чем надежность и безопасность системы, т.к. отвод теплового потока от конкретного блока радиоэлектронного устройства необходим только при его функционировании. Проведенные исследования показали, что такой эффект достигается при использовании электростатических сил.

Объекты и методы исследований

Разработанный способ охлаждения электронных устройств на основе сил электростатического взаимодействия [4] решает многие вопросы, которые возникают при необходимости регулировки расхода жидкого агента в системе охлаждения. Схематическое изображение системы приведено на рисунке. Устройство для охлаждения содержит герметичную камеру 1, заполненную диэлектрическим хладагентом 2 и сообщающуюся с одной стороны с каналами 3,4 и 5 для циркуляции хладагента 2 и с другой стороны – с теплообменником 6, общую шину 7 питания источника питания 8, электроды 9, расположенные в каналах 5 между их стенками, которые являются экранами для электродов 9. Стенки каналов 3,4 и 5 электрически подсоединены к шинам 10 нулевого потенциала, коммутирующие элементы 11 в виде выключателей, количество которых равно количеству электродов 9 и которые электрически соединены с общей шиной 7 источника питания 8 и с соот-

ветствующими электродами 9. Каналы 3,4 и каналы 5 расположены взаимно перпендикулярно между собой с образованием рамок, в которых расположены блоки радиоэлектронной аппаратуры 12. При этом, каналы 3 и 4 перпендикулярны относительно герметичной камеры 1 и являются коллекторами, которые сообщены с каналами 5, расположенными параллельно между собой и относительно герметичной камеры 1. Таким образом, каналы 3,4,5 и герметичная камера 1 по сути являются корпусом и скелетной основой охлаждаемой радиоэлектронной конструкции. Электроды 9 имеют полярность, противоположную полярностям стенок 6 каналов 5.

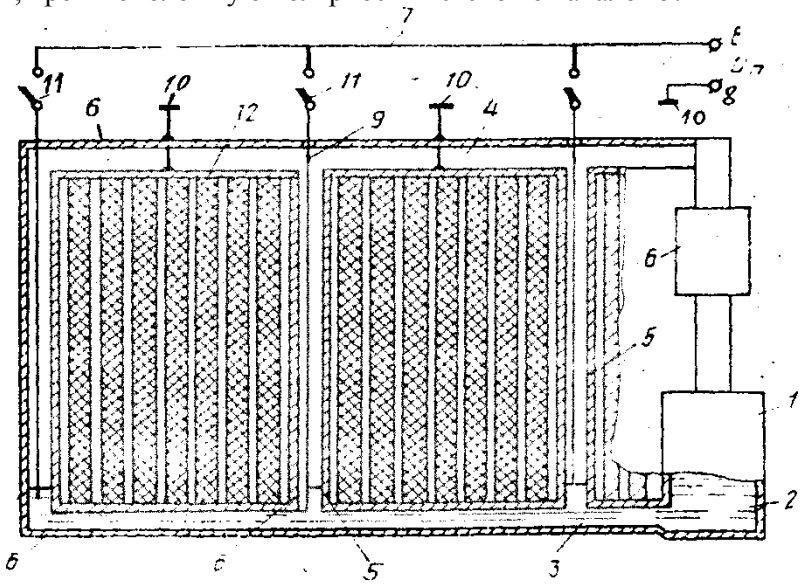


Рис.1. Схема системе охлаждения

Принцип работы устройства заключается в следующем:

В герметичную камеру 1 заливают диэлектрический хладагент 2 в таком количестве, что он заполняет камеру 1, канал 3 и частично каналы 5. Тепловыделяющие блоки 12 расположены в пространстве, ограниченном стенками 6 каналов 3-5. Стенки 6 каналов 5 и электроды 9 образуют электрический конденсатор, частично погруженный в диэлектрический хладагент 2. К электродам 9 конденсатора подключается напряжение с помощью коммутирующих элементов 11. При включении напряжения в каналах 5 создается электростатическое поле и на диэлектрическую жидкость 2, заполняющую систему охлаждения и находящуюся между электродами 9 и стенками каналов 6, действует выталкивающая сила. Анализ работы устройства приведен в [5].

Выталкивающая сила определяется по формуле (1):

$$\boldsymbol{F_i = \frac{1}{8\pi} E^2 grad\,\varepsilon} \qquad (1)$$

где: Fi – ввыталкивающая сила, н;

E – приложенное напряжение. в

ε - диэлектрическая постоянная рабочей среды

Величину суммарной выталкивающей силы, которая воздействует на диэлектрическую охлаждающую жидкость в зависимости от числа работающих каналов охлаждения можно определить по соотношению (2):

$$\boldsymbol{F_\Sigma = \sum_{i=0}^{n} F_i} \qquad (2)$$

где: F_Σ - суммарная выталкивающая сила, в зависимости от числа работающих тепловыделяющих элементов i (охлаждающих каналов), которое изменяется от 0 до n.

Результаты исследования

Испытания системы производилось на разных режимах работы. В качестве диэлектрической жидкости использовался жидкий диэлектрик на основе фторорганических соединений

При всех работающих каналах (случай, когда напряжение подается на все электроды) величина суммарной выталкивающей силы, то есть напор охлаждающей диэлектрической жидкости, был максимальным и происходило охлаждение всех каналов.

При последовательном отключении каналов, то есть отключения подачи питания на электрод канала, напор движения диэлектрической жидкости уменьшался и достигал 0 при отключении всех каналов.

Стабильность работы системы охлаждения позволяла ступенчато, при включении канала увеличивать скорость движения теплоносителя и увеличивать теплосъем всего устройства. Конструктивно система охлаждения выполняется в виде остова электронного модуля и каналы расположены непосредственно в его стенках и перегородках. Такая простота выполнения системы охлаждения резко повышает ее надежность и экономичность, так как не требуется дополнительных устройств, обеспечивающих ее работу. Отсутствие в системе охлаждения движущихся элементов (вентиляторов, насосов) также повышает ее производственную надежность.

Выводы

Сопоставление предложенной и исследованной системы охлаждения электронных устройств на основе сил электростатического взаимодействия с известными и применяемыми техническими решениями показывает ее значительные преимущества. Эти преимущества заключаются [6]:

- в простоте управления работой системы;
- в отсутствии дополнительных устройств (радиаторов, вентиляторов, насосов);
- в минимизации материалоемкости всего электронного модуля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Steven L. Garrett. Thermoacoustic refrigerator for space applications // Journal of thermophysics and heat transfer. 1993. Vol. 7. N 4.

[2] Ratnesh K. Sharma. Inkjet assisted spray cooling of electronics. IMAPS Advanced technology workshop (ATW) on thermal management for high-performance computing and wireless applications. October 2003.

[3] Dmitry E. Milovzorov Local Electric Fields in Dielectric and Semiconductors, Electric Field, Mohsen Sheikholeslami Kandelousi, IntechOpen, May 23rd 2018. DOI: 10.5772/intechopen.74310.

[4] А. с. 1670818 СССР, МКИ Н 05 К 7/20. Устройство для охлаждения / Я. Г. Верхивкер, С И. Глезер, Э.И.Альтман, Г.А.Черный (СССР)/ № 4360886/21 заявл. 07.01.88; опубл. 15.08.91,Бюл. No 30. -2 с

[5] Yacov G. Verkhivker, Ella I. Aktman. Use the Electric field of Electronic devices for Realization of efficient module cooling // Non- compression refriggeration & cooling. Second International work- shop. Odessa,Ukraine,2001,p.91

[6] Альтман Э.И., Верхивкер Я.Г. Система охлаждения электронных устройств на основе сил электростатического взаимодействия. Сборник докладов VII Международной научно - технической конференции «Казахстан – Холод 2017», Алматы, март, 2017, С.17-19.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв ОНАХТ

Альтман Элла Ильинична – канд. техн. наук, доцент, кафедра теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей института холода, криотехнологии и экоэнергетики имени В. С. Мартыновского Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 067-4853314; e-mail: ellaa@ukr.net.

Верхивкер Яков Григорьевич – д-р техн. наук, профессор кафедры биоинженери и воды технологического иинститута имени М.В. Ломоносова Одесской национальной академии пищевых технологий, Одесса; тел. 067-4804928; e-mail: yaverkhivker@gmail.com

E.I Altman
Y.G. Verkhivker

Using electrostatic forces to create a cooling system for electronic devices

Odessa National Academy of Food Technologies

A method is proposed for using dielectric liquids as a cooling element in the temperature control system of electronic devices. The developed method uses a feature of the behavior of dielectric liquids in an electrostatic field. The relationship between the efficiency of thermal control and the on / off mode of supplying electric power to the electronic device is shown. A specific implementation scheme of the proposed method for controlling the temperature regime of the device is given.

Keywords: cooling method, dielectric fluid, electrodes, electrostatic interaction forces, electronic device.

Altman Ella I. - phD,Associate Professor, Department of Power engineering and pipeline transport of energy, Odessa National Academy of Food Technologies, 067-4853314, e-mail: ellaa@ukr.net.

Verkhivker Yakov G. - Dr. Tech. sciences, Professor, Department of bioengineering and water, Odessa National Academy of Food Technologies, 067-4804928; e-mail: yaverkhivker@gmail.com

Е. І. Альтман
Я.Г. Верхівкер

Використання електростатичних сил для створення системи охолодження електронних пристроїв

Одеська національна академія харчових технологій

Запропоновано метод використання діелектричних рідин в якості охолоджуючого еле-мента в системі регулювання температури електронних пристроїв .У розробленому методі використовується особливість поведінки діелектричних рідин в електростатичному полі. Показано зв'язок між ефективністю терморегулювання і режимом включення / вимикання подачі електричного живлення на радіоелектронний пристрій. Наведено конкретна схема реалізації запропонованого способу регулювання температурного режиму пристрою.

Ключові слова*:* спосіб ожлажденія, діелектрична рідина, електроди, сили електростат-ческого взаємодії, радіоелектронний пристрій.

Альтман Елла Іллівна - канд. техн. наук, доцент, кафедра теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв інституту холоду, кріотехнології і екоенергетика імені В. С. Мартинівського Одеської національної академії харчових технологій, Одеса; 067-4853314, e-mail: ellaa@ukr.net.

Верхівкер Яків Григорович - д-р техн. наук, професор кафедри біоінженерії та води технологічного іінституту імені М.В. Ломоносова Одеської національної академії харчових технологій, Одеса; тел. 067-4804928; e-mail: yaverkhivker@gmail.com

УДК 621.577 + 644.652 + 697

М. К. Безродний
С. О. Ословський

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОТИ ҐРУНТУ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Розглянуто комбіновану теплонасосну схему теплопостачання промислової будівлі з використанням теплоти ґрунту та вентиляційних викидів. Визначено кількість теплових насосів необхідну для покриття затрат енергії на теплопостачання. Проведено розрахунок затрат зовнішньої енергії на систему теплопостачання у випадку використання вихідної та комбінованої схем. Побудовано графічні залежності витрат енергії та кількості працюючих теплових насосів від температури зовнішнього повітря у випадку утилізації теплоти вентиляційних викидів та без неї.

Ключові слова:комбінована теплонасосна схема, вентиляційні викиди, теплота ґрунту,затрати зовнішньої енергії, термодинамічна ефективність.

Abstract

The combined heat pump scheme of industrial building heat supply using ground heat and ventilation emissions is considered. The amount of heat pumps required to cover energy costs for heat supply has been determined. The calculation of external energy costs for the heat supply system in the case of using initial and combined schemes. The graphical dependences of energy consumption and the number of working heat pumps on the outside air temperature in the event of heat recovery of ventilation emissions and without it are constructed.

Keywords:combined heat pump scheme, ventilation emissions, ground heat, external energy costs, thermodynamic efficiency.

Вступ

Сьогодні теплові насоси є загальновизнаною альтернативою для отримання теплової енергії для потреб теплопостачання. Одним з найпоширеніших типів є геотермальний, або ґрунтовий тепловий насос, який завдяки багатьом перевагам швидко розповсюджується в світі. Однак, через потребу значних стартових капіталовкладень та високого терміну окупності (для ґрунтового теплового насосу 5 – 7 років [1]), в Україні такі системи не користуються популярністю. Виходячи з цього актуальним на сьогодні є наукові розробки з підвищення енергоефективності таких систем, і, як наслідок, зниження капіталовкладень та досягнення економічного ефекту для сприяння впровадження теплонасосних технологій в Україні в цілому. Вищезазначені задачі можуть бути вирішені шляхом розробки комбінованих теплонасосних схем теплопостачання з використанням низькотемпературних джерел енергії [2,3].

Метою роботи є визначення енергетичного ефекту від впровадження системи теплопостачання на базі ґрунтового теплового насосу з використанням низькотемпературних вентиляційних викидів промислової будівлі.

Результатидослідження

Конкретні можливості для розробки і впровадження в роботу таких нових схем виникають при розгляді та вирішенні питань опалення та вентиляції широкого класу об’єктів, серед яких школи, лікарні, дитячі садочки, торговельно-розважальні комплекси, будівлі промислового призначення та інші. Характерним для таких об’єктів є великий об’єм приміщень та великі витрати теплоти на вентиляцію. В такому випадку виникають задачі комбінування як верхніх (опалення та вентиляція), так і нижніх джерел енергії з використанням, як додаткового джерел, теплоти вентиляційних викидів

В цьому напрямку було розроблено комбіновану схему для опалення та вентиляції виробничої будівлі з використанням теплоти вентиляційних викидів та ґрунту. Авторами [4]проведено

термодинамічний аналіз запропонованої схеми теплопостачання, на основі якого зроблені висновки щодо зменшення питомих затрат зовнішньої енергії на систему опалення і вентиляції та пониження стартових капітальних затрат на виготовлення і монтаж теплового насоса і ґрунтового теплообмінника.

Для ілюстрації результатів дослідження прийнято рішення про застосування запропонованої схеми (рис. 1) до системи теплопостачання виробничого приміщення промислового призначення, що знаходиться за адресою м. Київ, вул. Магнітогорська 1, літ.4.

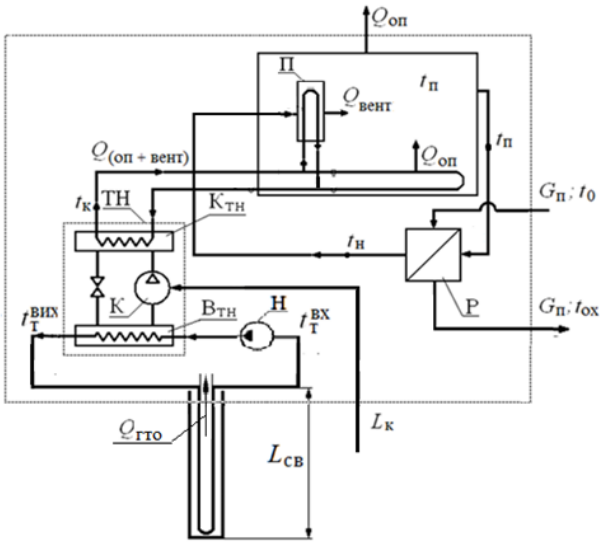


Рис. 1. Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційних викидів та ґрунту:ТН–тепловий насос; Ктн – конден-сатор ТН; Втн – випарник ТН; К – компресор; П–підігрівач повітря після рекуператора; Н – насос ниж-нього контуру; Р – рекуператор.

Виробнича будівля, в якій обладнано цех з виробництва радіоелектронного обладнання для студій ефірного та кабельного телебачення являє собою триповерхову конструкцію з горищем, без підвалу, загальною площею 1221 м2, оснащена напівпромисловим ґрунтовим тепловим насосом (ґрунт-вода) моделі F1345 типу 60 виробництва компанії «NibeIndustrier AB» (Швеція) [5]. Об’єкт також обладнаний припливно-витяжною системою вентиляції, задля забезпечення повітрообміну в виробничих приміщеннях.

На основі результатів дослідження [4], де був проведений термодинамічний аналізосновних параметрів схеми і визначені питомі затрати зовнішньої енергії на вироблення теплоти на вході в об’єкт теплопостачання,для конкретної промислової будівлі було побудовано графічні залежності витрат зовнішньої енергії на привід ТН від температури атмосферного повітря (рис. 2).

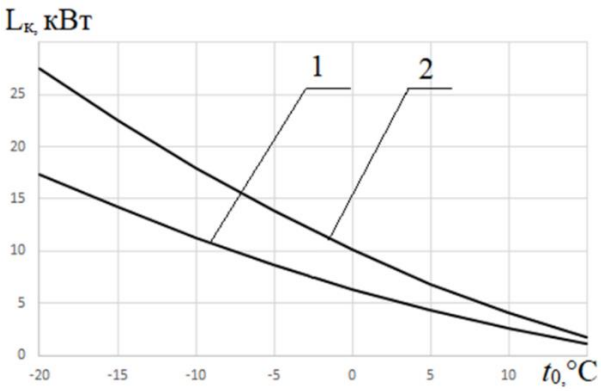


Рис. 2. Залежності витрат зовнішньої енергії від температури атмосферного повітря: 1 – схема з використанням теплоти вентиляційних викидів; 2 –базова схема.

З рис. 2 видно, що затрати зовнішньої енергії є суттєво меншими при застосуванні запропонованої схеми з рекуперацією. Також слід зауважити, що ефект від використання теплоти вентиляційних

викидів тим вищий, чим нижча температура навколишнього середовища, тобто зі збільшенням навантаження на систему теплопостачання абсолютна величина ефекту суттєво зростає.

Під час проведення досліджень було також проаналізовано погодні умови минулого опалювального періоду, з яких можна передбачити, що використання запропонованої комбінованої схеми в порівнянні з базовою може призвести до економії не тільки стартових капітальних, але і експлуатаційних витрат на систему теплопостачання. Використання вентиляційних викидів як додаткового джерела теплоти призведе до того, що близько 60 % часу опалювального періоду буде покрито за рахунок лише одного теплового насосу, в той час як для базової схеми працюватимуть 4 насоси (температура до -10°С). Виходячи з цього, можна зробити висновок, що використання схеми з рекуперацією теплоти вентиляційних викидів для конкретного промислового об'єкту суттєво знизить затрати коштів на експлуатацію системи теплопостачання.

Висновки

Визначено, що зменшення загальних затрат енергії на систему опалення і вентиляції має наслідком не тільки підвищення енергоефективності системи теплопостачання, але приводить і до зменшення капітальних затрат на спорудження теплонасосної установки (зокрема, на спорудження дороговартісного ґрунтового теплообмінника) пропорційно зменшенню її необхідної потужності.

Також встановлено, що потреби теплоти на опалення та вентиляцію вибраної будівлі при застосуванні запропонованої схеми практично задовольняються використанням лише двох теплових насосів, один з яких працює протягом всього опалювального періоду, а другий є резервним протягом більшої частини часу і включається в роботу лише за від'ємних температур зовнішнього повітря, що майже на 60 % скорочує як енергетичні затрати, так і відповідну кількість теплонасосного обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J. Lund,*Geothermal(ground-source) heatpumps a worldoverview*. China: GHC BULLETIN,2016, p. 121.
2. Ю. М. Мацевитый,О рациональномиспользованиитеплонасосныхтехнологий в экономикеУкраины. *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. № 3, с. 20–31, 2007.
3. М. К Безродний, Н. О. Притула, *Термодинамічна та енергетичнаефективністьтеплонасосних схем теплопостачання: монографія*.Київ, Україна.: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2016. – 272с.
4. М. К. Безродний, С. О. Ословський, «Енергоефективність теплонасосно-рекуператорної системи водяного опалення і вентиляції з використанням теплоти ґрунту та вентиляційних викидів», *Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія.»*, №3, с. 95-103, 2018.
5. Офіційний веб-сайт виробника обладнання: https://www.nibe-evan.ru/.

Безродний Михайло Костянтинович—доктор техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, m.bezrodny@kpi.ua.

Ословський Сергій Олексійович—аспірант, теплоенергетичний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ,work.oslovskiy@gmail.com.

Науковий керівник: ***Безродний Михайло Костянтинович***—д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

Bezrodny Mykhailo K.— doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: m.bezrodny@kpi.ua

Oslovskyi Serhii O. — postgraduate, Faculty of Heat and Power Engineering, Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail:work.oslovskiy@gmail.com.

УДК 504.064.47 : 536.24 : 620.92

Ткаченко С. Й.[1]
Іщенко К. О.[1]
Денесяк Д. І.[2]

ЗРОСТАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ ЗА УМОВ РУЙНУВАННЯ РЕОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ СУБСТРАТУ

Вінницький національний технічний університет[1]
ТОВ «ГРІН КУЛ», м. Вінниця [2]

Анотація

Проведено експериментальне дослідження зміни інтенсивності теплообміну за умов руйнування реологічної структури субстрату. В якості дослідного матеріалу використано послід свиней вологістю 90 і 94%. Описано процес проведення експериментів та аналіз їх результатів. Обґрунтовано доцільність використання субстрату вологістю 94% над субстратом вологістю 90%,в зв'язку зі зростанням коефіцієнта тепловіддачі в першому в 2 рази за умов руйнування реологічної структури.

Ключові слова: субстрат, інтенсивність теплообміну, реологічна структура, експериментально-розрахунковий метод.

Abstract

A method of estimating the change in the intensity of heat transfer under the conditions of destruction of the rheological structure of the substrate is proposed. The test material used was pig litter, diluted with water to a concentration of 90 and 94%. The process of conducting the experiments and analyzing the results are described. The feasibility of using a substrate with a moisture content of 94% over a substrate with a moisture content of 90% is substantiated, due to the increase of the heat transfer coefficient of the first two times.

Keywords: substrate, heat transfer intensity, rheological structure, experimental-design method.

Вступ

Ріст енергетичної ефективності біогазових установок гальмується на самперед недоліками методів, конструкцій та технологій для термостабілізації суміші в біореакторі, проблемами сталості температур по об'єму реактора. Загальновідомо, що біогазові установки (БГУ) на заході виробляють у вигляді біогазу більше енергії ніж потрібно для підтримання функціонування самої БГУ (попередній підігрів, транспортування, термостабілізація та ін.).

Наступною проблемою є властивості сировини для БГУ, так як це може бути відходи тваринництва, рослинництва, харчові відходи та відходи промисловості, а зазвичай суміші вище перерахованого. Кількість варіантів складу сумішей прямує до нескінченності [1], тому дослідження зазделегіть окремо кожного варіанту не є доцільним. Підтвердженням цього є умови прийняття наукових робіт в якості доповідей на XVI Мінському міжнародному форумі з тепломасообміну, де чітко зазначено, що результати дослідження теплофізичних властивостей речовин не приймаються [2].

Для якісного протікання процесу зброджування необхідне досить жорстке дотримання температурного режиму в БГУ. Так допустимі коливання температури субстрату в психрофільному режимі становлять ± 2°С, а у термофільному точність підвищується до ± 0,5°С [3]. Важливу роль відіграють непрямі параметри: розмір фракцій, вологість субстрату в різні періоди року, інтенсивність перемішування. Раціональний спосіб перемішування сприяє створенню сприятливих гідродинамічних і температурних умов існування метаноутворюючих бактерій, а також більш ефективному використання об'єму метантенка [4]. Це спонукає до розробки засобів оцінки теплофізичних властивостей і інтенсивності теплообміну в обладнані БГУ безпосередньо під час проведення технологічного процесу зброджування.

Результати дослідження

В якості дослідної речовини обрано гній свині. Вага свині 85 кг на відгодівлі. Для проведення досліджень твердий гній розводили водою для отримання субстрату різної вологості. Процес змішування виконували в наступній послідовності: за балансовими залежностями розраховували необхідну масу води яку треба додати до певної маси твердої фракції. На лабораторних вагах зважували визначені порції гною і води, перемішували їх у дослідній ємності до досягнення однорідності суміші.

Для досліджень підготовлено субстрат вологістю 82, 85, 90, 94 %,строк витримки субстрату перед початком експерименту 5 та 20 днів. Продукт, яким годувались тварини – горох з отрубями.

Під час приготування субстратів вологістю 82% спостерігалось випадіння осаду, неоднорідність суміші навіть під час постійного перемішування. У суміші 85% певна неоднорідність зберігалась і осадження починалося через 5 хвилин після припинення перемішування. Для сумішей вологістю 90 і 94 % спостерігались добре перемішування компонентів з утворенням мутного в'язкого середовища та відсутність осаду близько 15 хвилин після припинення перемішування. Для проведення досліджень на експериментальному стенді використовувалась суміш вологістю 90 і 94%.

Дослідження проводили на експериментальному стенді описаному в [3]. Дослідна установка складається з внутрішньої тонкостінної ємності яка має форму тонкостінного циліндра (товщина стінки 0,5 мм), в якому відбувається нагрів суміші за рахунок теплоти води в зовнішньому коаксіальному об*ємі, який має зовнішній діаметр 200 мм, внутрішній – 97 мм, висота – 120 мм; внутрішній циліндр має діаметр має 96 мм; висоту – 90 мм.

Для оцінки зростання інтенсивності теплообміну за умов руйнування структури субстрату використовували методику запропоновану в [5], через критеріальне рівняння, що описує інтенсивність теплообміну у внутрішній робочій порожнині. Рівняння (1) для вимушеного руху з врахуванням природної конвекції, отримане за допомогою нашого експериментального стенду описаного в [3], і може бути використано в межах $20 < Re^{*}_{2\delta} < 3{,}7\cdot10^{3}$, $6\cdot10^{6} < (Gr_{H}\cdot Pr^{p}) < 2\cdot10^{8}$, $3{,}2 < Pr^{p} < 1{,}7\cdot10^{3}$

$$Nu = 0{,}0549\cdot Re^{*0{,}589}\cdot Pr_{p}^{0{,}33}\cdot(Gr_{H}\cdot Pr_{p})^{0{,}1}\cdot\left(\frac{Pr_{p}}{Pr_{ст}}\right)^{0{,}25}, \quad (1)$$

Із рівняння (1) базовий комплекс фізичних властивостей має вигляд

$$КФВ_{б} = P_{1}\cdot\nu^{-0{,}359}, \quad (2)$$

$$\text{де } P_{1} = C_{p}^{0{,}43}\cdot\rho^{0{,}43}\cdot\beta^{0{,}1}\cdot\lambda^{0{,}57}, \quad (3)$$

де $\overline{\Delta t_{б}} = (\bar{t}_{1} - \bar{t}_{2})$; $\bar{t}_{1}$ і $\bar{t}_{2}$ – усереднена температура гарячого теплоносія і досліджуваного рідкого середовища, °С [1]; $2\delta = D_{вн} - d_{М}$ – визначальний лінійний розмір для вимушеної конвекції, м; Н – визначальний лінійний розмір в умовах природної конвекції, м; $\overline{w} = \pi\cdot n\cdot d_{М}/60$ – умовна характерна швидкість руху рідини, м / с; n – частота обертання мішалки, об / хв; α_{2} – коефіцієнт тепловіддачі від теплообмінної поверхні до досліджуваного рідкого середовища, Вт/(м^2 ·К); $Gr_{H} = (g\cdot\beta\cdot\overline{\Delta t}\cdot H^{3})/\nu^{2}$ – критерій Грасгофа ; критерій Рейнольдса для наших умов $Re^{*} = \frac{\overline{w}\cdot 2\delta}{\nu}$; Pr_{p} – критерій Прандтля для рідини, визначений за температурою рідини, $Pr_{p} = \frac{\mu\cdot C_{p}}{\lambda}$; Pr_{c} – критерій Прандтля для рідини, визначений за температурою стінки; β – коефіцієнт температурного розширення рідкого середовища, °С$^{-1}$; λ – теплопровідність рідкого середовища, Вт / (м·К); ν – кінематична в'язкість рідкого середовища, м^2/с; ρ – густина рідкого середовища, кг/м^3; C_{p} – питома теплоємність рідкого середовища, кДж/(кг·К); g – прискорення вільного падіння, м/с^2. Поправка на напрямок теплообміну $\left(Pr_{p}/Pr_{ст}\right)_{б}^{0{,}25}$ визначалася за спеціально розробленим методом за умов використанням рідин і сумішей, теплофізичні властивості яких невідомі [5]. Еквівалент швидкості зсуву для умов конкретної установки $\gamma = \overline{w}/[0{,}5(D_{вн} - d_{М})]$ прийнято згідно [5].

Для оцінки зростання інтенсивності теплообміну при руйнувані структури з масиву експериментальних даних отриманих під час обробки відокремлюємо результати за умовами: $\bar{t}_2 = \text{const}$, $\overline{\Delta t_б} = \text{const}$ і представляємо у вигляді залежності (рис. 1).

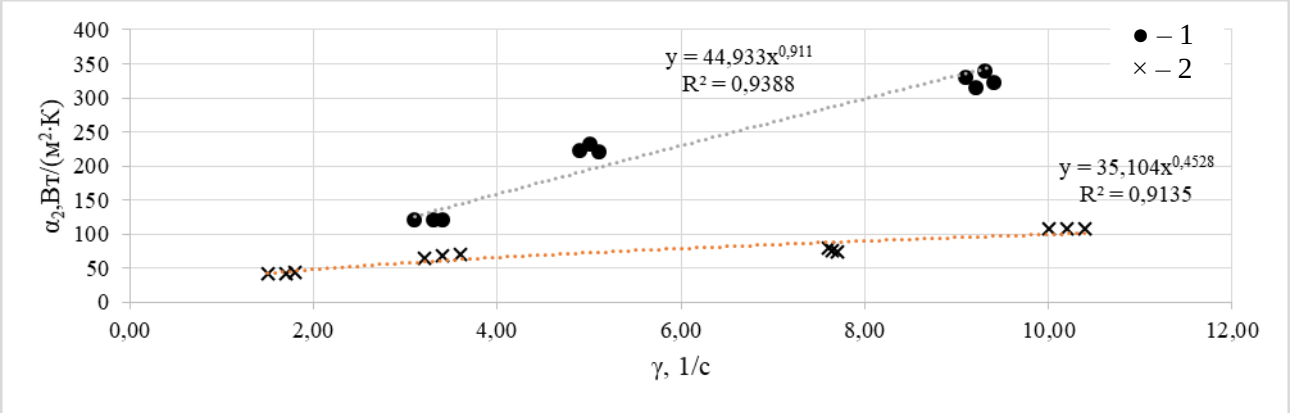


Рис. 1. Залежність коефіцієнту тепловіддачі до субстрату від швидкості зсуву: 1 – послід свиней вологістю 94%; 2 – послід свиней вологістю 90%; $\bar{t}_2 = 42$ °С; $\overline{\Delta t_б} = 11...13$ °С.

На рис.1 спостерігаємо, що за рахунок ломки структури отримуємо для посліду свиней 94% інтенсивність теплообміну за умов $\gamma = 9{,}1$ с$^{-1}$ в двічі більшу ніж за умов $\gamma = 3{,}5$ с$^{-1}$. Що пояснюється зміною структури субстрату свиней.

Для посліду свиней з вологістю 90% такий же аналіз показує збільшення коефіцієнту тепловіддачі в 1,7 рази, проте для субстрату вологістю 90% вихідна залежність для α_2 не відповідає нашим експериментальним даним. Руйнування структури в даному випадку спостерігається, але руйнівний ефект за умов W=90% обчислений з врахуванням залежності (1) не показує таку високу частку росту інтенсивності теплообміну за умови ломки структури, як при W=94%.

Проведення аналізу даних з вибором інших $\bar{t}_2 = \text{const}$, $\overline{\Delta t_б} = \text{const}$ показує аналогічні результати в межах очікуваної похибки 15…20%.

Висновки

Аналіз зміни іненсивності теплообміну за умов руйнування реологічної структури субстрату з посліду свиней показує, що за умов вологості субстрату 90 і 94 % відбувається руйнування структури, проте інтенсивність теплообміну в субстраті W=90% лише якісно описується залежністю (1). Спостерігається збільшення інтенсивності теплообміну в 2 рази для субстрату вологістю 94% за умов зміни еквіваленту швидкості зсуву від 3,5 с-^{1} до 9,1 с$^{-1}$. Дані результати дають підставу зробити висновок, що застосування субстрату вологістю 90% є недоцільним в біогазовій технплогії, оскільки механічна інтенсифікація теплообміну за даних умов не ефективна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Выход биогаза из разных видов субстратов. Компания «Biteср Biogas» [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.biteco-energy.com/vyhod-biogaza-iz-razlichnogo-syrya/
2. XVI Мінський міжнародний форум з тепломасообміну [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.itmo.by/conferences/mif/
3. Ткаченко С. Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 148 с.
4. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета: НТП 17-99*. – [Чинний від 1999-10-01] – М.: Департаментом ветеринарии Минсельхоза России, 2001. – 55с.
5. Ткаченко С. Й. Теплофізичне тестування реологічного поводження складних рідинних середовищ / С. Й. Ткаченко, Н. В. Паламарчук, Д. І. Денесяк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2018. - № 4. - С. 46-53.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики.
Іщенко Ксенія Олександрівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.
Денесяк Дмитро Іванович – інженер-проектувальник розрахункого відділу ТОВ «ГРІН КУЛ», м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Науковий керівник ***Ткаченко Станіслав Йосипович*** – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: stahit@mail.ru.

Stanislav Tkachenko – Dc. Sc.., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: stahit@mail.ru.
Ishchenko Ksenia – graduate student of heating, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: doc13energee@gmail.com.
Denysiak Dmytro – design engineer of the calculation department of Green Cool Ltd., Vinnitsa, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Supervisor: ***Semenchenko Simon S.*** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

УДК 621.577 + 644.652 + 697

М. К. Безродний
Т. О. Місюра

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОНАСОСНО-РЕКУПЕРАТОРНОЇ СХЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ШКІЛЬНІЙ БУДІВЛІ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Проведено розрахунок теплопостачання реального соціального об'єкту із застосуванням теплонасосно-рекуператорної схеми опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря в залежності від параметрів навколишнього середовища. Розраховано необхідну кількість повітряних теплових насосів та визначено режими їх роботи. Були проведені розрахунки затрат зовнішньої енергії, необхідної кількості теплових насосів як для базової схеми, тобто без утилізації теплоти вентиляційних викидів, так і для схеми з рекуперацією теплоти вентиляції.

Ключові слова: теплонасосно-рекуператорна схема теплопостачання, повітряний тепловий насос, сумарні питомі затрати зовнішньої енергії.

Abstract

The calculation of the heat supply of a real social object with the use of heat pump-recuperative scheme of heating and ventilation using the heat of ventilation and atmospheric air, depending on environmental parameters. The required number of air heat pumps has been calculated and their operating modes have been determined. External energy costs, the required amount of heat pumps was calculated both for the basic scheme, without the utilization of ventilation heat, and for the ventilation heat recovery scheme.

Keywords: heat pump and heat recovery scheme, air heat pump, total specific external energy costs.

Вступ

На сьогодні безперервний технологічний прогрес у світі обумовлює закономірне збільшення потреби в енергії, левова частка якої отримується шляхом спалювання первинних енергоресурсів. Пропорційно даній закономірності все більш нагальним стає перед людством питання економії корисних копалин, що, як відомо, мають обмежені запаси. Більше третини первинних енергоресурсів у світі витрачається в житлово-комунальному секторі. Проте ефективність використання енергії в ньому загалом є низькою з ексергетичної точки зору, тому її підвищення посідає важливе місце в вирішенні загальної проблеми енергозбереження.

Метою роботи є аналіз енергетичного ефекту від впровадження теплонасосної схеми теплопостачання в громадській будівлі як заходу з енергозбереження.

Результати дослідження

У кліматичних умовах України на забезпечення опалення виробничих, адміністративних і житлових будівель використовуються близько 40 % паливно-енергетичних ресурсів, що споживається в країні [1]. Це свідчить про низьку ефективність та застарілість наявного теплогенеруючого обладнання в житлово-комунальному господарстві України. У часи розвитку альтернативної енергетики очевидним шляхом зменшення енергоємності традиційних теплогенераторів, що застосовуються для цілей теплопостачання, є залучення саме альтернативних низькопотенційних джерел енергії. Серед них теплові насоси (ТН) вже давно набули розповсюдження в світовій практиці, а ТН з використанням теплоти атмосферного повітря є особливо поширеними через низькі капіталовкладення в порівнянні з іншими джерелами енергії, необмеженість та доступність джерела теплоти.

Проте їх значним недоліком є втрата потужності та ефективності зі зниженням температури повітря, що в умовах України ускладнює ефективне використання відповідної теплонасосної системи

для цілей опалення та вентиляції протягом усього холодного періоду року [2]. Тому для забезпечення роботи ТН протягом усього опалювального періоду виникає потреба у розробці та дослідженні комбінованих теплонасосних систем з використанням додаткових джерел теплоти для підвищення ефективності їх роботи. Як показано в [3], ефективність роботи таких систем зростає при їх застосуванні в громадських будівлях (школи, дитсадки, лікарні, торгово-розважальні центри і т. п.) з постійним перебуванням людей, де вимагається досить велика кратність повітрообміну. Витрати теплоти на вентиляцію в приміщеннях таких будівель можуть багаторазово перевищувати витрати теплоти на опалення і тому має місце додаткове джерело теплоти у вигляді вентиляційних викидів, що може бути використано к комбінації з атмосферним повітрям.

У зв'язку з цим приклад теплопостачання реального соціального об'єкта наводиться із застосуванням теплонасосно-рекуператорної схеми опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря. Принципову схему зображено на рис. 1.

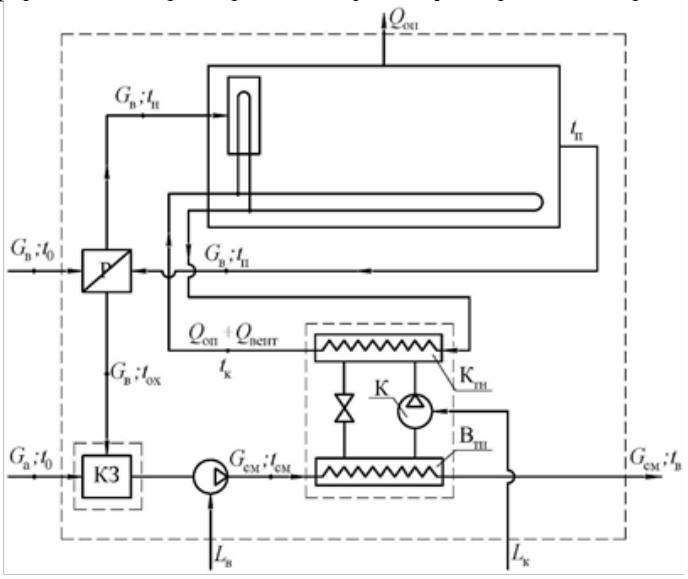
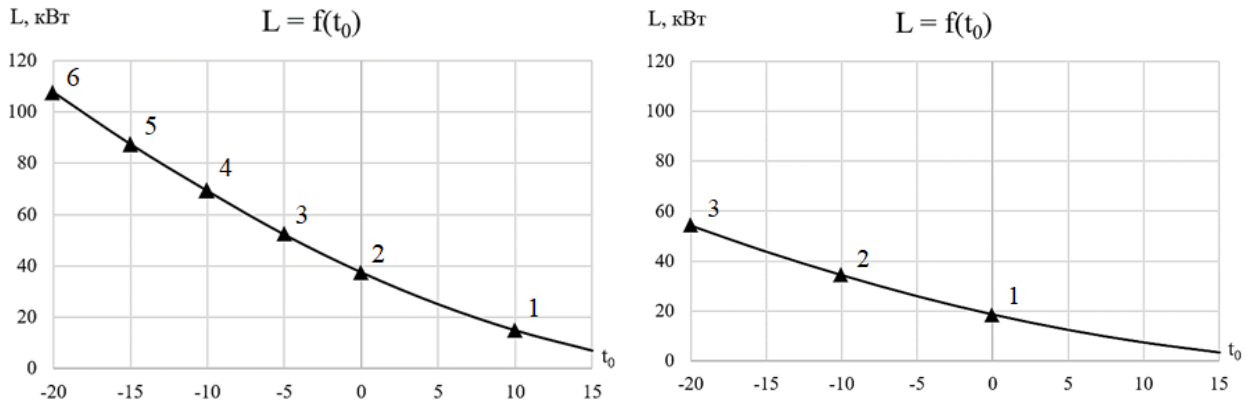


Рис. 1. Принципова теплонасосно-рекуператорна схема опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря: $К_{тн}$ – конденсатор ТН; $В_{тн}$ – випарник ТН; К – компресор; В – вентилятор; КЗ – камера змішування; Р – рекуператор.

У [4] наведено методику аналізу ефективності вищезазначеної системи, розроблено її теоретичну модель та виконано числовий аналіз її термодинамічної ефективності. На основі проведених досліджень, виконано аналіз енергетичного ефекту від застосування даної системи теплопостачання у спеціалізованій загальноосвітній школі №12 за адресою: м. Житомир, Старий Бульвар, 4. Школа являє собою чотириповерхову конструкцію загальною площею 3617 м^2, розмірами стін 55,86×23,98 м та висотою стелі поверхів 3,8 м. У якості джерела теплоти обрано напівпромислову модель ТН CAHV-P500YA-HPB типу «повітря-вода» виробництва компанії «Mitsubishi Electric» (Японія) [5]. Обраний ТН виконаний у вигляді моноагрегату зовнішньої установки.

Використовуючи результати розрахунків, побудовано графіки зміни затрат зовнішньої енергії на систему теплопостачання школи в залежності від температури зовнішнього повітря з зображенням на них включення у роботу нових теплових насосів у відповідності зі зниженням температури навколишнього середовища та в залежності від схеми теплопостачання: базової та з рекуперацією теплоти вентиляції (рис. 2). Точками на цих графіках показано кількість увімкнених у роботу ТН.

Як видно з рис. 2, при впровадженні теплонасосно-рекуператорної схеми теплопостачання в даному об'єкті можливе використання одного ТН до температури навколишнього середовища $t_о$ = 0 ºС. У той час базова схема дає можливість використовувати один апарат тільки до температури $t_о$ = 10 ºС. Також під час виконання роботи було зібрано інформацію стосовно кліматичного стану у м. Житомирі за опалювальний період. Було виявлено, що за час опалювального сезону температура зовнішнього повітря вище 0 ºС мала місце протягом 98 повних днів. Тобто близько 53 % усього часу теплопостачання школи можливо здійснювати за допомогою лише одного ТН із застосуванням теплонасосно-рекуператорної схеми теплопостачання.



а) б)

Рис. 2. Графік зміни затрат зовнішньої енергії та кількість увімкнених у роботу ТН в залежності від температури навколишнього повітря та схеми теплопостачання: а) базова схема; б) схема з рекуперацією теплоти вентиляції.

Висновки

Встановлено, що використання підігрітого за рахунок утилізації теплоти вентиляційних викидів атмосферного повітря дозволяє забезпечити більш сприятливі температурні умови роботи ТН в холодний період року, підвищуючи температуру повітря на вході та виході з випарника. Застосування теплонасосної установки в даному об'єкті дозволить більш гнучко регулювати власні потреби на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання у порівнянні з централізованим теплопостачанням, наприклад, уночі система опалення може працювати не в повну потужність, що призведе до ще більшої економії комунальних витрат протягом опалювального періоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. П. П. Куделя, *Низькоексергетичні опалювальні системи*. Київ, Україна: НТУУ «КПІ», 2015, 153 с.

2. В. Ф. Гершкович, *Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами*. Киев, Украина: Украинская Академия Архитектуры ЧП "Энергоминимум", 2009, 60 с.

3. Yu-Yuan Hsieh, Yi-Hung Chuang, Tung-Fu Hou, Bin-Juine Huang, "A study of heat-pump fresh air exchanger", *Applied Thermal Engineering*, vol. 132, no. 5., pp. 708–718, 2018.

4. М. К. Безродний, Т. О. Місюра, «Ефективність теплонасосно-рекуператорної схеми опалення та вентиляції з використанням теплоти вентиляційного і атмосферного повітря», *Наукові вісті НТУУ КПІ*, №6, с. 22-29, 2018.

5. Офіційний веб-сайт підприємства: http://www.mitsubishielectric.com.ua/.

Безродний Михайло Костянтинович — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, m.bezrodny@kpi.ua.

Місюра Тимофій Олексійович — аспірант, теплоенергетичний факультет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Sconosciuto.T@gmail.com.

Науковий керівник: ***Безродний Михайло Костянтинович*** — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної та промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ

Bezrodny Mykhailo K. — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: m.bezrodny@kpi.ua

Misiura Tymofii O. — postgraduate, Faculty of Heat and Power Engineering, Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: Sconosciuto.T@gmail.com.

Supervisor: ***Bezrodny Mykhailo K.*** — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv

УДК 629.4.048

А.М. Радченко
А.В. Грич

ДВОСТУПЕНЕВА СИСТЕМА КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ АВТОНОМНОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, artem.grich@gmail.com

Виконано аналіз ефективності кондиціювання припливного повітря машинного відділення газових двигунів автономної теплоелектростанції. Розглянуто систему двоступеневого кондиціювання повітря з використанням каскадної абсорбційно-парокмпрессороної холодильної машини і зональною повітроподачею. Запропоновано способи обробки їх припливного повітря машинного відділення, що забезпечують його глибоке охолодження.

Ключові слова: *система кондиціювання, автономна теплоелектростанція, машинне відділення, газовий двигун, повітроохолоджувач.*

Вступ

Температура повітря в машинному відділенні (МО), звідки повітря надходить на всмоктування турбокомпресорів (ТК) газових двигунів (ГД) автономних електростанцій, зазвичай підтримується системою вентиляції або охолодженням припливного повітря в центральному кондиціонері з подачею в повітроохолоджувачі (ВО) холодної води з температурою 7 ... 10 ° С, що надходить від абсорбційної бром-літієвої холодильної машини (АБХМ), що утилізує скидну теплоту ГД. В роботі запропонована система охолодження припливного повітря МО з подачею охолодженого повітря безпосередньо на вхід ГД окремим повітропроводом, яка дозволяє істотно скоротити витрату повітря і збільшити глибину його охолодження при зниженні витрат холоду.

Результати дослідження

Машинні відділення (МВ) автономних теплоелектростанцій на базі газових двигунів (ГД) відрізняються інтенсивними тепловиділеннями – від електрогенераторів, встановлених на ГД теплообмінників, від корпусу самого двигуна, щитів управління і т.д., а також теплоприпливи в МВ ззовні, що призводить до підвищення температури повітря в МВ, звідки воно надходить на вхід турбокомпресорів (ТК) наддуву ГД, і, як наслідок, до зниження паливної ефективності ГД. Тому припливне повітря МВ необхідно охолоджувати. У стандартних системах кондиціювання МВ автономних теплоелектростанцій передбачено охолодження всього припливного повітря в центральних кондиціонерах (ЦК) з холодопостачанням від абсорбційних холодильних машин, утилізують скидну теплоту ГД. Однак при підвищених температурах зовнішнього повітря стандартні системи охолодження в ЦК не в змозі забезпечити необхідну температуру повітря на вході ТК ГД через значні теплоприпливи і великі обсяги припливного повітря. Крім того, глибина охолодження припливного повітря обмежена температурою холодоносія (холодної води від АБХМ) 7 °С.

Для більш глибокого охолодження припливного повітря розроблена двоступенева система охолодження припливного повітря з парокомпресорною холодильною машиною (ПКХМ), що служить для холодопостачання технологічних виробництв. Використання ПКХМ для кондиціювання МО вельми обмежена, особливо при дефіциту холоду на технологічні потреби.

Використання ПКХМ як джерела холоду для другого ступеня охолоджувачів повітря на вході двигунів передбачає додаткові витрати електроенергії на привід компресора, що при наявності технологічних виробництв в якості пріоритетних споживачів холоду вкрай проблематично і вимагає раціонального його витрачання. Це завдання може бути вирішена шляхом збільшення

холодопродуктивності ПКХМ з використанням для цього холоду, одержуваного трансформацією скидний теплоти в АБХМ.

З метою зведення до мінімуму споживання дефіцитного холоду від ПКХМ розроблена система двоступеневого охолодження повітря в повітроохолоджувачі (ПО) на вході ГД з холодопостачання другого ступеня $ПО_2$ від каскадної абсорбційно-парокомпресорній холодильної машини (КАПКХМ) [1, 2]. При цьому конденсатор ПКХМ охолоджується холодоносієм від АБХМ. Система дозволяє підвищити холодопродуктивність компресора і холодильний коефіцієнт ПКХМ (від $\varepsilon_к$=3,1 до $\varepsilon_к$=7 згідно характеристик компресора BITZER 4NES-12Y-40P на рис. 1) за рахунок зниження температури конденсації $t_к$ від 45 °С до 20 ° С. Таким чином можна скоротити витрати електроенергії на привід компресора ПКХМ на 40 ... 50%.

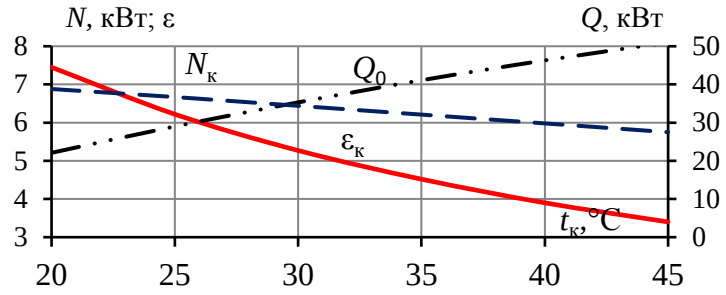


Рис. 1. Залежність холодильного коефіцієнта $\varepsilon_к$, споживаної електричної потужності $N_к$ компресора BITZER 4NES-12Y-40P, холодопродуктивності ПКХМ Q_0 від температури конденсації $t_к$.

На рис. 2 представлені результати розрахунку характеристик системи двоступеневого охолодження припливного повітря на вході ГД в КАПКХМ. Як видно з графіків, зниження температури повітря становить $\Delta t_{ПО} = t_{зп} - t_{ВТ}$= 14…26 °С, що значно більше, ніж в базовому варіанті $\Delta t_{ПО(60)} = t_{зп} - t_{ПО.2}$ = 5…13 °С. Звідси можна зробити висновок, що застосування зональної системи кондиціювання з двоступеневим охолодженням повітря на вході ГД дозволяє збільшити глибину охолодження $\Delta t_{ПО}$ в півтора рази в порівнянні з базовим варіантом системи кондиціювання.

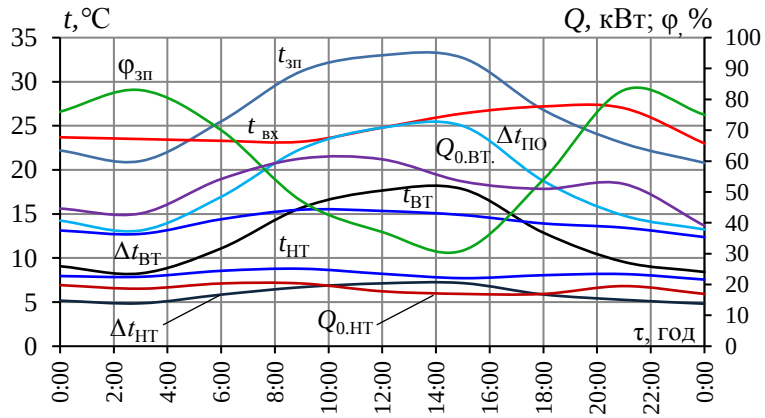


Рис. 2. Температури зовнішнього повітря $t_{зп}$, на вході ТК ГД $t_{вх}$ при заборі повітря із МВ, на виході з першого ступеня $ПО_1$ $t_{ВТ}$, зниження температури повітря в $ПО_1$ $\Delta t_{ВТ} = t_{зп} - t_{ВТ}$, на виході з другого ступеня $ПО_2$ $t_{НТ}$, зниження температури повітря в ступені $ПО_2$ $\Delta t_{НТ.} = t_{ВТ} - t_{НТ}$, повна глибина охолодження припливного повітря в двоступеневому ПО $\Delta t_{ПО} = t_{зп} - t_{НТ}$ протягом доби при витраті повітря 35000 м^3/год, холодопродуктивності першого ступеня $ПО_1$ $Q_{0.ВТ}$ і другого ступеня $ПО_2$ $Q_{0.НТ}$

На рис.3 представлені поточні значення холодопродуктивності (теплового навантаження на ПО) і скорочення питомої витрати палива протягом доби.

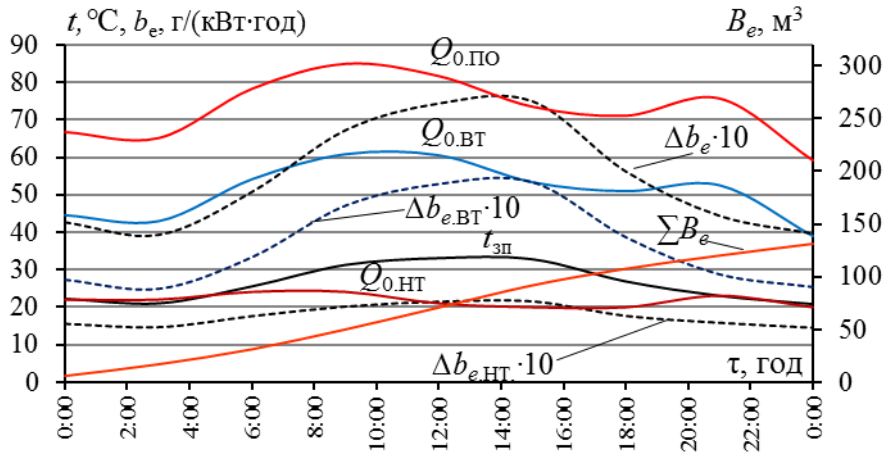


Рис. 3. Зміна холодопродуктивності першого ступеня ПО$_1$ $Q_{0.ВТ}$, другого ступеня ПО$_2$ $Q_{0.НТ}$, сумарною холодопрдуктивності ПО $Q_{0.ПО}$, повного теплового навантаження ПО $Q_{0.НТ}$, Δb_e – скорочення питомої витрати палива, г / (кВт · год), $\Sigma\Delta B_e$ – добова економія природного газу, м^3

Як видно, максимальне теплове навантаження складає близько 112 кВт, що на 68% менше, ніж в базовому варіанті ($Q_{0(60)}$≈350 кВт), а навантаження на ПО зменшилася на 76%, що має велике значення в умовах дефіциту холоду на технологічні потреби .

Висновки

Розроблено спосіб двоступеневого охолодження припливного повітря МВ ГД трансформацією скидний теплоти ГД в каскадній абсорбційної-парокомпресорній холодильній машині з холодопостачанням високотемпературного ступеня ПО$_{ВТ}$ від АБХМ і низькотемпературного ступеня ПО$_{НТ}$ від КАПКХМ, який забезпечує скорочення витрат палива на 10 ... 15% за рахунок глибокого (до 7 ... 10 ° С) охолодження повітря на вході ГД в порівнянні з його охолодженням в АБХМ до 15 ° С

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Радченко А. М., Грич А. В. Охолодження приточного повітря машинного відділення газових двигунів тригенераційної установки [Текст] / А.М. Радченко, А.В. Грич // Холодильна техніка та технологія. - 2014. - № 6. - С. 20-25.

[2] Радченко А. М., Грич А. В., Портной Б. С. Ступенчатое охлаждение приточного воздуха машинного отделения автономной электростанции [Текст] / А.М. Радченко, А.В. Грич, Б.С. Портной// Холодильна техніка та технологія. - 2016. - Т. 51, Вип. 1. - С. 71-7.

[3] Радченко Р.Н., Грич А.В. Двухступенчатое охлаждение приточного воздуха газовых двигателей тригенерационной установки [Текст] / Р.Н. Радченко, А.В. Грич // Авиационно-космическая техника и технология. –2014. – № 6. – С. 103–107.

[4] Радченко, Н.И. Ступенчатое кондиционирование воздуха на входе рекуперативных ГТД утилизацией теплоты выпускных газов. [Текст] / Н.И. Радченко, С.А. Кантор, Рамзи Єл Герби // Авиационно-космическая техника и технология. – 2014. – № 3 (110). – С. 86–90.

[5] Ткаченко С.Й. Показники ефективності роботи енергетичних установок для сумісного виробництва теплової та електричної енергії/ Ткаченко С.Й., М.М.Чепурний, Н.В. Пішеніна. – Вінниця: Наукові праці ВНТУ. – 2010. – № 1. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/ejornals/NNTU/2010-1failes/uk/.htn. – С.54-57

[6] Морозюк Л. И. Термодинамический анализ каскадных холодильных машин с R744в верхнем каскаде/ Л. И. Морозюк // Холодильна техніка та технологія. – 2016. – Т. 52, Вип. 1. – С. 12-17.

Стаття надійшла до редакції 03.11.2019

**Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом 0119U103289*

Радченко Андрій Миколайович — к.т.н, доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації e-mail: nirad50@gmail.com

Грич Артем Вікторович — к.т.н, доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

A.M. Radchenko
A.V. Hrych

Two-stage system of air conditioning of the integrated heat power plant of the food industry enterprise

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

The analysis of the effectiveness of the supply air conditioning of the engine room of gas engines of an autonomous thermal power plant is carried out. A two-stage air conditioning system using a cascade absorption-vapor compression chiller and zonal air supply is considered. Methods are proposed for processing their supply air in the engine room, provide its deep cooling.

Key words: air conditioning, autonomous thermal power station, engine room, gas engine, air cooler.

Radchenko Andrii Mykolayovych – PhD Assistant Professor of the Conditioning and Refrigeration Department, e-mail: nirad50@gmail.com;
Hrych Artem Victorovych – PhD, Assistant Professor of the Conditioning and Refrigeration Department;

А.Н. Радченко
А.В. Грич

Двухступенчатая система кондиционирование воздуха автономной теплоэлектростанции предприятия пищевой промышленности

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Выполнен анализ эффективности кондиционирования приточного воздуха машинного отделения газовых двигателей автономной теплоэлектростанции. Рассмотрена система двухступенчатого кондиционирования воздуха с использованием каскадной абсорбционно-парокмпрессорной холодильной машины и зональной воздухоподачей. Предложены способы обработки их приточного воздуха машинного отделения, обеспечивают его глубокое охлаждение.

Ключевые слова: система кондиционирования, автономная теплоэлектростанция, машинное отделение, газовый двигатель, воздухоохладитель.

Радченко Андрей Николаевич – к.т.н., доцент кафедры кондиционирования и рефрижерации e-mail: nirad50@gmail.com;
Грич Артем Викторович – к.т.н., доцент кафедры кондиционирования и рефрижерации;

УДК 629.4.048

А.М. Радченко
О.В. Остапенко

СТУПЕНЕВА ЕЖЕКТОРНО-АБСОРБЦІЙНА СИСТЕМА ТРАНСФОРМАЦІЇ ТЕПЛОТИ ГАЗОВОГО ДВИГУНА В ХОЛОД

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,
м. Миколаїв, ostapenko.alex89@gmail.com

Виконано аналіз існуючої системи трансформації скидний теплоти ГД в холод. Встановлено значні втрати тепла. Запропоновано ступінчаста абсорбційної-ежекторна система, використання якої дає скорочення втрат теплоти і приріст холодопродуктивності системи до 18% при тепловому коефіцієнті ЕХМ рівним 0,2

Ключові слова: *тригенерація, абсорбційна холодильна машина, ежекторна холодильна машина, утилізація теплоти.*

Вступ

У руслі загальносвітової тенденції децентралізації енергопостачання все більший попит отримують установки автономного електро-, тепло- та холодопостачання, в яких скидна теплота привідних двигунів електрогенераторів трансформується в холод тепловикористовуючими холодильними машинами, а холод використовується на технологічні потреби і кондиціонування повітря різних об'єктів. Особливо перспективним є застосування для приводу електрогенераторів газопоршневих двигунів, що випускаються в когенераційному виконанні - зі штатними теплообмінниками, в яких скидна теплота відводиться на нагрів води (теплоносія), теплота якого в свою чергу трансформується в холод абсорбційною бромистолітіевою холодильною машиною.

Результати дослідження

Відповідно до існуючої схеми при температурі теплоносія, на виході з когенераційного модуля, що дорівнює 90°С, зниження температури теплоносія в АБХМ зазвичай становить не 15 °С, а реально навіть дещо менше, що не дозволяє охолоджувати теплоносій до температури на вході в ГД t = 70 ° С, яка б забезпечувала підтримку теплового стану ГД на необхідному рівні, і викликає необхідність скидати надлишкову теплоту в атмосферу градирнею аварійного скидання. Через відповідні втрати теплоти теплові коефіцієнти системи утилізації теплоти ГД виявляються значно нижче теплових коефіцієнтів власне АБХМ, що зумовлює істотне зниження холодопродуктивності.

Рішення завдання підвищення ефективності трансформації теплоти газового двигуна в холод розглядалося на прикладі установки автономного електро-, тепло- і холодозабезпечення заводу ТОВ "Сандора" - "Pepsico Ukraine" (м.Миколаїв, Україна). Установка включає два когенераційних газових двигуна JMS 420 GS-N.LC GE Jenbacher (електрична потужність одного ГД 1400 кВт, теплова потужність 1500 кВт), в якому теплота випускних газів, надувої газоповітряної суміші, що охолоджує сорочку двигуна води і мастила використовується для нагріву води. Теплота гарячої води трансформується абсорбційною бромістолітіевою холодильною машиною AR-D500L2 Century в холод (холодильна потужність 2000 кВт), який витрачається на технологічні потреби і для роботи центральних кондиціонерів, що забезпечують охолодження повітря в машинному відділенні (рис.1).

З метою виключення зазначених втрат тепла, було запропоновано використовувати в системі утилізації додаткову тепловикористовуючу ежекторну холодильну машину. Ежекторні ХМ відрізняються простотою конструкції, але їх ефективність роботи дуже сильно залежить від температури теплоносія на вході. Незначне падання температури теплоносія призводить до значного падіння теплового коефіцієнта ЕХМ, в порівнянні з АБХМ. Тому ежекторний ступень запропоновано використовувати перед АБХМ щоб спрацювати в генераторі ЕХМ високопотенційне тепло теплоносія.

Згідно запропонованої схеми (рис.1) тепло теплоносія з температурою 90 ° С використовується в випарній частині генератора ЕХМ. Потім зі зниженою до 85 °С температурою теплоносій подається в АБХМ в результаті чого на виході з АБХМ отримують теплоносій з температурою ≈72 ° С. Для дотримання умови підтримки температури зворотного теплоносія на вході в газопоршневої двигун не вище 70 ° С, решта надлишкового тепла теплоносія відводитися в економайзерною частиною генератора ЕХМ для проміжного нагріву рідини перед випарною частиною генератора.

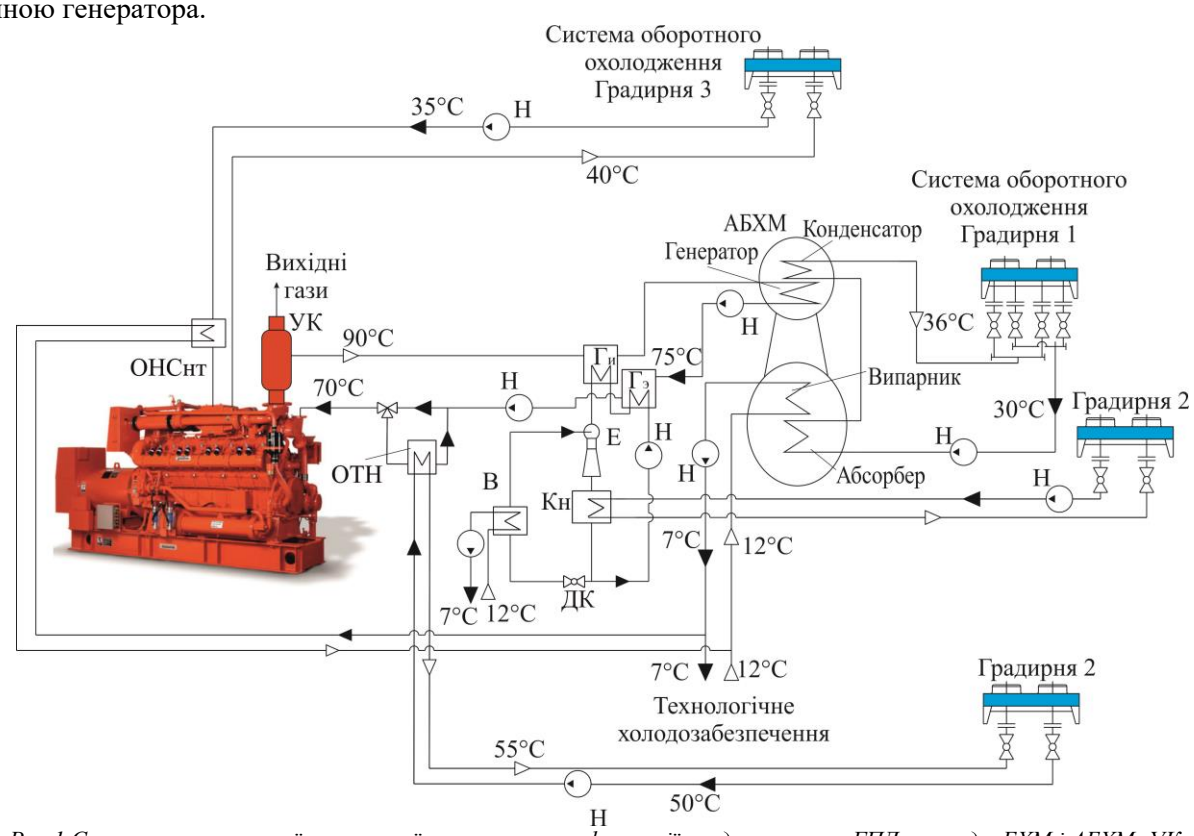


Рис.1 Схема запропонованої ступеневої системи трансформації скидного тепла ГПД в холод в ЕХМ і АБХМ: УК - утилізаційний котел; Гн, Ге - генераторна і економайзерная секції ЕХМ; ДК - дросельний клапан; Кн - конденсатор; В - випарник;Е - ежектор; градирня 2 - аварійного скидання тепла; ОТН- охолоджувач теплоносія;ОНСнт - охолоджувач надувної суміші; Н насос

Для запропонованої схеми були розраховані загальна холодопродуктивність, а також її складових - холодопродуктивності ЕХМ і АБХМ. При цьому було встановлено що, через використання частини теплоти теплоносія в генераторній секції ЕХМ перед АБХМ, і як результат зниження його температури, спостерігається зниження кількості теплоти використаного в АБХМ запропонованої схеми і трансформованого в холод. Але за рахунок додаткового холоду, одержуваного в ЕХМ, загальна холодопродуктивність трохи зростає.

Для запропонованої схеми системи трансформації скидного тепла ГД в холод були проведені розрахунки приросту холодопродуктивності при різних теплових коефіцієнтах ЕХМ. Було встановлено що використання ЕХМ в запропонованій схемі системи трансформації скидного тепла ГД в холод доцільно при її тепловому коефіцієнті 0,15 і вище. Так як при тепловому коефіцієнті ЕХМ 0,14 НЕ буде приросту холодопродуктивності в порівнянні з базовою схемою системи.

Висновки

Шляхом трансформації надлишкової теплоти, зазвичай скидається в атмосферу, в холод в ЕХМ можна збільшити холодопродуктивність установки автономного електро-, тепло- та холодопостачання, при можливості експлуатації ЕХМ з підвищеним тепловим коефіцієнтом. При цьому при значенні теплового коефіцієнта ЕХМ ζ = 0,4 можна досягти 18% приросту холодопродуктивності системи в порівнянні з базовим її значенням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Economic utilization of Biomass and Municipal Waste for power generation. Some energy lasts for generations. – GE Jenbacher Company Overview. – June 13, 2007. – 39 p.

[2] Elsenbruch T. Jenbacher gas engines a variety of efficient applications / T. Elsenbruch [статья]. – Bucureşti, October 28, 2010. – 73 p.

[3] GTI Integrated Energy System for Buildings. Modular System Prototype/ G. Rouse, M. Czachorski, P. Bishop, J. Patel // GTI Project report 15357/65118: Gas Technology Institute (GTI). – January 2006. – 495 p.

[4] Радченко А. Н., Зубарев А. А., Остапенко А. В., Грич А. В. Повышение эффективности утилизации теплоты газового двигателя ступенчатой трансформацией [Текст] / А. Н. Радченко, А. А. Зубарев, А. В. Остапенко, А. В. Грич // Авиационно-космическая техника и технология. – 2018. – № 6 (150). – 113 с. С. 39–43.

[5] Колективна монографія: "Інноваційні технології комбінованого виробництва енергії для переробних підприємств", розділ 14 " Трансформація теплоти когенераційних газопоршневих модулів установки автономного електро- тепло- та холодозабезпечення технологічного виробництва "/ А.М Радченко, Р.М. Радченко, О.В. Остапенко/ ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ: інноваційні аспекти технологій, енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу: колективна монографія / за ред. проф. В. В. Євлаш, проф. В. О. Потапова, проф. М.І. Радченко, проф. Н. Л. Савицької. – Х. : Світ книг, 2016. – 546 с.

Стаття надійшла до редакції ___.2019

**Публікація містить результати досліджень, проведених за грантом Президента України за конкурсним проектом 0119U103288*

Радченко Андрій Миколайович — к.т.н, доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації e-mail: nirad50@gmail.com

Остапенко Олексій Валерійович — к.т.н, доцент кафедри кондиціювання та рефрижерації.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

A.M. Radchenko
O.V. Ostapenko

Stepped ejector-absorption chiller system for transformation of gas engine heat into cold

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

The analysis of the existing system of transformation of waste heat of gas engine to the cold. Established significant heat loss. A staged absorption-ejector system has been proposed, the use of which results in a reduction in heat loss and an increase in the cooling capacity of the system to 18% with an ejector chiler thermal coefficient equal to 0.4

Keywords: trigeneration, absorption chiller, ejector chiller, heat recovery.

Radchenko Andrii Mykolayovych – PhD Assistant Professor of the Conditioning and Refrigeration Department, e-mail: nirad50@gmail.com;

Ostapenko Oleksii Valeriiovych – PhD, Assistant Professor of the Conditioning and Refrigeration Department;

А.Н. Радченко
А.В. Остапенко

Ступенчатая эжекторно-абсорбционная система трансформации теплоты газового двигателя в холод

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев

Выполнен анализ существующей системы трансформации сбросной теплоты ГД в холод. Установлены значительные потери тепла. Предложена ступенчатая абсорбционно-эжекторная система, использоваоние которой дает сокращение потерь теплоты и прирост холодопроизводительности системы до 18% при тепловом коэфициенте ЭХМ равным 0,4

Ключевые слова*: тригенерация, абсорбционная холодильная машина, эжекторная холодильная машина, утилизация теплоты.*

Радченко Андрей Николаевич – к.т.н., доцент кафедры кондиционирования и рефрижерации e-mail: nirad50@gmail.com;

Остапенко Алексей Валериевич – к.т.н., доцент кафедры кондиционирования и рефрижерации;

УДК 536.24.664.1.048

Петренко В.П.,
Прядко М.О.,
Францішко А.П.

Особливості кризових режимів в плівкових випарних апаратах під час концентрування густих цукрових розчинів

Національний університет харчових технологій, кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Анотація. *Аналіз кризового погіршення інтенсивності тепловіддачі до висококонцентрованих киплячих плівок розчинів, виконано в рамках моделі процесу циклічного накопичення надлишкової концентрації на міжфазній поверхні і, відповідно, циклічного зростання фізико-хімічної температурної депресії, та її циклічного вирівнювання під час проходження великих, а у випадку висококонцентрованих розчинів – напливних хвиль.*
Ключові слова: тепловіддача, концентрування, випаровування, криза, плівка, температурна депресія.

Abstract. *The analysis of the crisis deterioration of the heat transfer rate to highly concentrated fluidized solution films was performed in the framework of the model of the process of cyclic accumulation of excess concentration on the interfacial surface and, accordingly, the cyclic growth of the physial-chemical temperature depression, and its cyclic equalization during the solution flow waves.*
Keywords: *heat transfer, concentration, evaporation, crisis, film, temperature depression.*

Плівкові випарні апарати останніх корпусів багатокорпусних випарних установок (ВУ) цукрових заводів в разі порушення ритмічності виробництва періодично потрапляють в режим експлуатації зі зниженою витратою сиропу, що зумовлює його переконцентрування та спричиняє кризу теплообміну зі стрімким падінням теплового потоку по довжині труб.

Відомо, що під час охолодження теплонапружених поверхонь водою причиною виникнення кризових явищ є утворення сухих п'ятен, що розвиваються вверх по поверхні з виникненням струмків, або ривулет [1]. В разі концентрації густих сиропів під час випаровування темп зростання в'язкості суттєво перевищує темп падіння щільності зрошення, тому плівка в процесі руху потовщується без розривання на струмки. Другим фактором, що пригнічує тепловідведення, є те, що на міжфазній поверхні в результаті випаровування утворюється прошарок з надвисокою концентрацією, який не порушується за ламінарного режиму руху в'язкого розчину. За параболічного профілю швидкості в плівці в межах міжфазної поверхні, де градієнт концентрації максимальний, зміна швидкості незначна, тому задача знаходження концентраційного $C(x,y)$ поля набуває вигляду:

$$u\frac{\partial C(x,y)}{\partial x}=D_m\frac{\partial^2 C(x,y)}{\partial y^2}, \qquad (1)$$

де D_m – коефіцієнт дифузії; u – швидкість рідини в плівці; x, y – повздовжня та поперечна координати.

Граничні умови: $-D_m\frac{\partial C(\delta,x)}{\partial y}=\frac{q}{r\rho}C(\delta,x)$; $\frac{\partial C(0,x)}{\partial y}=0$.

В реальних випарних апаратах поверхня теплообміну нагрівається водяною парою, тому в міру зростання концентрації і, відповідно, фізико-хімічної температурної депресії, тепловий потік q вздовж поверхні нагрівання зменшується пропорційно падінню корисної різниці температур, а концентрація на міжфазній поверхні C_i плівки зростає. За даних умов добуток qC_i, приймаємо постійним, а потік маси з міжфазної поверхні вглибину плівки виразиться як $J_m=\frac{q}{r}C_i$.

Тоді, враховуючи, що $D_m\frac{\partial C(\delta,x)}{\partial y}=-\frac{q}{r\rho}C(\delta,x)\approx-\frac{J_m}{\rho}=const$, розв'язок (1) в безрозмірних координатах надається як

$$C(\eta,\xi)=C_o+\frac{2J_m\delta}{\rho D_m}\sqrt{\frac{4\xi}{Pe_m}}\left\{\frac{1}{\sqrt{\pi}}\exp\left(-\frac{(1-\eta)^2}{\frac{16\xi}{Pe_m}}\right)-\frac{(1-\eta)}{2\sqrt{\frac{4\xi}{Pe_m}}}erfc\left(\frac{(1-\eta)}{2\sqrt{\frac{4\xi}{Pe_m}}}\right)\right\},\qquad(2)$$

де $\eta=\frac{y}{\delta}$, $\xi=\frac{x}{\delta}$ – поперечна та повздовжня безрозмірні координати відповідно; $Pe_m=\frac{4\Gamma_v}{D_m}$ – число Пекле масообмінне; Γ_v – об'ємна щільність зрошення, r – теплота фазового перетворення; ρ – густина.

Концентрацію розчиненого компонента на міжфазній поверхні плівки, на якій і виникає пригнічуюча теплообмін дія фізико-хімічної температурної депресії, знаходим із (2) при $\eta=1$

$$C_i(\xi)=C_o+\frac{4J_m\delta}{\rho D_m\sqrt{\pi}}\sqrt{\frac{\xi}{Pe_m}}.\qquad(3)$$

В довгій вертикальній трубі по поверхні густої в'язкої ламінарної плівки періодично прокочуються тривимірні серповидні напливи, які порушують сформоване концентраційне поле. За даних умов процеси теплообміну пов'язані з періодичним збуренням плівки хвилеподібними напливами, які, перемішуючи плівку, вирівнюють концентрацію в плівці. Температурний профіль здійснює періодичні коливання від початкового, сформованого в процесі перемішування під час проходження хвильового напливу, до кінцевого, який сформується на момент підходу наступного валу. У міжхвильову паузу температурне поле знайдено з рівняння конвективного теплообміну [2]

$$\left[\left(\frac{\tau_i}{\nu\rho\delta}+\frac{g}{\nu}\right)\eta-\frac{g}{2\nu}\eta^2\right]\delta^3\frac{\partial\theta(\eta,\xi)}{\partial\xi}=a\frac{\partial^2\theta(\eta,\xi)}{\partial\eta^2},\qquad(4)$$

де τ_i – міжфазна дотична напруга; ν – кінематична в'язкість; $\theta(\eta,\xi)=\frac{t(\eta,\xi)-t_i(\xi)}{t_w-t_i(\xi)}$ – безрозмірна температура; t_w – температура стінки; a – температуропровідність;

Наближений розв'язок (4) за граничних умов: $\eta=0$, $\theta=1$; $\eta=1$, $\theta=0$; та початкового розподілення температури, який реалізується під час проходження великої хвилі при $\xi=\xi_m$, $\theta(\eta,\xi_m)=\left(\frac{Pe}{4}\right)\frac{1}{D}exp\left(-\frac{\xi_m}{D}\right)\left(\frac{\eta^2}{2}-\eta\right)+1$, має вигляд

$$\theta(\eta,\xi)=\frac{Pe}{8}\left[\frac{R_1-1}{R}+\frac{Pe}{80DR}\frac{(16\rho g\delta+25\tau_i)}{(3\tau_i+2\rho g\delta)}exp\left(-\frac{\xi_m}{D}\right)\right]exp\left[\frac{\xi_m-\xi}{R}\right](\eta^2-\eta)-\eta+1\qquad(5)$$

де $D=\frac{Pe}{80}\frac{25\tau_i+16\rho g\delta}{3\tau_i+2\rho g\delta}$; $R=\frac{(7\rho g\delta+10\tau_i)}{(3\tau_i+2\rho g\delta)}\frac{Pe}{160}$; $R_1=\frac{\tau_i+(3/4)\rho g\delta}{3\tau_i+2\rho g\delta}$; $Pe=\frac{4\Gamma_v}{a}$; $\xi_m=Dln\left(\frac{Pe}{8D}\right)-$ відстань, за якої $\theta(1,\xi_m)=0$. В разі вільного стікання ($\tau_i=0$) (5) набуває виду

$$\theta(\eta,\xi)=\left[\frac{40}{7}exp\left(-\frac{10}{Pe}\xi_m\right)-\frac{25}{7}\right]exp\left(\frac{320}{7Pe}(\xi_m-\xi)\right)(\eta^2-\eta)-\eta+1.\qquad(6)$$

Координата ξ_m, за якої $\theta(1,\xi_m)=0$, визначається із співвідношення $\xi_m=0{,}0223Pe$.

Функція підвищення температури кипіння внаслідок дії фізико-хімічної температурної депресії для

цукрового розчину на міжфазній поверхні $R_{dep}(\xi)$ в діапазоні концентрацій 0,75 < C < 0,9 виразиться співвідношенням

$$R_{dep}(\xi)=\left(1156{,}9-6322C_i(\xi-\xi_m)+1{,}3\cdot10^4C_i^2(\xi-\xi_m)-11920C_i^3(\xi-\xi_m)+4134C_i^4(\xi-\xi_m)\right)16{,}22\frac{T^2}{r}.$$

Температурне поле в плівці в міжхвильову паузу відповідає виразу $t(\eta,\xi)=t_i(\xi)+[t_w-t_i(\xi)]\theta(\eta,\xi)$, а тепловий потік на стінці $q_{cm}(\xi)=-\frac{\lambda}{\delta}\frac{dt(\eta,\xi)}{d\eta}\Big|_{\eta=0}$, або

$$q_{cm}(\xi)=\frac{\lambda}{\delta}\left\langle\left[\frac{40}{7}\exp\left(-\frac{10\xi_m}{Pe}\right)-\frac{25}{7}\right]\exp\left(\frac{320}{7Pe}(\xi_m-\xi)\right)+1\right\rangle\left[t_{cm}-t_{sat}-R_{dep}(\xi)H_{dep}\right], \qquad (7)$$

де $H_{dep}=\exp\left(-1{,}07\cdot10^{-2}\sqrt{We}\sqrt[3]{Pe}\right)$ – функція пригнічення фізико-хімічної температурної депресії потоком пари, $We=\frac{\rho_2u_2^2d}{\sigma}$ – число Вебера; u_2 – швидкість пари; σ – поверхневий натяг, ρ_2 – густина пари; d – діаметр труби.

Результати розрахунку (моделювання) циклічної, відповідно до частоти проходження великих хвиль (напливів), зміни теплового потоку по довжині труби довжиною 9 *м* на відрізку 1 *м* (від 4 до 5 *м*) до плівки цукрового розчину високої концентрації в режимі випаровування з міжфазної поверхні наведено на рис.1.а, а осереднених розрахункових значень теплового потоку на ділянці від 4 до 9 м та порівняння з експериментальними даними, на рис.1.б.

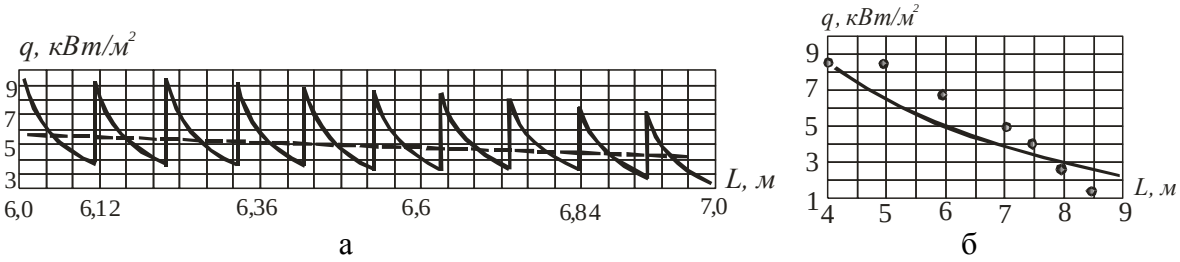


Рис.1. Розподілення теплового потоку до плівки цукрового розчину високої концентрації по довжині труби.

а. Зміна теплового потоку по довжині міжхвильових ділянок плівки. б. Зміна осередненого на міжхвильових ділянках теплового потоку по довжині труби. Вхідні параметри кільцевого двофазового потоку сформовані на відстані 4 м від входу: концентрація CP_n = 75,5 % Γ_v= 0,061 10^{-3} *м²/с*; u_2 – 3,8 *м/с*, t_w = 115 °С, температура насичення t_{sat} = 100 °С, відстань між хвильовими напливами $\lambda_{bw}=0{,}12$ м. Штрихова лінія – осереднені значення теплового потоку для кожного хвильового циклу $q_{cm}^{cp.xv}=\frac{1}{\xi_v-\xi_m}\int_{\xi_m}^{\xi_v}q_{cm}(\xi)d\xi$; $\xi_v=\lambda_{bw}/\delta$, δ – товщина плівки.

Експериментальні дані отримані на моделі плівкового випарного апарата з довжиною труби 9 м діаметром 33 х 1,5 мм із нержавіючої сталі в процесі концентрування густого цукрового сиропу під атмосферним тиском [3].

Висновки:

1. Напливні вали, що рухаються по поверхні густої плівки, як переструктуровані елементи системи великих хвиль в довгих каналах, запобігають стрімкому падінню теплового потоку в нижній частині труби внаслідок циклічного порушення утвореного в межах міжфазної поверхні прошароку плівки з надвисокою концентрацією.
2. Модель циклічного накопичення надлишкової концентрації на міжфазній поверхні і, відповідно, циклічного зростання фізико-хімічної температурної депресії, та її циклічного вирівнювання під час проходження напливних хвиль адекватно відтворює режим погіршення тепловіддачі в процесах концентрування надгустих сиропів в плівках, що стікають по поверхні вертикальних довгих каналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зайцев Д.В. Термокапилярный разрыв стекающей пленки жидкости: автореф. дис. к.т.н. Новосибирск. Сибирское отделение РАН. 2003. 115 с.
2. Petrenko V., Zasyadko Y. Heat transfer modeling in down-flowing laminar films with the developed wavy structure with co-current steam flow. *Food and Environment safety* (*FES).* 2016. Vol. 15. Issue 3. p. 203 – 215.
3. Ардашев В.О. Исследование теплообмена при выпаривании гравитационно-стекающей пленки жидкости в вертикальных трубах. Дис. к.т.н. Киев. 1983. 186 с.

1. Петренко Валентин Петрович, к.т.н., доцент, доцент кафедри теплоенергетики та холодильної техніки Національного університету харчових технологій; Petrenkovp@ukr.net

2. Прядко Микола Олексійович, д.т.н, професор, професор кафедри теплоенергетики та холодильної техніки Національного університету харчових технологій;

3. Францішко Алла Петрівна, асистент кафедри теплоенергетики та холодильної техніки Національного університету харчових технологій.

1. Valentin Petrenko, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor, Department of Heat and Refrigeration Engineering of the National University of Food Technologies; Petrenkovp@ukr.net

2. Mykola A. Pryadko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Chair of Heat and Refrigeration Engineering of the National University of Food Technologies;

3. Frantsishko Alla, Assistant Professor, Department of Heat and Refrigeration Engineering, National University of Food Technology.

УДК 62.768+62.747+62.744

М. К. Безродний
О. О. Майстренко

Ефективність теплонасосно-адсорбційної системи консервування енергетичного обладнання

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Проаналізовано ефективність теплонасосно-адсорбційної системи консервування енергетичного обладнання. Розроблено теоретичну модель цієї системи та виконано числовий аналіз її термодинамічної ефективності. Отримані результати свідчать, що застосування даної системи дозволяє суттєво зменшити питомі затрати електричної енергії на осушення робочого повітря в порівнянні з системою без використання теплового насосу за будь-яких значень параметрів оточуючого повітря. Отримано графічні залежності ефективності роботи системи за широкого діапазону робочих температур та вологості.

Ключові слова: захист металевого обладнання від корозії, консервування енергетичного обладнання, осушення повітря, адсорбційний осушувач, тепловий насос.

Вступ

Захист металевих конструкцій від корозії - актуальна проблема сучасної енергетики. Більшість аварійних ситуацій та фінансових витрат при експлуатації енергетичного обладнання спричинені саме дією корозії, оскільки обладнання експлуатується при високих температурах та значних надлишкових тисках. Будь-яка частина обладнання, яка піддалась дії корозії є потенційною причиною виходу з ладу усієї установки.

В сучасних умовах енергетичне обладнання працює в маневровому режимі і має тривалі періоди простою. Саме в цей час необхідно зберігати обладнання від дії стоячої корозії, як найбільш небезпечного її прояву. При відсутності заходів зі збереження обладнання термін його експлуатації знижується та зростають фінансові витрати на ремонтні роботи і амортизаційні відрахування [1].

Вологе повітря є основним каталізатором процесу корозії, при цьому чим вище відносна вологість повітря, тим швидше руйнування металевих частин обладнання. Але за низької відносної вологості повітря (нижче 40%) процеси корозії майже зупиняються і не руйнують метал, тому для якісного збереження енергетичного обладнання необхідно підтримувати відносну вологість повітря, яке контактує з металом, на рівні нижче 40% [2].

Існує багато способів осушення повітря, які мають різноманітну фізику процесу. До основних методів осушення повітря відносяться: конденсаційний, адсорбційний, абсорбційний та мембранний способи [3]. Оптимальним способом осушення повітря для забезпечення якісного консервування енергетичного обладнання є адсорбційний спосіб. Всі інші методи мають недоліки, які обмежують їхнє використання при зберіганні обладнання. До таких недоліків відносяться: неглибоке осушення повітря (конденсаційний та абсорбційний методи), надзвичайно високі витрати енергії на осушення (мембранний).

Мета роботи

Метою проведеної роботи є поєднання адсорбційного осушувача повітря з теплонасосною установкою для утилізації теплоти відпрацьованого регенераційного повітря після адсорбційного ротора [4] з її подальшим використанням для підігріву свіжого регенераційного повітря. Дані дії викликані високими витратами електроенергії на підігрів регенераційного повітря в звичайних адсорбційних осушувачах, що в свою чергу збільшує фінансові витрати на виведення енергетичного обладнання в резерв.

Опис роботи схеми

Для забезпечення глибокого осушення повітря, як консервуючого агенту, використовується селікагелевий адсорбційний ротор, а для підігріву і високоефективного регенерування теплоти регенераційного повітря застосовано тепловий насос, з частковою рециркуляцією регенераційного повітря, що суттєво зменшує споживання енергії в порівнянні з електричним нагрівом.

На рис.1. представлена теплонасосно-адсорбційна схема консервування енергетичного обладнання. Зовнішнє повітря (0) з температурою t_0, вологовмістом d_0 і масовою витратою G_0 забирається із зовнішнього середовища та подається в камеру змішування, де змішується з рециркуляційним регенераційним повітрям (6), яке надходить після випарника теплового насоса з температурою $t_в$, вологовмістом $d_в$ і масовою витратою $G_в$. Після змішування повітряна суміш (7) подається в конденсатор теплового насоса, де підігрівається до температури t_3 (3) і подається в ротор для його регенерації і видалення адсорбованої вологи. При проходженні через ротор регенераційне повітря охолоджується та зволожується. Після проходження через ротор регенераційне повітря (4) з температурою t_4 та вологовмістом d_4 розділяється на два потоки, один з яких викидається в оточуюче середовище (8), а інший направляється на випарник (5), де охолоджується і частково осушується. Після випарника теплового насоса рециркуляційне повітря подається в камеру змішування, де змішується зі свіжим повітрям. Робоче повітря, як консервуючий агент, циркулює між об'єктом який піддається консервуванню та робочою частиною адсорбційного ротора. Робоче повітря при проходженні через ротор підігрівається та осушується.

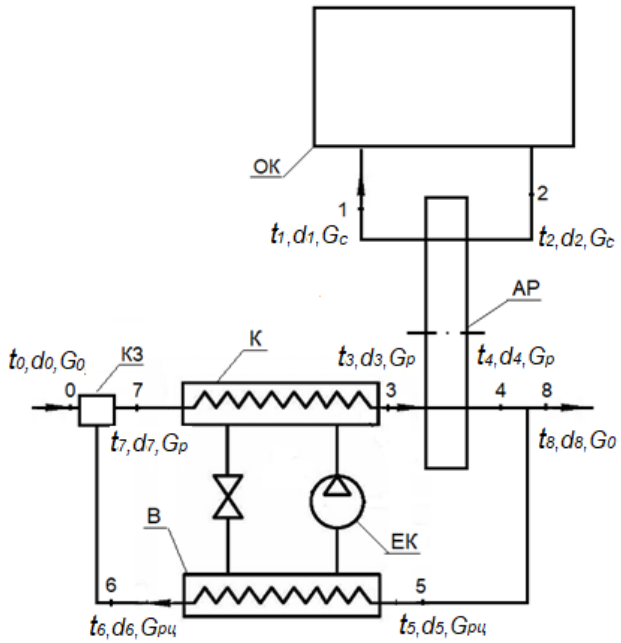


Рис. 1. Принципова теплонасосно-адсорбційна схема осушування повітря в системі консервування металевого обладнання: К – конденсатор ТН; В – випарник ТН; ЕК – компресор; АР –адсорбційний ротор; КЗ-камера змішування; ОК – об'єкт консервування.

Аналіз ефективності системи

Термодинамічний аналіз представленої на рис. 1 схеми дозволив отримати систему взаємопов'язаних рівнянь для параметрів вологого повітря в її вузлових точках. На основі числової реалізації цієї системи рівнянь були отримані графічні залежності коефіцієнта енергетичної ефективності роботи системи (енергетичного ккд) від вищезазначених заданих параметрів повітря (атмосферного та на вході в ротор), що являє собою відношення теплоти, використаної на випаровування вологи, до затраченої електричної енергії на функціонування схеми осушення повітря.

При виборі діапазону для температури регенераційного повітря виходили із обмеження, що тепловий насос може забезпечити максимальну температуру повітря після конденсатора в 70^0С. У той же час адсорбційний ротор вимагає мінімальну температуру регенераційного повітря в 60^0С, тому у результатах розрахунків приведені дані для трьох температур: $+60^0$С, $+65^0$С, $+70^0$С.

Свіже повітря у даному випадку береться із робочого простору котельного цеху ТЕЦ, тому параметри повітря прийняті від 0^0С до 30^0С, відносна вологість складає 50%.

На рис. 2 наведено графічні залежності коефіцієнта рециркуляції від температури зовнішнього повітря і температури регенераційного повітря після конденсатора. Із даних результатів випливає, що коефіцієнт рециркуляції зростає при зменшенні температури свіжого повітря та зменшенні температури повітря після конденсатора. Це спричинене тим фактом, що вологовміст свіжого повітря зі зменшенням температури різко зменшується і тому, для забезпечення необхідного вологовмісту регенераційної суміші потрібно менше переохолоджувати рециркуляційне повітря, що дозволяє пропускати через випарник більшу кількість повітря.

На рис. 3 наведено графічні залежності коефіцієнту трансформації теплового насосу від температури свіжого повітря і температури регенераційного повітря після конденсатора. Із даних результатів випливає, що коефіцієнт трансформації теплового насосу зростає при зменшенні температури свіжого повітря та при зменшенні температури регенераційного повітря, яке проходить через конденсатор.

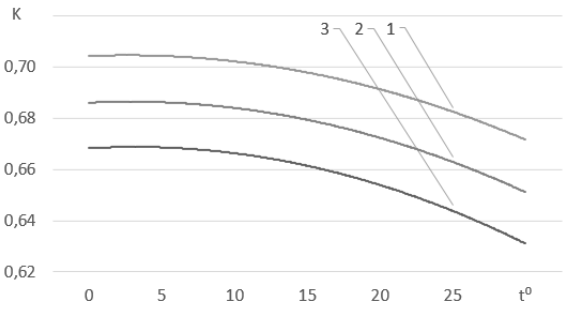


Рис.2. Залежність коефіцієнта рециркуляції від температури свіжого повітря та температури регенераційного повітря після конденсатора: 1- $t_к=60^0C$, 2- $t_к=65^0C$, 3- $t_к=70^0C$.

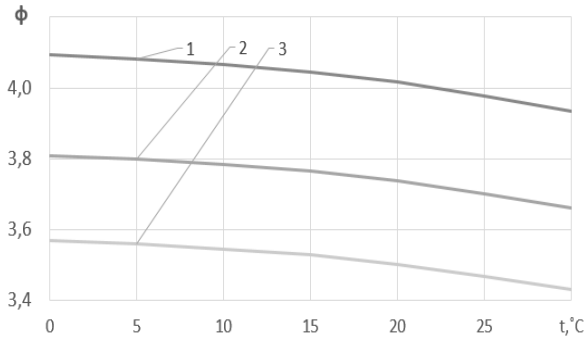


Рис.3. Залежність коефіцієнта трансформації ТН від температури свіжого повітря та температури регенераційного повітря після конденсатора: 1- $t_к=60^0C$, 2- $t_к=65^0C$, 3- $t_к=70^0C$.

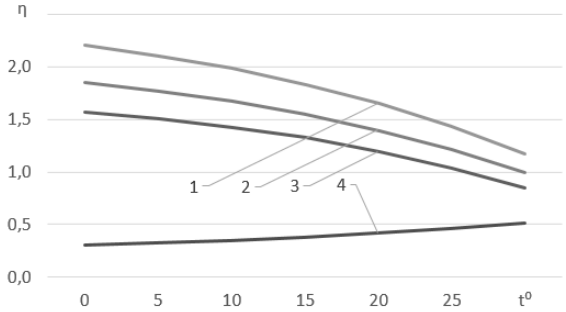


Рис.4. Залежність коефіцієнта енергетичної ефективності η від температури свіжого повітря та температури регенераційного повітря після конденсатора: 1- $t_к=60^0C$, 2- $t_к=65^0C$, 3- $t_к=70^0C$, 4- система без теплового насосу.

На рис.4. представлений графік залежності загального енергетичного ккд системи від температури зовнішнього повітря та температури повітря на вході в адсорбційний ротор (після конденсатора ТН). Також на графіку представлена залежність енергетичного ккд звичайного адсорбційного осушувача з електричним нагрівачем.

Із наведеного графіку можна зробити висновок, що застосування теплового насосу для підігріву регенеративного повітря є доцільним. Витрати електроенергії на осушення робочого повітря зменшуються від 2 до 7 разів в порівнянні з базовою схемою без теплового насоса.

Висновки

1. Комбіноване використання адсорбційного осушувача та теплового насосу є набагато енергоефективнішим рішенням ніж використання адсорбційного осушувача з електричним нагрівачем. Ця перевага досягається за рахунок використання теплоти вологого регенераційного повітря, яке надходить після ротора.

2. При значеннях температур регенераційного повітря 60^0C-70^0C питомі затрати зовнішньої енергії у розробленій схемі менші у 2-7 разів, в порівнянні з базовою схемою без теплового насосу.

3. При використання розробленої схеми особливістю є підвищена ефективність роботи при низьких температурах зовнішнього повітря, що сприяє використанню даного обладнання в помірній кліматичній зоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Майстренко О. О., Безродний М. К., Шаповал Б. А. (2018). Консервування енергетичного обладнання методом продувки сухим повітрям. *Енергетика та електрифікація*, 4, 3–5.

2. Старцев В. И., Кострыкина Е. Ю., Модестова Т. Д. (1997) *МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КОНСЕРВАЦИИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ*. Москва: СПО ОРГРЭС.

3. Хмельнюк М. Г., Ваджинский Д. И., Жихарева Н. В. (2014). Современные технологии осушения воздуха. *Холодильна техніка та технологія*, 3, 15-21.

4. Безродний М. К., Пуховий І. І., Кутра Д. І. (2013). *Теплові насоси та їх використання*. Київ: НТУУ"КПІ".

Рекомендована кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Стаття надійшла до редакції ___.2019

Безродний Михайло Костянтинович — д-р. техн. наук, проф., професор кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, m.bezrodny@kpi.ua.

Майстренко Олександр Олександрович — студент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, ьфшіекутлщ1010@gmail.com.

M. K. Bezrodny[1]
O.O. Maistrenko[1]

Efficiency of heat pump-adsorption system of conservation power equipment

[1]National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

The efficiency of heat pump-adsorption scheme of energy equipment conservation is analyzed. A theoretical model of this system is developed and a numerical analysis of its thermodynamic efficiency is performed. The results obtained show that the application of this system allows to significantly reduce the specific energy consumption for drying the working air compared to the system without the use of a heat pump for any values of the ambient air parameters. The graphical dependences of the system performance over a wide range of operating temperatures and humidity were obtained.

Key words: protection of metal equipment from corrosion, conservation of power equipment, air drainage, adsorption dehumidifier, heat pump.

Bezrodniy Mikhail Konstantinovich — doctor of technical sciences, professor, professor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: m.bezrodny@kpi.ua.

Maistrenko Oleksandr Oleksanrovich— student of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, e-mail: maistrenko1010@gmail.com.

М.К. Безродный [1]
А.А. Майстренко [1]

Эффективность теплонасосно-адсорбционной системы консервирования энергетического оборудования

[1]Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Проанализирована эффективность теплонасосно-адсорбционной системы консервирования энергетического оборудования. Разработана теоретическая модель этой системы и выполнен численный анализ ее термодинамической эффективности. Полученные результаты свидетельствуют, что применение данной системы позволяет существенно уменьшить удельные затраты электроэнергии на осушение рабочего воздуха по сравнению с системой без использования теплового насоса при любых значений параметров окружающего воздуха. Получены графические зависимости эффективности работы системы за широкого диапазона рабочих температур и влажности.

Ключевые слова: защита металлического оборудования от коррозии, консервирование энергетического оборудования, осушения воздуха, адсорбционный осушитель, тепловой насос.

Безродный Михаил Константинович — д-р. техн. наук, проф., профессор кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, m.bezrodny@kpi.ua.

Майстренко Александр Александрович — студент кафедры теоретической и промышленной теплотехники, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, ьфшіекутлщ1010@gmail.com.

УДК 681.12

С.Й. Ткаченко
Є.О. Павлович

СПРЯЖЕНА ЗАДАЧА ТЕПЛООБМІНУ ЧЕРЕЗ ЦИЛІНДРИЧНУ ТОНКУ МЕТАЛЕВУ СТІНКУ МІЖ РІДИНАМИ, РЕАЛІЗАЦІЯ РЕГУЛЯРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ

Вінницький національний технічний університет, Україна

Анотація

Показано вплив спряженої задачі теплообміну на розрахунок багатокомпонентних багатофазних середовищ за умов регулярного теплового режиму.

Ключові слова: теплообмін, конвекція, регулярний тепловий режим, спряжена задача.

Abstract

The influence of the coupled heat transfer problem on the calculation of multicomponent multiphase media under the conditions of regular thermal regime is shown.

Key words: heat exchange, convection, regular thermal regime, conjugate problem.

Вступ

Регулярний тепловий режим згідно [1,2] має місце за таких умов: охолоджується (нагрівається) тверде тіло в навколишньому середовищі, наприклад, у воді при цьому температура зовнішнього середовища t_1 в процесі нагріву (охолодження) витримується сталою. В твердому тілі під час охолодження (нагріву) весь час змінюється температурне поле, коефіцієнт теплопровідності слабо змінюється зі зміною температури в окремих точках тіла.

Теорія регулярного теплового режиму розглядає охолодження (нагрівання) твердих тіл на етапі, коли початковий стан тіла вже не впливає на процес. Ознакою регулярного теплового режиму є сталість темпу охолодження (нагрівання) твердого тіла.[1,2].

Спряжена задача конвективного теплообміну має важливе значення для дослідження хіміко-технологічних процесів [2].

Мета роботи - експериментально показати, що за умов нестаціонарного теплового режиму нагріву рідкого середовища в тонкостінному металевому циліндричному об’ємі реалізується регулярний тепловий режим

Основна частина

Постановка спряжених задач необхідна для оцінки граничних умов при вирішенні задач нестаціонарного теплообміну в трубопровідних комунікаціях, обгрунтування спрощених постановок задач теплообміну.

В задачах конвективного теплообміну між тілом і потоком рідини використовуються, як правило, граничні умови 3-го роду (закон Ньютона), тобто умови пропорційності теплового потоку біля стінки q_w різниці між температурами стінки T_w і набігаючого потоку $T\infty$:

$$q_w = \alpha(T_w - T\infty).$$

Коефіцієнт теплообміну α має реальний фізичний зміст тільки для специфічних температурних розподілів на межі розділу, які точно невідомі. Тому: умови на поверхні розділу не завжди можуть задаватися, часто їх необхідно отримати шляхом вирішення рівнянь поширення тепла в твердому тілі і рідини спільно з рівняннями руху; на кордоні тіло - рідина повинні бути задані умови сполучення, тобто умови рівності температур і теплових потоків.

Така постановка задачі теплообміну називається спряженою[2].

Формулювання задач конвективного теплообміну як спряжених особливо важлива в нестаціонарному випадку, коли величина теплового потоку, а значить, і числа Нуссельта, на межі розділу тверде тіло – рідина залежить від часу і характеристик твердого тіла. У цьому полягає відмінність процесів нестаціонарного теплообміну від стаціонарного, де залежність процесу від властивостей потоку і тіла проявляється тільки в тому випадку, коли теплофізичні характеристики тіла і рідини не дуже помітно відрізняються[2].

Авторами проведено дослідження інтенсивності теплообміну в обмеженому об'ємі, заповненому в'язкою рідиною – соняшниковою олією. Умови проведення експерименту: природня конвекція в об'ємі, який має форму тонкостінного циліндра, дослідна рідина – соняшникова олія; в коаксіальному каналі знаходиться гарячий теплоносій – вода. Маса води знаходиться в межах 2,3 кг, дослідного рідкого середовища – 0,8 кг; зміна температур гарячої води в експерименті 88…55 °С, олії – 20…55 °С. Температура навколишнього середовища за межами системи 22…28 °С.

В рамках однієї серії дослідів нагріву циліндричного об'єму зі складним рідинним середовищем температура навколишнього середовища (води) зменшувалась, але з нижчим темпом ніж збільшувалась температура в циліндричному об'ємі (досліджуване рідинне середовище). Це суперечить умові Кондратьєва для нашої системи, в якій t_1 не витримується сталою. Але регулярний тепловий режим в нашому експерименті існує, залежність $\ln(\vartheta) = f(\tau)$ - лінійна.

На нашу думку, це завдяки тому, що в даному випадку має місце спряжена задача нестаціонарного теплообміну між рідинами через тонку циліндричну стінку.

Висновки

За результатами досліджень авторів встановлено, що на дослідному проміжку витримується лінійне співвідношення логарифму надлишкової температури $\ln(\vartheta) = f(\tau)$ для нагріву систем «вода в циліндричному об'ємі – тонка металева стінка – багатокомпонентне середовище в кільцевому об'ємі», яке характерне для регулярного теплового режиму у твердих тілах різної форми.

Отримані експериментальні дані підтверджують можливість використання методу регулярного теплового режиму для дослідження інтенсивності тепловіддачі до багатокомпонентних середовищ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408 с.

2. Лыков А. В. Тепломассообмен. Справочник / А. В. Лыков. – М.: «Энергия», 1971. – 560 с.

3. Исаченко В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко и др. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.

4. Ткаченко С.Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів: монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 124 с.

Ткаченко Станіслів Йосипович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, stahit6937@gmail.com

Павлович Євгеній Олексійович, аспірант факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, evgenijpavlovic3@gmail.com

Tkachenko Stanislav Yosypovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, stahit6937@gmail.com

Pavlovich Evgeniy Oleksiyovych, Postgraduate Student, Faculty of Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, evgenijpavlovic3@gmail.com

УДК 536.24

І. В. Фетов
А. С. Гавриш

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ ДВУОКИСУ ВУГЛЕЦЮ В КОНДЕНСАТОРІ ТРИСТУПЕНЕВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

Запропоновано метод інтенсифікації конденсації парів двоокису вуглецю в конденсаторі триступеневої холодильної машини для вироблення сухого льоду, який дозволяє в декілька разів збільшити коефіцієнт тепловіддачі.

Ключові слова: двоокис вуглецю, конденсація, тепловіддача, холодильна установка.

Abstract

A method for intensifying the condensation of carbon dioxide vapors in the condenser of a three-stage refrigeration machine for the production of dry ice is proposed, which allows several times to increase the heat transfer coefficient.

Key words: carbon dioxide, condensation, heat transfer, refrigeration unit.

Вступ

На сьогоднішній день для стабілізації розмірів чавунного і кольорового лиття, призначеного для виготовлення станин або корпусів прецизійного (точного) обладнання і пристроїв, широко використовують холодну посадку заклепок. В процесі охолодження металів приймає участь сухий лід. Для отримання сухого льоду газоподібний CO_2 за допомогою триступеневого стиснення конденсують в конденсаторі, а потім сублімують у льодогенераторі.

Метою роботи є інтенсифікація процесу тепловіддачі від газу, який конденсується, до стінки теплообмінника.

Результати дослідження

Робота холодильного і кріогенного обладнання знайшла широке застосування в різноманітних галузях промисловості. Таких, як харчова, хімічна, машино - та авіабудування, тощо. Особливий інтерес являють процеси охолодження, які використовуються для збереження пластичних властивостей конструкційних матеріалів, затримки процесів старіння заклепкових з'єднань, та інших. Суттєве охолодження дозволяє зменшувати розміри окремих деталей із метою їх холодної посадки [1].

Із багато грання холодильних машин відомими є одно -, двох і багатоступеневе стискання робочих тіл в замкнених і розімкнених циклах різноманітних процесів отримання холоду. Одноступеневе стиснення має суттєві обмеження з точки зору їх промислового використання. В першу чергу це пов'язано з наявністю відносно великого мертвого об'єму. Що суттєво знижує ефективність роботи обладнання і має обмеження за ступенем переохолодження робочих тіл. Для подолання цих недоліків були створені двоступеневі, багатоступеневі, а також каскадні схеми холодильних установок.

Для процесів холодної посадки деталей і заклепкових з'єднань найбільш оптимальним є застосування триступеневої схеми. Це регламентується температурним рівнем процесу і дотриманням необхідних режимних параметрів. Також на користь використання триступеневої схеми вказує відносна простота порівняно з каскадними схемами і одночасно з цим можливість досягнення необхідного ступеня переохолодження до 195 К. При цьому необхідно приймати до уваги матеріальні витрати на експлуатацію обладнання і його масо-габаритні характеристики [2].

Принцип роботи триступеневої холодильної машини полягає в наступному. Принципова схема установки зображена на Рис. 1. Вуглекислий газ подається в триступеневий компресор, де послідовно стискається в циліндрі низького тиску (ЦНТ), циліндрі середнього тиску (ЦСТ) і циліндрі високого

тиску (ЦВТ). Далі він надходить в конденсатор (К). Тут газ перетворюється в рідину, яка потім проходить в редукційний вентиль 1 (РВ1), проміжну посудину (ПС1), редукційний вентиль 2 (РВ2), проміжну посудину 2 (ПС2), редукційний вентиль 3 (РВ3) до льодогенератора (Л) . Отриманий в льодогенераторі лід зберігають в ємностях з теплоізоляцією.

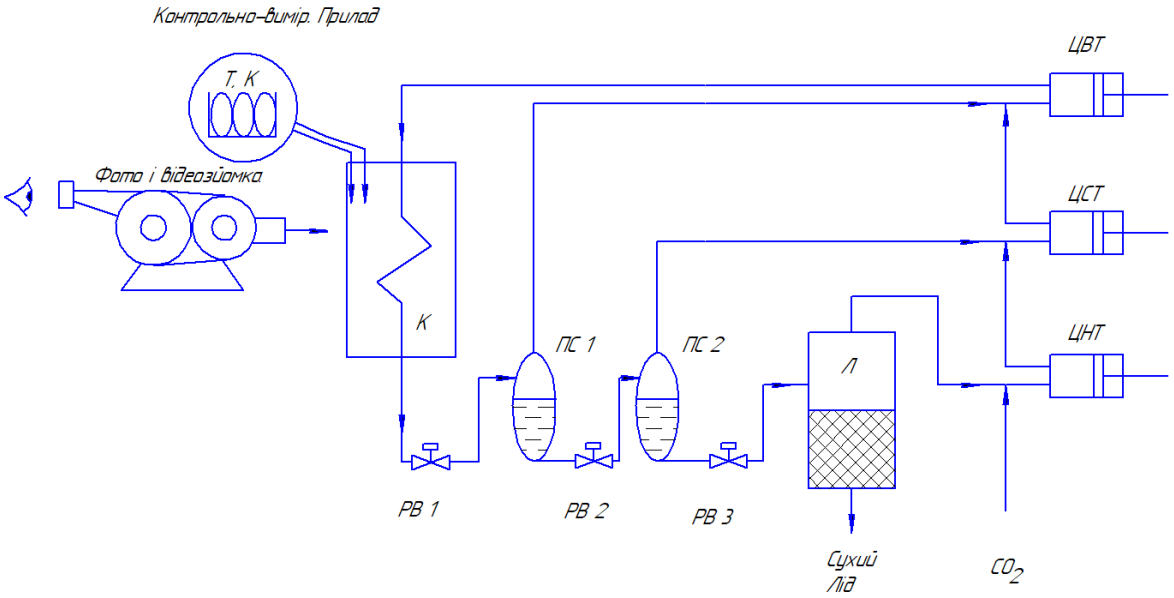


Рис. 1. Принципова схема трьохступеневої холодильної машини.

Для забезпечення кращого коефіцієнту тепловіддачі в конденсатор бажано застосовувати теплообмінні поверхні спеціального профілю. Передбачається також можливість окрім профілювання поверхні створювати захисні покриття з мінімальним термічним опором. Ці покриття можуть базуватись на використанні сучасних, так званих «розумних» нано речовин, які мають комплементарні властивості і синергетичний ефект.

Одночасне застосування таких підходів створює умови для переходу в перспективі від суто плівкової конденсації холодильних і кріо- агентів до псевдо-плівкового, псевдо-краплинного а в перспективі і до краплинного режимів конденсації. Пошук таких технічних рішень є окремою науково-технічною задачею.

На сьогодні основним методом інтенсифікації теплообміну є застосування комбінованих профільованих поверхонь. Їхньою особливістю є той факт, що вони несуть на собі специфічну форму оребрення, геометричні розміри якого будуть сумірними з мікро- характеристиками умовного циклу конденсації, такими як критичний і відривний розміри конденсатних утворень. Такий підхід дозволяє створювати комбіновані ієрархічні поверхні, на яких застосовуються одночасно ряд різних підходів із метою впливу на співвідношення балансу поверхневих натягів між газом (парою) і рідиною, між рідиною і твердою стінкою і між твердою стінкою і газом (парою). В таких випадках необхідно вирішувати комплексну науково-технічну задачу. Одним напрямком цієї задачі є інтенсифікація теплообміну. З іншого боку це повинно призвести до оптимізації масо-габаритних характеристик обладнання.

Ще одним напрямком слугує захист робочих поверхонь від можливого впливу агресивних середовищ і мінімізація корозійно-ерозійних процесів. Це дозволить збільшити інтервали між необхідними регламентними роботами з обладнанням і підвищить надійність його роботи.

При вивченні процесів, які відбуваються в триступеневій холодильній машині, найбільш вузьким місцем є визначення інтенсивності теплообміну для сконденсованого двоокису вуглецю, з цією метою пропонується застосування принципової схеми, наведеної на Рис. 2. Наявність термопарного зонду з фіксатором дозволяє варіювати просторове розташування точки вимірювання, тим самим уникнути необхідності встановлення додаткових датчиків температури.

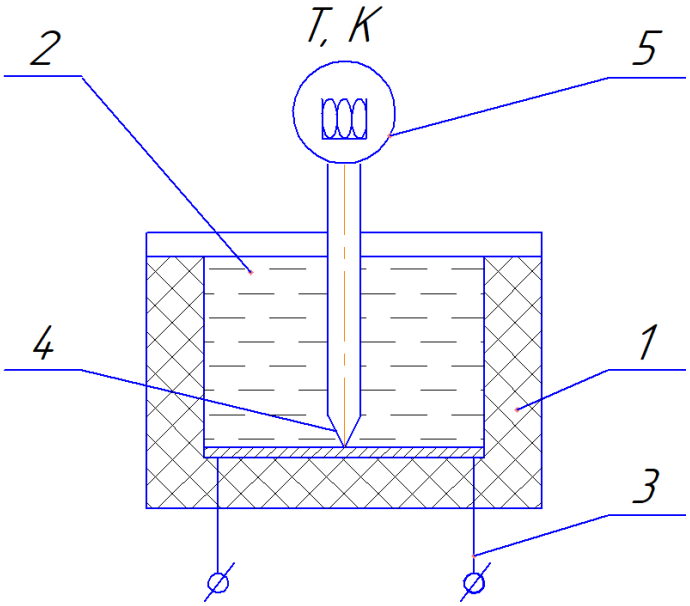


Рис. 2. Принципова схема визначення коєфіцієнтів тепловіддачі: 1 – корпус; 2 – діоксид вуглецю; 3 – елемент керування; 4 – термопарний зонд з фіксатором; 5 – вимірювальний прилад.

Аналогічна схема вимірювання коефіцієнтів тепловіддачі пройшла апробацію для гранульованого діоксиду вуглецю, порівняно з сублімацією процес конденсації цієї речовини дозволяє отримати в декілька раз вищу інтенсивність теплообміну. При цьому порядок коефіцієнтів тепловіддачі підвищується з сотень до тисяч Вт /(м^2 К). застосування для процесу конденсації новітніх ієрархічних поверхонь забезпечує можливість зміни режиму конденсації і тим самим закладає подальші можливості для інтенсифікації тепловіддачі **[**3**].**

Висновки

Таким чином, запропонований спосіб інтенсифікації теплообміну при конденсації із використанням новітніх ієрархічних поверхонь розкриває нові, широкі можливості в плані оптимізації масо-габаритних характеристик холодильного обладнання. Такий підхід є можливим для застосування не тільки для триступеневих холодильних машин, а і для інших конструкцій, при цьому потребує уточнення і експериментального підтвердження для кожного конкретного випадку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клименко А. В., Зорин В. М. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х томах, МЭИ, 2017. Т. 4. 552 с.
2. Порутчиков А. Ф. Разработка и анализ эффективности холодильных машин на диоксиде углерода, работающих на уровне температур от -80 до -120 °С: дис. … канд. техн. наук : МПУ, 2017. 93 с.
3. Ветренко А. А., Антаненкова И. С. Теплотехнические характеристики аппаратов холодильной установки системы кондиционирования воздуха на фторорганическом рабочем веществе. *Вестник Международной академии холода*. 2017. № 1. С.49-55.

Фетов Ігор Васильович — бакалаврант кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: igorfetov1997@gmail.com;

Гавриш Андрій Сергійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: andrew_gavrish@ukr.net.

Fetov Igor Vasilievich - Bachelor of the Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, e-mail: igorfetov1997@gmail.com;

Gavrish Andrey Sergeevich - Cand. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Theoretical and Industrial Heat Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, e-mail: andrew_gavrish@ukr.net.

УДК 621.5

Д.В. Степанов
М.І. Верещак

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ГОТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано ефективність використання теплових насосів для теплопостачання житлових та громадських об'єктів. Виявлено, що найбільшої ефективності теплонасосних систем теплопостачання можна досягти за рахунок використання низькотемпературного опалення. Для конкретного об'єкту за результатами досліджень виявлено раціональні температурні режими роботи теплових насосів в залежності від питомої вартості радіаторів.

Ключові слова: тепловий насос, низкотемпературна система опалення, радіатор, температура теплоносія

Abstract

The effectiveness of the use of heat pumps for the heat supply of residential and public buildings is analyzed. It is found that the highest efficiency of heat pump systems of heat supply can be achieved by the use of low-temperature heating. For a specific object, the results of the research revealed rational temperature modes of operation of heat pumps, depending on the specific cost of radiators.

Keywords: heat pump, low-temperature heating system, radiator, coolant temperature

Вступ

Відомо, що Україна має надлишок електрогенерувальних потужностей і нестачу природного газу для покриття потреб опалення та гарячого водопостачання житлового фонду, громадських та інших об'єктів. При цьому широке використання електрокотлів для покриття потреб теплопостачання є термодинамічно та економічно недоцільним. Натомість теплонасосне обладнання має набагато вищі показники енергоефективності. Середній коефіцієнт перетворення теплового насосу коливається в межах 2…4. Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA), до 2020 р. у розвинених країнах світу частка опалення і гарячого водопостачання за допомогою теплових насосів має становити 75 % [1]. В Україні на основі "Стратегії розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року" передбачається збільшення обсягу виробництва теплової енергії за рахунок термотрансформаторів, теплових насосів і акумуляційних електронагрівників з 1,7 млн Гкал/рік у 2005 р. до 180 млн Гкал/рік у 2030 р., тобто більше, ніж в 100 разів [1].

Одним з найважливіших факторів, що визначають ефективність теплонасосних технологій є температура теплоносія. В існуючій практиці встановлені граничні значення температури теплоносія прийняті за норму - системи опалення житлових будівель розраховують на максимально допустиме значення температури води в що подавальному та зворотному трубопроводі 95/70 °С (для пластмасових трубопроводах 90/70 °С) [2].

Вітчизняний і зарубіжний досвід підтверджує, що для ефективного застосування теплових насосів потрібні низькотемпературні системи опалення. Практика будівництва будівель з високотемпературними системами опалювання є перешкодою на шляху підвищення ефективності комунальної енергетики за рахунок широкого використання теплонасосних технологій [3].

Мета роботи – зменшення витрат викопних палив та шкідливих викидів в навколишнє середовище шляхом аналізу ефективності застосування теплонасосних технологій для теплопостачання готельного комплексу.

Результати дослідження

Для розрахунків раціональних режимів роботи теплонасосного обладнання для теплопостачання

обрано готельний комплекс в м. Чернігів загальною площею приміщень 1784 м^2. В [4] наведено розрахунки необхідних потужностей системи теплопостачання об'єкту, а саме розрахункова потужність опалення 67,1 кВт, вентиляції – 40,3 кВт, гарячого водопостачання 185 кВт.

Для обраної системи теплопостачання проведене дослідження ефективності використання низькотемпературного опалення. Технологічні особливості готельного комплексу та енергетична ефективність будівлі дозволяють використати таку систему опалення. Як відомо системи низькотемпературного опалення ідеально співпрацюють як раз із тепловими насосами та конденсаційними котлами на природному газі [3].

В якості джерела теплоти обрано реверсивний чіллер «вода-вода» DYNACIAT LG 600V, який працює в режимі теплового насоса. Для опалення приміщень готелю були обрані різні типи радіаторів з широким ціновим діапазоном 1,3…3,8 тис. грн/кВт теплової потужності. А саме сталеві, алюмінієві та біметалеві радіатори Korado, Kermi, Global Style, Nova Florida. Різниця температур теплоносія в радіаторі 10 °С, термін роботи системи 10 років, температура теплоносія на виході з випарника прийнята 2°С, інтервал температур теплоносія на виході з конденсатора реверсивного чіллера (теплового насоса) – 60 – 35°С [5].

В техніко-економічних розрахунках враховано витрати на радіатори та витрати на електроенергію для приводу компресора теплового насоса за весь період роботи системи.

В результаті виконаних досліджень виявлено залежність раціональної температури теплоносія на виході з конденсатора, що відповідає мінімуму грошових витрат на систему, від питомої вартості радіаторів (рис. 1).

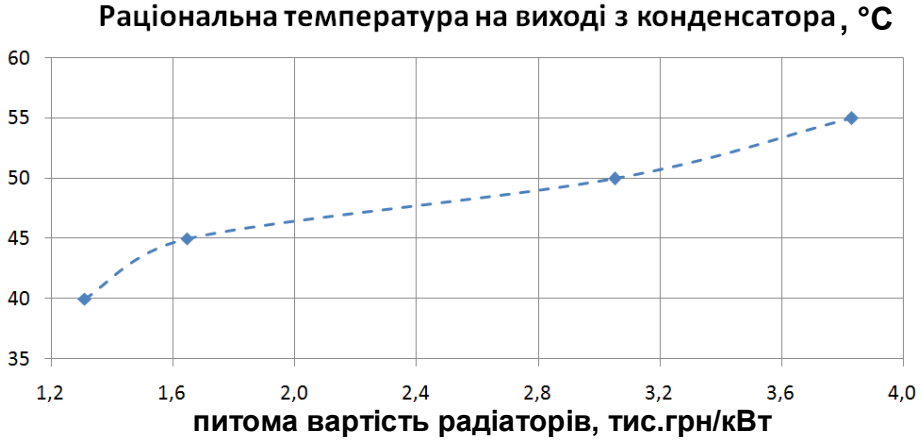


Рисунок 1 – Залежність раціональної температури теплоносія на виході з конденсатора, що відповідає мінімуму грошових витрат на систему, від питомої вартості радіаторів

Як можна побачити з рис. 1, із збільшенням питомої вартості радіаторів зростає раціональна температура теплоносія на виході з конденсатора. При цьому також зростають витрати електроенергії на привод компресора, крім того, відповідно витрати палива на виробництво електроенергії та викиди парникових газів в навколишнє середовище.

Тому можна зробити висновок, що для теплонасосних систем використання високовартісних марок радіаторів не є економічно, енергетично та екологічно доцільним.

Висновки

В роботі проаналізовано перспективи впровадження теплонасосних технологій. Виявлено, що високої ефективності теплонасосних технологій для теплопостачання можна досягти за рахунок використання низькотемпературних систем опалення. Для конкретного об'єкту – готельного комплексу проаналізовано економічну ефективність використання радіаторів широкого цінового діапазону 1,3…3,8 тис. грн/ кВт теплової потужності.

Виявлено, що для підвищення економічної, енергетичної та екологічної ефективності системи низькотемпературного опалення від теплового насосу слід використовувати відносно недорогі опалювальні прилади, адже це зменшує раціональну температуру теплоносія на виході з конденсатора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавей О.Ф.Оценка влияния температуры теплоносителя на тепловые потери теплопроводов / О.Ф. Гавей, В.И. Панферов //Вестник ЮУрГУ. – 2012. – №38. – С. 50-54.
2. Жовмир Н.М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов / Н. М. Жовмир //Промышленная теплотехника. – 2008. – №5. – С. 62-68.
3. Безродний М.К. Енергетична ефективність комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного опалення і вентиляції / М.К. Безродний, Н.О. Притула //Наукові вісті НТУУ КПІ. – 2011. – №1. – С. 19-25.
4. Степанов Д.В. Ефективність теплонасосних технологій для теплохолодопостачання готельного комплексу/ Д. В. Степанов, М.І. Верещак//Тези НТК ФБТЕГП 2019. Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7919/6611
5. Степанов Д.В. Ефективність роботи теплових насосів в системах низькотемпературного опалення / Д. В. Степанов, М.І. Верещак //Тези МНТК «Інноваційні технології в будівництві 2018». Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6055/5040

Степанов Дмитро Вікторович — канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Stepanovdv@ukr.net

Верещак Михайло Ігорович — студент групи ТЕ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mishavereshchak7@gmail.com

Stepanov Dmytro V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Stepanovdv@ukr.net

Vereshchak Myhailo – student of TE-18mi group, Faculty Building, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: : mishavereshchak7@gmail.com

УДК 621.18

Боднар Л. А.
Сологуб Т. А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОГЕНЕРАТОРА Е - 1- 9 ПРИ ПЕРЕВЕДЕННІ НА СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ВИДІВ ПАЛИВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено числові дослідження показників роботи парогенератора Е-1-9 при спалюванні пелет соломи. Досліджено вплив коефіцієнта надлишку повітря на адіабатну температуру та температуру димових газів на виході з топки. Проаналізовано вплив коефіцієнта надлишку повітря на коефіцієнт корисної дії парогенератора. Порівняно викиди забруднювальних речовин в разі спалювання в парогенераторі твердих видів палива.

Ключові слова: паливо, солома, температура відхідних газів, відходи деревини, парникові гази.

Abstract

The numerical studies of the performance of the steam generator E-1-9 in the combustion of straw pellets were carried out. The influence of the coefficient of excess air on the adiabatic temperature and the flue gas temperature at the outlet of the furnace is investigated. The influence of the coefficient of excess air on the efficiency of the steam generator is analyzed. Comparison of pollutant emissions in the case of solid fuel combustion in a steam generator.

Keywords: fuel, straw, temperature of exhaust gases, wood waste, greenhouse gases.

Вступ

В сучасній енергетиці спостерігається тенденція до переведення котелень на спалювання низькосортних видів палива. Існує багато різновидів низькосортних енергетичних палив. До них належать високозольне або високовологе вугілля, солоне вугілля, горючі сланці, торф, горюча частина міських відходів, відходи виробництв (деревообробної, целюлозно-паперової промисловості), сільськогосподарські відходи (солома, лушпиння, стебла соняшника, а також пелети з них, тощо), шлами і проміжні продукти збагачення кам'яного вугілля, призначені для технологічного споживання. Загальною ознакою низькосортних енергетичних палив є низька теплота згорання, яка переважно не перевищує $Q^p_н$=10…15 МДж/кг [1, 2]. Така низька теплота згорання палив цієї категорії визначається насамперед високим вмістом в них баласту: золи і вологи.

З огляду на складну економічну ситуацію в державі і енергетичну кризу, пов'язану з залежністю енергетичного сектору від імпортних постачальників палива, все більше актуальним є ширше використання для виробництва енергії низькосортних видів палива, зокрема біомаси.

Мета роботи – числові дослідження показників роботи парогенератора Е - 1- 9 при спалюванні пелет з соломи.

Основна частина

Для дослідження показників роботи парогенератора було створено математичну модель котла, яку реалізовано в середовищі MSExcel. Перед проведенням числових досліджень, нами проаналізовано літературну інформацію по експериментальних дослідженнях котлів на альтернативних видах палива. Проаналізувавши роботи [3-11], нами виявлено, що при проектуванні котлів із шаровими топковими пристроями необхідно враховувати, що рівень і характер розподілення теплових потоків в топці суттєво відрізняється від інших видів спалювання твердого палива. При шаровому спалюванні екрани сприймають теплоту випромінюванням в основному від поверхні шару, і в меншій мірі від газового факела. В нормативному методі теплового розрахунку котельних агрегатів [12], розробленого спеціалістами ВТИ, пропонується та ж розрахункова напівемпірична залежність, що і длоя факельного спалювання, але із введенням різних поправок [5]. При такому

підході не враховується вирішальний вплив шару, оскільки ігнорується його температура, що є головним фактором процесу радіаційного теплообміну, що призводить до заниження інтенсивності інтегрального теплообміну. В існуючих методах розрахунку топкового теплообміну не враховується різний механізм випромінювання газів і твердих тіл, ігнорується відмінність температур газів і поверхні шару. В зв'язку з цим, в котлах малої потужності (3 МВт), як показали дослідження [3] розходження між експериментальною і розрахунковою температурами газів на виході з топки становлять 148...182 °С. Це свідчить про те, що для широкого використання альтернативних видів палив в котлах малої потужності (до 3 МВт) необхідні грунтовні експериментальні дослідження процесів спалювання таких палив і відповідні корегування Нормативного методу.

В розрахунках прийнято, що втрати теплоти від хімічної неповноти згорання складають 0,5 %, з механічним недопалюванням 1 %, втрати теплоти в навколишнє середовище 3%. Досліджено роботу котла на таких видах палива як шматковий торф, солома сіра, відходи деревини та вугілля.

Змінним параметром в дослідженнях є коефіцієнт надлишку повітря, який варіювався в межах від 1,3 до 1,9. Нами досліджено вплив коефіцієнту надлишку повітря на адіабатну температуру в топці при спалюванні деревини, соломи, торфу та вугілля (рис. 1). Найбільшу адіабатну температуру має вугілля, що пояснюється тим, що в нього найвища теплота згорання палива.

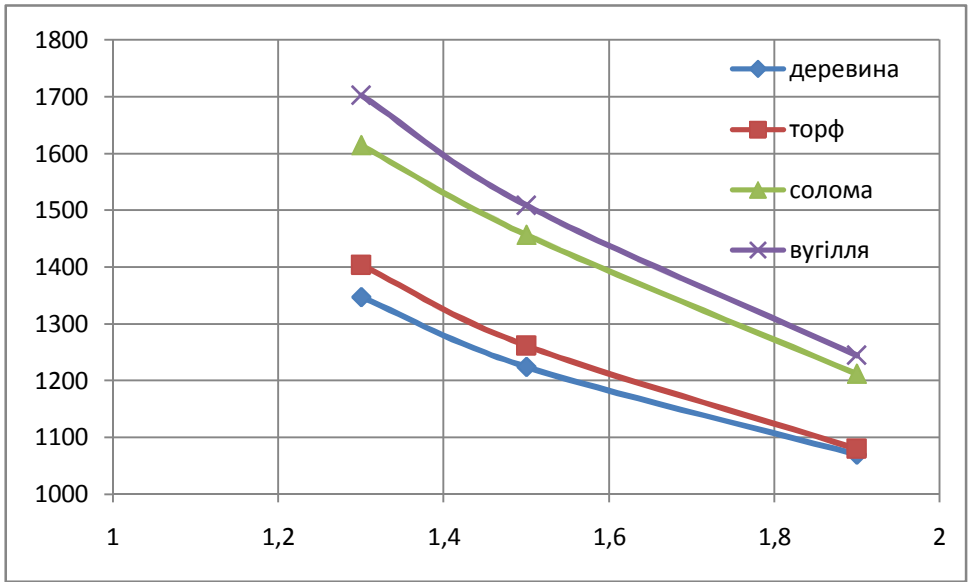


Рисунок 1 – Зміна адіабатної температури в топці при різних коефіцієнтах надлишку повітря

При збільшенні коефіцієнта надлишку повітря, адаібатна температура зменшується, що пояснюється тим, що в топку надходить більша кількість холодного повітря. Для торфу і деревини значення адіабатної температури близькі. Адіабатна температура для вугілля майже на 350 °С вища за аналогічне значення для деревини.

В роботі досліджено вплив коефіцієнта надлишку повітря на температуру газів на виході з топки (рис. 2). Коефіцієнт надлишку повітря взято від 1,3 до 1,9. Прип менших надлишках провітря можливе хімічне і механічне недопалювання палива. При надлишку повітря паливо згорає повністю, але частина теплоти витрачається на підігрів надлишкового повітря. Відбувається зниження температури газів на виході і зменшення ККД. Надлишкове повітря що надходить в газовий тракт котла, викликає збільшені втрати теплоти з відхідними газами, збільшується опір тракту, викликає перенавантаження димососів і вентиляторів і внаслідок цього може знизитись продуктивність котла і його ККД.

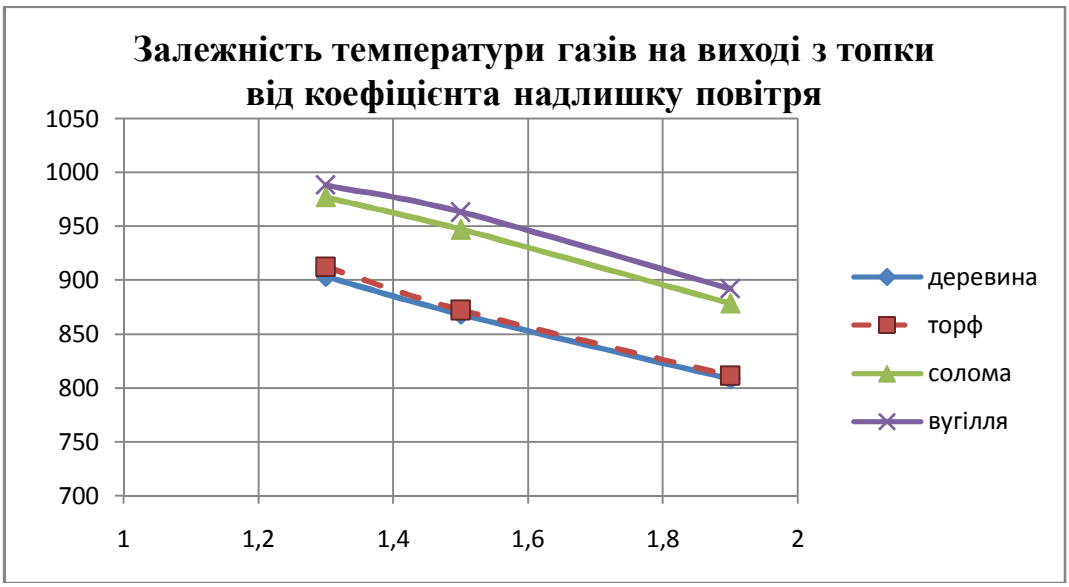


Рисунок 2 – Зміна температури газів на виході з топки при різних коефіцієнтах надлишку повітря

На рисунку 3 наведено залежність зміни ККД котла для різних коефіцієнтів надлишку повітря.

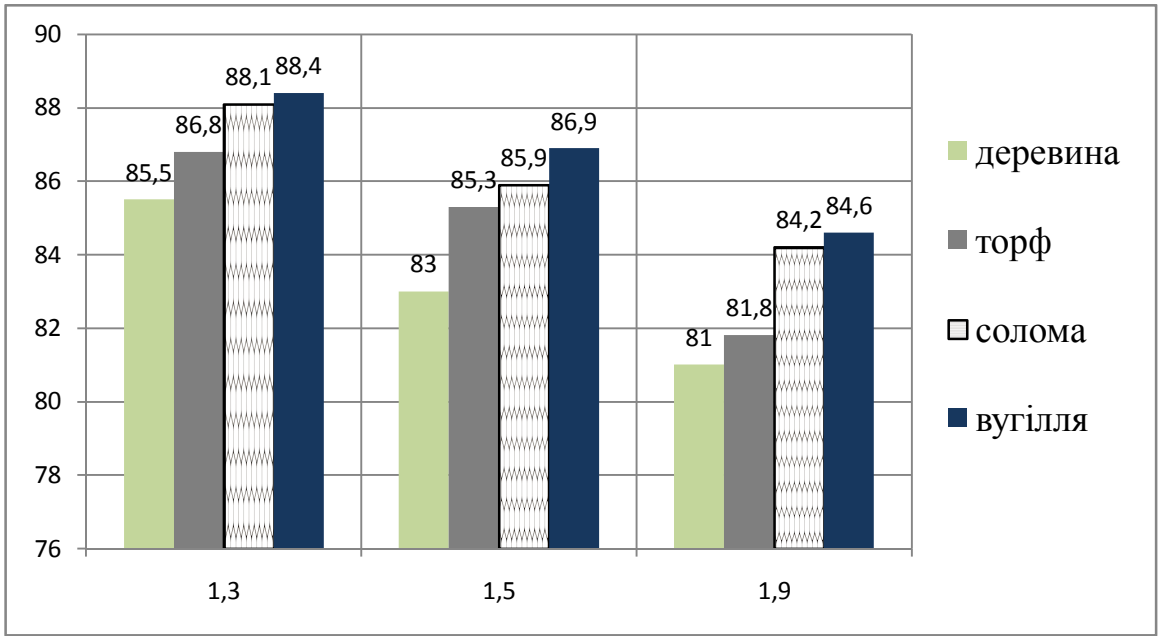


Рисунок 3 – Зміна коефіцієнта корисної дії котла залежно від зміни коефіцієнта надлишку повітря

Найбільше значення коефіцієнта корисної дії має парогенератор при спалюванні в ньому вугілля, що пояснюється вищою теплотою згорання та меншою вологістю палива. Найменше значення коефіцієнта корисної дії має деревина, що пояснюється високою вологістю палива W^p=40 % та низькою теплотою згорання $Q_н^p = 10$ МДж/кг.

Нами проведено порівняльну оцінку викидів шкідливих речовин в разі спалювання в парогенераторі відходів деревини, пелет соломи, торфу та вугілля. В розрахунках прийнято, що котел працює протягом 360 діб. Розрахунки проведено з врахуванням ККД характерного для котлоагрегатів в разі спалювання того чи іншого палива. На рис. 4 показано очікувані викиди вуглекислого газу та водяної пари в разі спалювання зазначених видів палив. Як показали розрахунки, очікувані викиди

парникових газів під час спалювання деревини дещо більші, ніж для соломи та торфу. Викиди вуглекислого газу в разі спалювання вугілля менші на 438 тонн порівняно з деревиною. Це пов'язано з тим, що відходи деревини мають високу вологість і меншу, ніж у вугілля, теплоту згорання. Це призводить до більшої кількості спаленого палива, а, отже і до збільшення викидів. Слід зазначити, що до складу соломи, торфу та вугілля входить сірка та зола, тому окрім викидів парникових газів, в навколишнє середовище будуть викидатись оксиди сірки та золи.

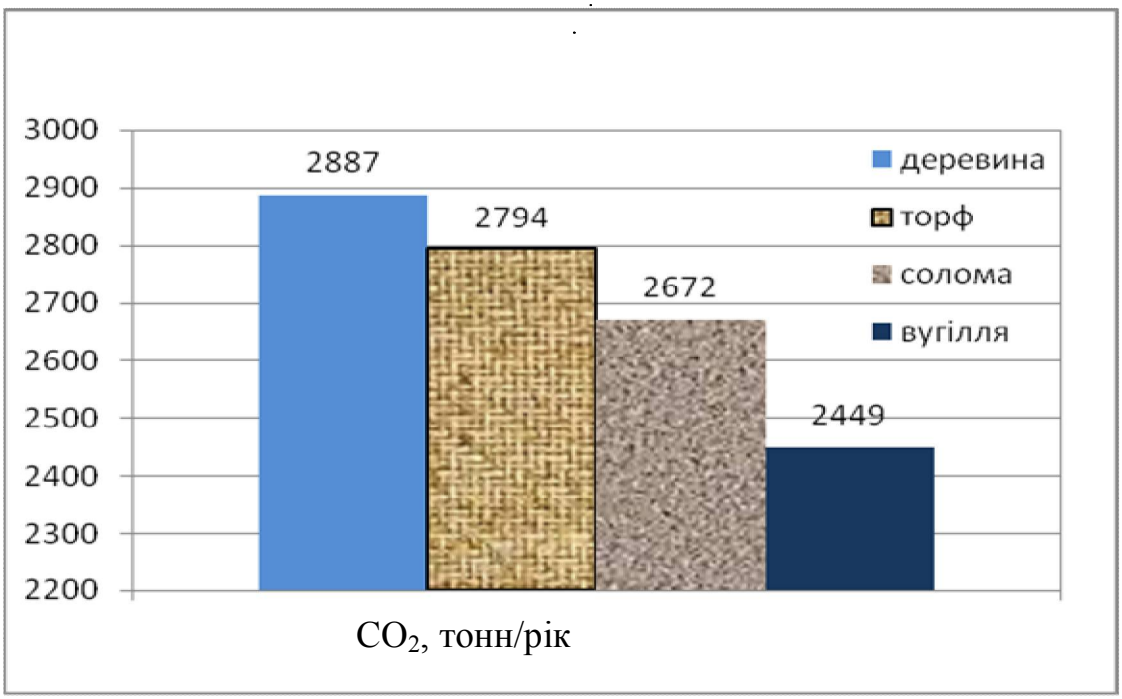


Рисунок 4 – Викиди вуглекислого газу при спалюванні в парогенераторі таких палив: деревини, торфу, соломи, вугілля

Нами визначено очікувані викиди водяної пари при спалюванні різних видів палив. Кількість утвореної водяної пари залежить від вмісту в паливі водню.

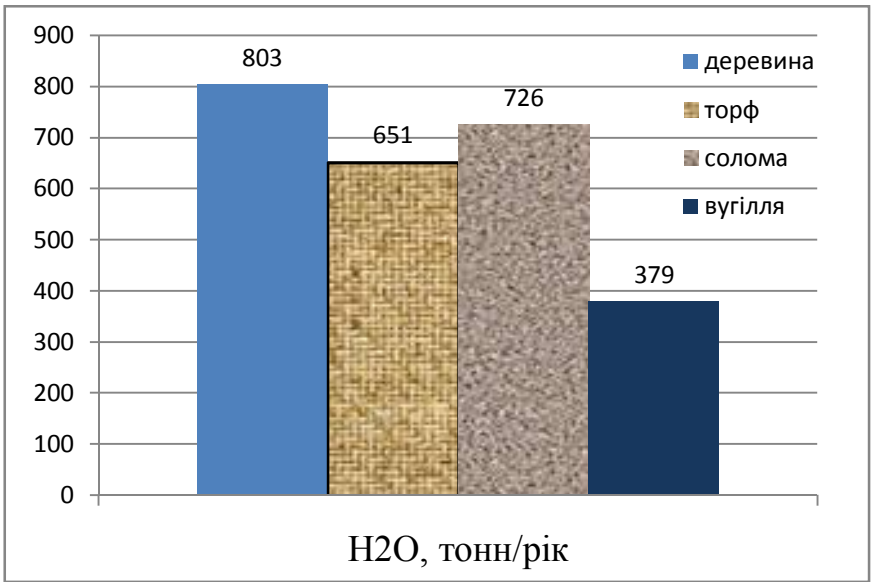


Рисунок 5 – Викиди водяної пари при спалюванні в парогенераторі таких палив: деревини, торфу, соломи, вугілля

Найбільше викидів водяної пари буде при спалюванні деревини та торфу, найменше (379 тонн) для вугілля.
Оскільки до складу палива входить зола, то нами також визначено її викиди при спалюванні палива.

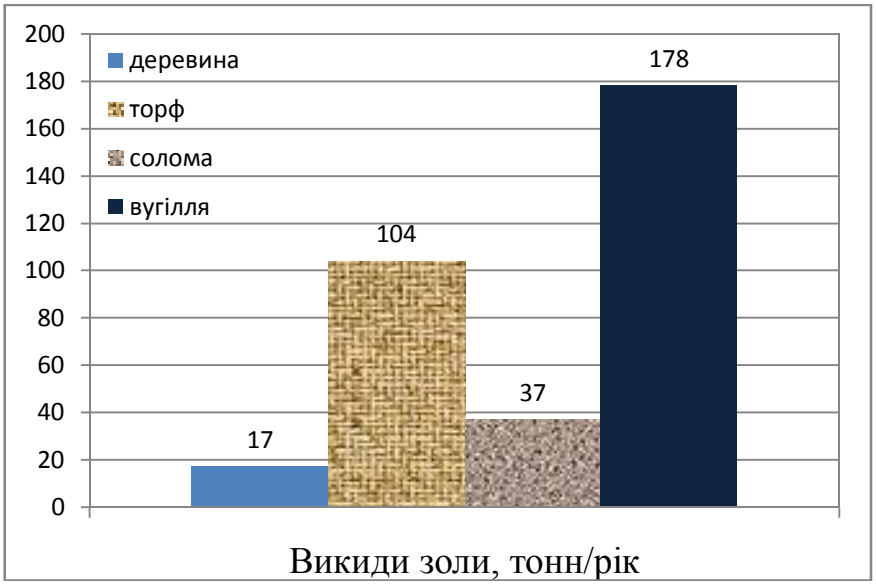


Рисунок 6 – Викиди золи при спалюванні в парогенераторі таких палив: деревини, торфу, соломи, вугілля

Найбільше викидів золи буде при спалюванні вугілля (на 161 тону більше, ніж для деревини, на 74 тони більше, ніж для торфу та на 141 тону більше, ніж при спалюванні соломи). Для зменшення викидів золи рекомендується встановлювати циклони.

Оскільки до складу вугілля, торфу та соломи входить сірка, то в роботі також визначено викиди оксидів сірки. До складу деревини, взятої для розрахунків сірка не входить.

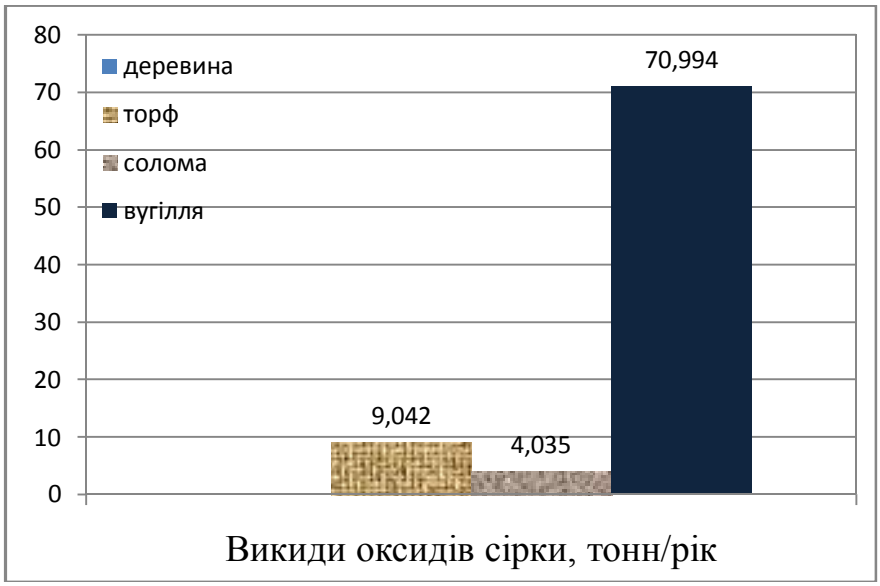


Рисунок 7 – Викиди оксидів сірки при спалюванні в парогенераторі таких палив: деревини, торфу, соломи, вугілля

Найбільше викидів оксидів сірки буде при спалюванні вугілля (в 7,85 рази більше, ніж при спалюванні торфу, та в 17,6 рази більше, ніж при спалюванні соломи).

Кожне з розглянутих видів палива має переваги та недоліки. Для застосування того, чи іншого виду палива необхідно проводити техніко-економічне обгрунтування.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено числові дослідження показників роботи парогенератора Е-1-9 при спалюванні твердого палива. Проведено розрахунок парогенератора Е-1-9 при спалюванні в ньому деревини, торфу, соломи та вугілля. Визначено показники енергетичної ефективності парогенератора. Визначено, що найбільший коефіцієнт корисної дії має парогенератор при спалюванні в ньому вугілля 87 %, а найменший – при спалюванні деревини 85 % (при коефіцієнті надлишку повітря 1,5). Проаналізовано вплив коефіцієнта надлишку повітря на адіабатну температуру, температуру газів на виході з топки та коефіцієнт корисної дії котла.

В роботі проведено оцінку викидів забруднювальних речовин. Визначено очікувані викиди водяної пари, вуглекислого газу, золи та оксидів сірки при спалюванні різних видів палив. Найбільше викидів водяної пари буде при спалюванні деревини та торфу, найменше (379 тонн) для вугілля. Найбільше викидів золи буде при спалюванні вугілля (на 161 тону більше, ніж для деревини, на 74 тони більше, ніж для торфу та на 141 тону більше, ніж при спалюванні соломи). Для зменшення викидів золи рекомендується встановлювати циклони. Найбільше викидів оксидів сірки буде при спалюванні вугілля (в 7,85 рази більше, ніж при спалюванні торфу, та в 17,6 рази більше, ніж при спалюванні соломи).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боднар Л. А. Екологічні аспекти виробництва енергії з низькосортних видів палив/Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, М. Г. Робак// Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК - 2015. - №2. - С.112-116
2. Боднар Л. А. Проблеми спалювання низькосортних палив в котлах малої потужності / Л. А. Боднар, С. Й. Ткаченко, О. В. Дахновська // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2012. – № 4.
3. Бабенко Г. С. Слоевое сжигание низкосортных углей с высоким влагосодержанием в механизированных топках водогрейных котлов малой мощности / Г. С. Бабенко, Г. А. Захаров // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2017. – №4. – С. 44 – 55.
4. Каменецкий Б. Я. Выбор оптимального избытка воздуха слоевых топок котлов/Б. Я. Каменецкий // Промышленная энергетика. – 2010. – № 9. - С.24-25
5. Каменецкий Б. Я. О применимости нормативного метода расчета топочного теплообмена к слоевым топкам/Б. Я. Каменецкий // Теплоэнергетика. – 2006. – №2. - С.58 - 61
6. Каменецкий Б. Я. Оптимизация воздушного режима слоевых топок /Б. Я. Каменецкий // Теплоэнергетика. – 2006. – № 6. – С. 60 – 62
7. Каменецкий Б. Я. Эксплуатационные показатели котлов со слоевыми топками /Б. Я. Каменецкий // Промышленная энергетика. – 2009. – № 10. - С.23-26
8. Каменецкий Б. Я. Закономерности выгорания твердого топлива в неподвижном слое /Б. Я. Каменецкий // Промышленная энергетика. – 2013. – № 5.-С.21-26
9. Жумагулов М. Г. К вопросу о математическом моделировании процессов теплопередачи в движущемся слое коксуемых частиц/М. Г. Жумагулов, А. С. Никифоров, А. Г. Калиакпаров // Промышленная энергетика. – 2009. – № 6. – С. 36 – 40.
10. Каменецкий Б. Я. Стадии горения полифракционного топлива в слое / Б. Я. Каменецкий // Теплоэнергетика. – 2009. – № 6. – С.22 – 25.
11. Карницкий Н.Б. Проблемы сжигания местных видов топлива в котлах со слоевыми топками/ Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединенных сил. – 2011. – № 6. – С.47 – 55.
12. Тайлашева Т. С. Оценка условий сжигания высоковлажного непроектного топлива в камерной топке на основе численного моделирования/ Т. С. Тайлашева// Известия Томского политехнического университета. – 2016. – № 1. – С. 121 – 127.
13. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод). Под ред. С. И. Мочана. Изд. 3-е. – Л. : Энергия, 1977. – 256 с.
14. Тепловой расчет котлоагрегатов (нормативный метод). Санкт-Петербург: НПО ЦКТИ, 1998.

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net

Сологуб Тетяна Анатоліївна, студентка групи ТЕ-15 м, факультет будівництва, теплоенергетики та теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет. e-mail: tasologub@gmail.com

Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Sologub T. – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

УДК 621.18

Н. Д. Степанова
І. О. Коломієць

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА НА РІЗНИХ ВИДАХ ПАЛИВА

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проаналізовано доцільність застосування дров, торфу, бурого вугілля і торфобрикетів в якості палива для твердопаливного котла. Проведено дослідження впливу виду палива на коефіцієнт корисної дії котла, витрату палива у котлі та температуру відхідних газів.

Ключові слова: природний газ, дрова, торф, буре вугілля, опалення.

Abstract

Expediency of application of firewoods, peat, brown coal and preforms is analysed from peat as a fuel for a caldron on a hard fuel. A study of influence of type of fuel is undertaken on an output-input of caldron, expense of fuel in a caldron and temperature of smoke gases.

Keywords: natural gas, firewoods, peat, brown coal, heating.

Вступ

Для забезпечення потреб опалення та теплопостачання останні десятиліття зважаючи на екологічні, експлуатаційні та економічні чинники [1] перевага у виборі джерела теплоти віддається котлам, в яких в якості палива використовується природний газ. Враховуючи політичну та економічну ситуацію у країні постає нагальне питання у заміщенні природного газу на інші енергоносії. Крім того залучення місцевих палив до енергетичного балансу має значний соціальний ефект [2]. Цими енергоносіями можуть стати : буре вугілля, дрова, торф. Використання того чи іншого виду палива у твердопаливних котлах спонукає виконувати їх розрахунки, результати яких залежать від характеристик палива. А саме вологість палива знижує його теплотворну здатність, оскільки на випаровування води витрачається частину теплової енергії. Крім того зростання вологості палива може призвести до корозії поверхонь нагріву котла.

Метою роботи є дослідження впливу характеристик різних видів палива на показники роботи твердопаливного котла.

Основна частина

Розглядаючи місцеві види палива, найчастіше звертають увагу на палива на деревній основі, одним з яких є дрова. Відомо що цей вид палива залежно від умов транспортування, умов і тривалості зберігання може мати вологість дров 7 до 50 %. Висушені дрова мають найвищу теплоту згорання і при їх використанні значно вищі показники ефективності роботи опалювального котла ніж у вологих дровах [3 , 4]. Використання торфу у якості палива зумовлено його складом, а саме великим вмістом вуглецю, і малим вмістом сірки. Основним недоліком торфу є складність спалювання через високий вміст вологи. А до суттєвих позитивних рис можна віднести низьку собівартість виробництва та екологічну чистоту згорання. Проблема із високою вологістю торфу вирішена з використання торфобрикетів, які вже мають суттєво нижчу вологість при високій калорійності.

Об’єктом дослідження обрано твердопаливний водогрійний котел потужністю 150 кВт [3 , 4].

Для порівняння характеристик роботи даного котла обрано такі види палива : дрова із вмістом вологи 20 %, торф із вмістом вологи 50 %, буре вугілля із вмістом вологи 16 %, торфобрикети із вмістом вологи 19,2 %.

Виконано тепловий розрахунок теплогенератора за методикою наведеною у [5 – 7]. Результати розрахунку основних показників роботи котла потужністю 150 кВт представлені на рис 1.

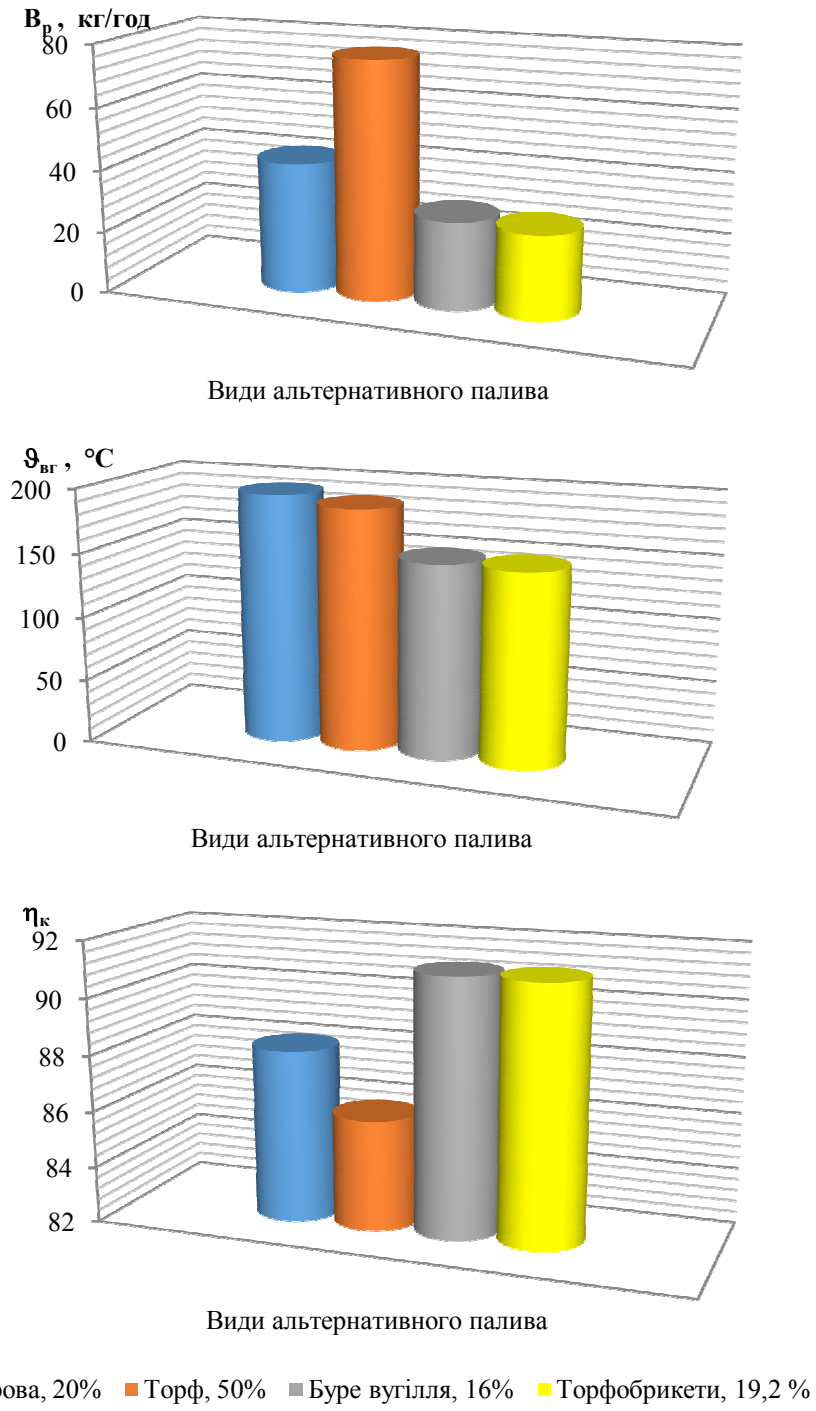


Рисунок 1 – Вплив виду альтернативного палива на витрату робочого палива ($B_р$), температуру відхідних газів ($\vartheta_{вг}$) та ккд теплогенератора ($\eta_к$)

Як видно із рис. 1 витрата торфу для котла суттєво вища у порівнянні із іншими видами палива, що передусім пов'язано із його високим вмістом вологи та низькою теплотворною здатністю (8,125 МДж/кг). При використання бурого вугілля і торфобрикетів температура відхідних газів складає близько 150 °С, що суперечить рекомендаціям завода-виготовлювача котла. Якщо ж притримуватись цих рекомендацій нами встановлено, що теплопродуктивність котла при роботі на бурому вугіллі і торфобрикетах зросте на 40 – 45 %, за умови температури відхідних газів на рівні тих, що спостерігається при роботі котла на дровах. В усіх розглянутих варіантах палива і вихідних даних, окрім використання у якості палива дров, температура стінки конвективного пучка котла нижче температури конденсації водяної пари у димових газах, що може призвести до конденсації парів

вологи на поверхнях нагріву котла, а отже і до їх корозії.

Порівнювати економічні показники виробництва теплової енергії з різних видів палива досить важка задача. Нами прийняті до розгляду такі ціни на паливо: дрова – 2,4 грн./кг, торф – 0,52 грн./кг, буре вугілля – 3,5 грн./кг, торфобрикети – 1,6 грн./кг. Встановлено, що найнижчу ціну ГДж теплоти мають торф (73,8 грн./ГДж) і торфобрикети (79,7 грн./ГДж), а найвищу – дрова (186,6 грн./ГДж) та буре вугілля (183,4 грн./ГДж)

Висновки

З економічної точки зору біль доцільними варіантами палива є торф і торфобрикети. Встановлено, що зниження вологості торфу (тобто використання замість торфу торфобрикетів) із 50 до 19,2 % призводить до зменшення витрати палива у 2,85 рази, зростання коефіцієнта корисної дії котла на 5,18%, зниження температури відхідних газів на 38 °С. Враховуючи експлуатаційні показники і рекомендації заводів-виготовлювачів котла найбільш доцільним є використання у якості палива дров.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанова Н. Д. Використання альтернативних джерел енергії для зменшення споживання викопного палива в центрі теплохолодопостачання житлового будинку / Н. Д. Степанова, П. І. Муслімов // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції " Енергоефективність в галузях економіки України 2017", Вінниця, 2017. Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/viewFile/3419/2864

2. Снєжкін Ю. Ф. Теплотехнічні характеристики твердих біопалив з торфу і біомаси як енргетичного ресурсу малої енергетики / Снєжкін Ю.Ф., Корінчук Д. М. // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, № 6. – С. 70 – 77.

3. Степанова Н. Д. Вплив невизначеності характеристик палива на показники роботи твердопаливного котла / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали XLVIII Науково-технічної конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2019). – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7971/6654

4. Степанова Н. Д. Вплив вологості палива на показники роботи твердопаливного котла потужністю 150 кВт / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали міжнародної наукової інтернет-конференції “Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення” Випуск 37. – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/13zA7xuKPYIr93AZsbZYh78EveOXXecwj/view

5. Боднар Л. А. , Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності . Монографія – 2011 р. – 151 С.

6. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.

7. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). – Изд. 3-е перераб. и доп. – СПб.: Изд. НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний університет, м. Вінниця,e-mail: Stepanovand@i.ua

Коломієць Іван Олегович — студент групи ТЕ-16б, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kolomawork@gmail.com.

StepanovaNataliya D.,Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua

Kolomiiets Ivan O. — student of TE-16b group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Suply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: kolomawork@gmail.com.

УДК 330.115:62-50

Кудін Б.П.
Кудіна-Лундстром А.

РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, м. Київ
Лондон Сіті Університет, Лондон

Анотація

За допомогою використання системного підходу до побудови сучасного менеджменту інноваційних процесів розвитку енергоефективних технологій розроблені основні принципи, які дозволяють оптимізувати структуру, а також збільшити ефективність і адаптивність систем управління інноваціями. Запропонований підхід до побудови системи моніторингу і прийняття управлінських рішень в процесах управління енергоефективністю в промислових системах різних рівнів (галузь промисловості, виробниче об'єднання, промислове підприємство).

Ключові слова: енергоефективність, система управління інноваціями, принципи оптимізації структури системи управління інноваціями, моніторинг, виробничо-господарська ситуація.

Abstract

Using a systematic approach to building modern management of innovative processes for the development of energy efficient technologies, the basic principles have been developed that allow to optimize the structure and increase the efficiency and adaptability of innovation management systems. The approach to the construction of the system of monitoring and decision making in the processes of energy efficiency management in industrial systems of different levels (industry, industrial association, industrial enterprise) is proposed.

Keywords: energy efficiency, innovation management system, principles of optimization of innovation management system structure, monitoring, production and economic situation.

Вступ

Використання системного підходу о проблем підвищення енергоефективності на базі впровадження інноваційних технологій є визнаною необхідністю [1-3]. В роботі формулюються основні принципи проектування систем управління розвитком інноваційних енергоефективних технологій,які дозволяють оптимізувати структуру, а також збільшити ефективність і адаптивність систем управління інноваціями. На основі системного підходу пропонується одночасно досліджувати проблеми побудови енергоефективних систем, де розглядаються в нерозривній єдності процеси виробництва (споживання) енергії і процеси управління ними.

Добре налагоджений моніторинг і відповідний процес прийняття рішень щодо енергоефективності в промислових системах є важливим інструментом підвищення якості управлінні енергоефективністю народного господарства загалом.

Метою роботи є розроблення методу побудови структури системи управління розвитком інноваційних енергоефективних технологій та побудова моделі виробничо-господарських ситуацій (ВГС) для забезпечення якісного моніторингу ситуацій і прийняття рішень.

Результати дослідження

Успішний розвиток України, її конкурентоспроможність передбачаютьпідвищення енергоефективності економіки на основі розробки і впровадження новітніх інноваційних енергоефективних технологій та обладнання. Одним з головних критеріїв інноваційного шляху розвитку є підвищення енергоефективності суспільного виробництва з усією відповідною інфраструктурою. Це обумовлено обмеженістю традиційних енергетичних ресурсів, та зростаючими екологічними проблемами в зв’язку з їх використанням.

В Україні, починаючи з 2000 року, спостерігається зменшення енергоємності валового внутрішнього продукту, але незважаючи на таку динаміку, рівень цього показника (0,466 кг. н.е./дол. США) більш ніж в 2,2 рази перевищує середній рівень енергоємності ВВП розвинених країн світу [1].

Впровадження інноваційного шляху України на основі розвитку інноваційних енергоефективних технологій передбачає інноваційний розвиток як на державному рівні, так і на ріні підприємств. Обрання і втілення у життя інноваційного шляху розвитку на основі інноваційних енергоефективних технологій як на рівні всієї держави, так і окремих галузей, територій і підприємств є головним завданням стратегічного менеджменту відповідних рівнів і при цьому з нього виокремлюється окремий напрямок, для якого використовується зазвичай термін «інноваційний менеджмент».

Ефективність систем управління інноваційними процесами і енергоефективністю буде визначатися багатьма факторами: принципами і методами управління, функціями та відповідними завданнями управління, які реалізуються системою, організаційною структурою управління інноваційними процесами та іншими факторами.

Існуюча практика формування структури систем інноваційного управління шляхом повільного й пасивного пристосування об'єкта й суб'єкта управління не забезпечує отримання якісного результату, тому що для оптимізації цього процесу необхідно врахування великої кількості різноманітних факторів, формування й порівняння різноманітних варіантів системи управління інноваційними процесами. Це можливо тільки на основі застосування економіко-математичного моделювання й комп'ютеризації процесу проектування.

При цьому мають бути визначені основні принципи формування систем управління, на основі яких можна здійснювати економіко-математичне моделювання побудови структури систем інноваційного управління.

Принцип комплексності. Системний підхід вимагає комплексного проектування структур керованої й керуючої підсистем у їхньому взаємозв'язку, тому що, чим більш чітко й раціонально організовані соціально-економічні процеси, тим легше ними управляти. Але в той же час регламентація всіх процесів в об'єкті управління веде до ускладнення органа управління з метою підвищення його надійності.

Принцип функціонального підходу. Формування структури системи інноваційного управління необхідно здійснювати з позицій функціонального підходу, шляхом переходу від функцій системи до її структури. Функції, що утворюють процеси в системі, є її змістом, структура ж – її формою. Тому необхідно починати з визначення функціонального призначення системи й відповідних специфічних функцій елементів, способу їхньої реалізації та ступеня агрегування. Структура може бути визначена в результаті вирішення всього цього комплексу питань.

Принцип сумісності. Утворювати систему можуть тільки ті елементи, які мають системно-інтегративні якості, тобто спрямовані і здатні реалізовувати загальну для всієї системи функцію. На основі принципу сумісності або однорідності елементів відбувається об'єднання їх у групи, при цьому забезпечується максимум однорідності елементів усередині групи, або мінімум однорідності між групами, що дозволяє реалізувати принцип мінімальної взаємодії.

Для забезпечення ефективності функціонування систем управління відповідно до цього принципу необхідно, щоб у стійких станах ці підсистеми функціонували відносно автономно, незалежно і мінімально взаємодіяли між собою. При цьому ефективність функціонування всієї системи вимагає також мінімізації сумарної взаємодії системи із зовнішнім середовищем.

Принцип комплексного проектування. Формування структури систем управління треба здійснювати також на основі принципу обмеженої складності об'єкта управління, що є наслідком закону «необхідної розмаїтості» і обмеженої пропускної здатності керуючих елементів. Відповідно до цього принципу формування об'єктів управління відбувається з урахуванням обсягу робіт з управління цими об'єктами й пропускної здатності керуючих елементів (на основі норм керованості), що дозволяє реалізувати принцип комплексного проектування.

Таким чином, використання наведених принципів як основи проектування дозволяє оптимізувати структуру, а також збільшити ефективність і адаптивність систем управління інноваціями, покращити менеджмент розвитку інноваційних енергоефективних технологій.

Дослідження проблем енергоефективності з позицій системного підходу пропонує розгляд ефективності як систем виробництва енергії, так і систем споживання енергії. При цьому необхідно враховувати що будь в якому випадку ці системи є системами управління, які складаються з

керованої підсистеми (що реалізує функції виробництва або споживання енергії) і керуючої підсистеми (яка реалізує функції управління процесами виробництва або споживання енергії) [2].

В сучасному швидко плинному світі впровадження інноваційних технологій для реалізації функцій виробництва або споживання енергії призводить до необхідності змін в керованій підсистемі і безпосередньо змін її структури, а це тягне за собою зміни в керованій підсистемі. Навпаки, впровадження нових технологій реалізації процесів управління веде до змін структури керованої підсистеми.Виходячи з цього, при вирішенні цих стратегічних проблем підвищення енергоефективності в межах країни і окремих господарюючих одиниць повинно базуватися на системному підході до впровадження інноваційних технологій як в керованій, так і в керуючий підсистемах на відповідних рівнях ієрархії з врахуванням їх взаємного впливу [3].

Оптимізація ефективності систем виробництва енергії має передумовою формування такої структури системи, при якій можливо виробництво максимальної кількості енергії при заданих обмеженнях на споживання різних видів ресурсів і витрат на створення системи (або можливо виробництво заданої кількості енергії при мінімальних витратах).

Оптимізація ж ефективності систем споживання енергії має передумовою створення такої структури системи, коли мінімізується кількість спожитої енергії при заданому рівні витрат и існуючих обмеженнях на споживання різних видів ресурсів.

Метою формування структури систем виробництва (або споживання) енергії є визначення оптимальної кількості рівнів ієрархії і підсистем, ступеню автоматизації процесів виробництва і управління, а також відповідної кількості необхідного персоналу, технічних засобів і матеріальних ресурсів, які надають можливість системі реалізувати свої функції з мінімальними витратами.Процес формування структури системи відбувається шляхом переходу від функцій систем до її структури. Завдання полягає в тому, щоби обрати такий спосіб сполучення можливих технологічних способів виробництва і управління і такий ступінь їх агрегування, при якому система реалізувала би свої функції з мінімальними витратами на структуру. В процесі формування варіантів і обрання способу реалізації функцій враховуються обмеження на наявні ресурси, що визначає ітераційний характер процедури.

Таким чином, формування структури систем управління базується на вирішенні цілого ряду взаємопов’язаних задач, кожна з яких є достатньо складною і потребує формальної постановки і визначення алгоритму їх вирішення. Алгоритми вирішення задач, що були визначені, зв’язані між собою прямими і зворотними зв’язками, утворюють в своєму комплексі алгоритм формування ієрархічної структури систем управління. Частина блоків цього алгоритму, яка базується на використанні формальних методів (лінійного програмування, кластерного аналізу, спрямованого пошуку та інших), може реалізовуватися програмно (автоматично), інша частина, що заснована на використанні неформальних методів (методу аналогій, структуризації цілей, експертно-аналітичного та інших) і дозволяє враховувати соціально-психологічні моменти і конкретні особливості кожного об’єкту, може бути реалізована в діалоговому режимі на комп’ютері.

Для ефективного управління і моніторингу розвитку інноваційних енергоефективних технологій нами запропонована модель виявлення виробничо-господарських ситуацій(ВГС) в промислових системах різних рівнів (галузь промисловості, виробниче об'єднання, промислове підприємство). Цим обумовлена можливість класифікації ситуацій за єдиним ознакою - можливістю досягнення цілей функціонування, а також проведення єдиних оцінок для всіх типів і рівнів промислових систем.

Формальна модель виробничо-господарської ситуації покладена в основу структуризації процесу їх виявлення. Під виробничо-господарською ситуацією ми будемо розуміти сукупність станів об'єкта управління та зовнішнього середовища в момент визначення ВГС, а також можливі наслідки в майбутньому. Запропонований підхід до формального визначення ВГС дозволяє здійснити моделювання процесу виявлення і аналізу ситуацій, що вимагають прийняття рішень.

Для побудови інформаційно-структурної моделі процесу виявлення і аналізу ВГС, що вимагають прийняття рішень, нами здійснена трирівнева деталізація цього процесу, при якій етапи одного рівня взаємопов'язані між собою, а кожному укрупненому етапу відповідають кілька етапів нижчого рівня. Укрупненими етапами процесу виявлення ВГС є: збір даних, обробка даних, аналіз даних. На другому рівні деталізації процесу виявлення ВГС кожен з етапів першого рівня конкретизується на основ-ні види робіт, які необхідно виконати при виявленні ВГС. Найдетальнішою є деталізація третього рівня. Вона дозволяє визначити зміст окремих конкретних елементів процесу виявлення ситуацій, що вимагають прийняття рішень.

Для прийняття рішень керівництву з управління розвитком інноваційних енергоефективних технологій недостатньо інформації, що надходить із запропонованого процесу виявлення ВГС. У ньому немає вказівок на причини виникнення ВГС, оцінки основних факторів і іншої необхідної інформації для прийняття рішень. Тому необхідно проводити додатковий аналіз з метою виявлення максимальних відхилень за факторами, визначення всередині факторів існуючих причин, місць виникнення відхилень, а також наявних обмежень і необхідних ресурсів для вирішення ВГС.

Висновки

Використання наведених принципів, як основи проектування, дозволяє оптимізувати структуру, а також збільшити ефективність і адаптивність систем управління інноваціями і в тому числі розвитком інноваційних енергоефективних технологій, покращити взагалі стан інноваційного менеджменту енергоефективністю. В умовах розвитку і впровадження інноваційних технологій реалізація системного підходу до створення або реконструкції систем виробництва (споживання) енергії на основі економіко-математичного моделювання дозволяє підвищити ефективність і адаптивність цих систем шляхом встановлення відповідності між характеристиками виробничих процесів і процесів управління. Побудова формальної моделі виробничо-господарської ситуації дозволяє впровадити застосування нових інформаційних технологій в сферу моніторингу і прийняття управлінських рішень в процесах управляння енергоефективністю промислових систем різних рівнів (галузь промисловості, виробниче об'єднання, промислове підприємство).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геєць В. М. Пріоритети національного економічного розвитку в контексті глобалізаційних викликів : [монографія] [Електронний ресурс]. – 2008. – Ч. 1. Режим доступу : http://uchebnik-besplatno.com/
2. Донелла Х. Медоуз. Азбука системного мышления. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 344 с.
3. Гур`янов А.Б. Системний підхід до стратегічного управління підприємством/ А.Б. Гур`янов, О.А Гришко // Економіка підприємства. Вісник економіки транспорту і промисловості № 34, 2011. С. 274 – 277

Кудін Борис Павлович **—** канд. екон. наук, доцент кафедри менеджменту та міжнародних економічних відносин, Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, м. Київ,
E-mail: boryskudin@gmail.com

Кудіна-Лундстром А. – доктор філософії, професор, Лондон Сіті Університет, Лондон,
E-mail: alina_kudina@yahoo.com

KudinBorys P. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Manadgement, Tavrijskij National University V.I. Vernadskoho, Kyiv, E-mail: boryskudin@gmail.com

A.Kudina-Lundstrom – PhD, Lecturer, London City University, London, Kyiv,
E-mail: alina_kudina@yahoo.com

УДК 621.18

Боднар Л. А.
Софієв В. С.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ НА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВИДАХ ПАЛИВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проаналізовані основні проблеми спалювання поновлюваних видів палив в котлах малої потужності і методи їх вирішення з метою підвищення енергоекологічної ефективності. Підвищення енергетичної та екологічної ефективності водогрійних котлів на поновлювальних видах палива можливе такими шляхами: зниженням теплових втрат і найбільш повного використання енергетичного потенціалу палива; зменшенням габаритів котельного агрегату за рахунок інтенсифікації процесу спалювання палива; інтенсифікації теплообміну в топковій камері і на поверхнях нагріву; зниженням газоподібних викидів, які забруднюють атмосферу; підвищенням надійності роботи котла.

Ключові слова: паливо, солома, біомаса, відходи деревини, інтенсифікація теплообміну, забруднювальні речовини.

Abstract

The main problems of combustion of renewable fuels in low power boilers and methods of their solution in order to improve energy efficiency are analyzed. Improving the energy and environmental performance of boilers using renewable fuels is possible in the following ways: reducing heat losses and making full use of the fuel's energy potential; reducing the size of the boiler unit due to the intensification of the combustion process; intensification of heat exchange in the combustion chamber and on the heating surfaces; reduction of gaseous emissions that pollute the atmosphere; increasing the reliability of the boiler.

Keywords: fuel, straw, biomass, wood waste, heat exchange intensification, pollutants.

Вступ

В Україні спостерігається стійкий дефіцит енергоносіїв, тому економічно доцільним є використання поновлюваних видів палива: відходів деревини, торфу, біомаси (лушпиння соняшнику, кукурудзи, соломи, тощо), а також традиційного енергоносія – вугілля.

Всі процеси, пов’язані з виробництвом, транспортуванням, зберіганням і спалюванням органічних видів палива в котельних установках різної потужності, є джерелами забруднюючих речовин. Шкідливий вплив від яких може проявлятися на різних рівнях: локальному, регіональному, глобальному [1].

Захист атмосфери від шкідливих викидів опалювальних котелень є однією з найважливіших задач. Необхідність скорочення шкідливих викидів з продуктами згорання викликана також тим, що котельні, обладнані малими котлами розташовані в жилих зонах.

Необхідність у широкому впровадження котлів на альтернативних видах палива вимагає проведення досліджень по ефективності різних технологій спалювання палива та розробці заходів з підвищення енергоекологічної ефективності таких котлів. Від прийнятої технології спалювання залежать основні конструктивні особливості котла [2]: розміри і конфігурація топкової камери, ступінь екранування, спосіб очищення поверхні нагріву, система золовловлювання і золовидалення.

Мета роботи – систематизація методів підвищення енергетичної та екологічної ефективності водогрійних котлів на поновлювальних видах палива.

Основна частина

В сучасних водогрійних котлах малої та середньої потужності для підвищення енергетичної ефективності в теплообмінниках встановлюють різноманітні інтенсифікатори. Активне дослідження і

впровадження в котлах різних методів інтенсифікації теплообміну викликане перш за все великим практичним ефектом зменшення маси теплообмінника та габаритів котла або значним підвищенням його ефективності. Для газотрубних водогрійних котлів проблема інтенсифікації теплообміну особливо актуальна, оскільки коефіцієнт тепловіддачі від газів до стінки в каналах без інтенсифікації досить малий, а від інтенсивності теплообміну в теплообміннику залежить температура відхідних газів та коефіцієнт корисної дії [3, 4].

Під час спалювання альтернативних видів палива, багато з яких є низькосортними, виникає ряд проблем [5-7], від успішного вирішення яких залежить енергоекологічна ефективність котлів.

В роботі нами систематизовано інформацію по проблемах спалювання низькосортних видів палив та по проблемах їх вирішення.

№ п/п	Проблема	Методи вирішення
1.	Викиди твердих частинок, забруднення золою поверхонь нагріву	1. Створення двокамерних топок 2. Встановлення сегментних перегородок на виході з котла, що затримують золу в котлі 3. Встановлення золовловлювачів за котлом 4. Встановлення автоматизованих систем очищення котла від забруднення
2.	Відкладення смол в газоходах котла	1. Спалювання безсмольних видів біомаси 2. Створення зон високої температури 3. Відповідність потужності котла фактичному споживанню теплоти 4. Ізоляція димоходів 5. Запобігання тривалої роботи котла на мінімальному режимі 6. Встановлення вторинних випромінювачів в топці (зон високих температур). 7. Оптимізація подачі повітря порціями (первинне, вторинне, третинне повітря) 8. Використання буферних ємностей для згладжування нерівномірності споживання теплоти і роботи котла.
3.	Плавлення золи, зашлаковування колосникової решітки	1. Організація охолодження колосникової решітки (повітрям, водою) 2. Низькотемпературне спалювання палива (стосується соломи) 3. Використання вібраційної колосникової решітки 4. Забезпечення рівномірного розподілу шару твердого палива по всій поверхні решітки, з метою рівномірної подачі первинного повітря. 5. Ступінчасте спалювання палива (за допомогою розділення топки на первинну та вторинну камери)
4.	Низька температура в зоні горіння при спалюванні вологих палив.	1. Подача підігрітого повітря в зону горіння 2. Виконання внутрішньої поверхні топки з теплоакумулюючих матеріалів (кераміки)
5.	Викиди CO	1. Якісна організація доступу повітря до палива, якісне змішування топкового газу з вторинним повітрям 2. Застосування вторинних випромінювачів.

Проблема шкідливих викидів може бути вирішена на етапі підготовки палива до спалювання, на етапі спалювання палива та на стадії охолодження продуктів згорання [8]. Слід зазначити, що в

цьому напрямку розроблено багато успішних методів боротьби з викидами забруднювальних речовин, але більшість з них придатна для енергетичних котлів великої потужності.

ВИСНОВКИ

Підвищення енергетичної та екологічної ефективності водогрійних котлів на поновлювальних видах палива можливе такими шляхами: зниженням теплових втрат і найбільш повного використання енергетичного потенціалу палива; зменшенням габаритів котельного агрегату за рахунок інтенсифікації процесу спалювання палива; інтенсифікації теплообміну в топковій камері і на поверхнях нагріву; зниженням газоподібних викидів (CO, NO_x, SO_x), які забруднюють атмосферу; підвищенням надійності роботи котла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боднар Л. А. Екологічні аспекти виробництва енергії з низькосортних видів палив/Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, М. Г. Робак// Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК - 2015. - №2. - С.112-116
2. Современные тенденции котлостроения: материалы I международной научно-практической конференции студентов и аспирантов/ Алт. гос. техн. университет И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2017. – 144 с.
3. Боднар Л. А. Ефективність інтенсифікації теплообміну в теплогенераторі на щепі деревини / Л. А. Боднар //Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК – 2017. – №4. – С. 124 – 128.
4. Боднар Л. А. Раціональні методи інтенсифікації теплообміну в газотрубних котлах/Л. А. Боднар, І. В. Лепетан// Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві".– 2018. – №2. – С.158-163
5. Боднар Л. А. Проблеми спалювання низькосортних палив в котлах малої потужності / Л. А. Боднар, С. Й. Ткаченко, О. В. Дахновська // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2012. – № 4.
6. Боднар Л. А. Технічні та екологічні показники водогрійних котлів потужністю до 1 МВт для спалювання соломи/Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, Р. Е Бойчук// Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві".– 2015. – №2 – С. 115 – 120.
7. Боднар Л. А. Підвищення енергетичної ефективності й екологічної безпеки теплогенераторів для спалювання соломи /Л. А. Боднар, Г. О. Головко// Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві".– 2017. – №1. – С. 112– 117.
8. Росляков П. В. Методы защиты окружающей среды: учебник для вузов/ Росляков П. В. – М. : Изд.дом МЭИ, 2007. – 336 с.

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: Bodnar06@ukr.net

Софієв Володимир Сергійович, студент групи ТЕ-19 мс, факультет будівництва, теплоенергетики та теплогазопостачання, Вінницький національний технічний університет. e-mail: volodimirsofiev922@gmail.com

Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Sofiev V. – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University.

УДК: 62.3

М. О. Костюк [1]
Ю.М. Костюк [1]
Т. Ю. Поповський [2]

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИСОКОВОЛЬТНИХ СИСТЕМ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТІ

[1] Вінницький технічний коледж;
[2] Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця.

Анотація
В роботі розглядаються порівняльні характеристики параметрів електромобілів та ефективності використання високовольтних сонячних батарей, що можуть бути встановлені на електротраспорті з метою зарядки тягових акумуляторів. Також в роботі наводяться розрахунки ефективності застосування перетворювачів напруг, сонячних батарей, акумуляторних систем.

Ключові слова: електромобіль, високовольтна батарея, сонячна батарея, перетворювачі напруги, ефективність електротранспорту.

Abstract
The paper considers the comparative characteristics of electric vehicles and the efficiency of the use of high-voltage solar panels, which can be installed on Electrosport in order to charge the traction batteries. Also in the work are the calculations of the effectiveness of the application of voltage converters, solar panels, accumulator systems.

Keywords: electric vehicle, high-voltage battery, solar battery, voltage converter, efficiency of electric transport.

Вступ

Електричний транспорт є єдиним видом транспорту, що володіє здатністю часткового відновлення витраченої на тягу енергії шляхом її рекуперації. При раціональних режимах руху транспортних засобів рекуперація в різних системах електротранспорту дозволяє на 30 ... 40% зменшити енергоємність перевізного процесу, проте сучасні технології дозволяють застосовувати відновлювальні джерела енергії, що дозволить під час руху та стоянки отримувати додатково 5 ... 10% [1] заряду батареї. У зв'язку з цим розвиток методів і принципів, що підвищують ефективність використання енергії в системі не автономного електротранспорту є актуальним напрямком наукових досліджень.

Результати дослідження

Одним із засобів електронної мобільності є те, наскільки досконало її можна поєднувати з відновлюваною енергією. Електричними транспортними засоби можна керувати, а зарядні станції можуть живитись електроенергією від систем зарядних станцій. В ідеалі електромобілі заряджаються сонячною енергією безпосередньо від сонячної батареї встановленої на даху. Електричні транспортні засоби помітно ефективніші, ніж звичайні автомобілі з двигунами внутрішнього згорання. Проводяться дослідження для електромобілів в яких використовується перетворення сонячної енергії в електричну. Інфраструктурні ситуації та висока вартість електромобілів робить його менш можливим на теперішній час використання порівняно з іншими автомобілями, хоча електромобілі стрімко завойовують авторинок. Основні переваги, це економія витрат на один кілометр, мінімальні затрати на обслуговування та суттєве збільшення вартості нафтопродуктів, зростання наслідків глобального потепління.

У дослідженні S.Kozlovskyi, Y.Popovskyi [2] проводиться детальний аналіз сучасного рину електромобільного транспорту різних років випусків, максимальної дальності поїздки, ємності тягових батарей та багато іншого які відображено у таб. 1.

Car	Graduation year	Total miles	Price	Battery status in %	Costs for 100 km. Usd	Maximum distance at one gas station, km.	Time for gas station, hr	Economy. 10 ball scale	Average rating of the past car according to the previous 3 parameters 0-10	sold electric cars, the year
Nissan Leaf-1	2011	98000	10500	75	19	120	6	9	4	45
Nissan Leaf-2	2013	94535	13800	83	25	140	3 or 0,3	10	3	50
Tesla model x	2016	8 678	95000	100	75	450	42 or 4	10	5	3
Smart Fortwo electric drive C451	2014	34 567	13200	93	20	130	6 or 1	9	4	1
Nissan E-NV200	2014	41 587	22500	96	25	160	3 or 0,3	10	5	2
Tesla Model S	2012	8 600	35000	100	45	350	10 or 1	10	6	3
Nissan Leaf SV	2015	16 000	18400	96	25	173	3 or 0,3	10	5	23
Toyota Rav 4 EV	2013	113 000	27700	81	35	220	8	9	4	2
Ford focus electric	2014	41 000	17500	95	25	120	3	9	5	1
Fiat 500e	2014	69 000	13800	89	25	145	3	8	5	5
Renault Zoe	2012	241 000	12500	91	25	130	3	7	4	2
Tesla Model 3	2018	5 000	75000	100	80	440	1	9	6	2
Volkswagen e-Golf	2014	34 000	23500	93	30	160	4	9	5	2
BMW i3	2014	37 000	27800	94	30	150	3	9	6	2
Renault Kangoo	2014	64 000	13200	89	20	140	3	9	5	1
Mitsubishi I miEV	2012	18 000	9500	85	15	125	6	9	5	2
Mitsubishi Outlander PHEV	2015	117 000	26600	81	10	52	3	9	4	2
Renault Fluence	2011	88 000	11600	37	15	67	2	7	5	2
Renault twizy	2014	67 000	7500	88	15	100	6	8	5	2
Kia Soul EV	2014	44 000	19800	97	28	120	3	8	5	2
Hyndai Ioniq	2018	65 000	36 500	100	30	140	3	8	5	1
Chevrolet Bolt	2017	22 000	39 000	92	55	350	3	8	5	1
BMW i8	2018	15 000	67 000	95	10	40	1	8	6	2
Mercedec B-class electric drive	2014	76 000	22 000	87	25	145	3	7	6	2
Volkswagen e-UP	2013	36 000	12 700	94	15	120	1	8	5	2
Citroen C-Zero	2012	12 000	9600	81	30	110	3	8	5	1
Audi E-tron	2017	9 700	49 900	99	25	190	3	8	5	2
Opel Ampera-E	2013	241 000	18 600	89	15	60	3	8	4	2
Citroen E-Mehari	2018	5 790	35 500	90	35	160	3	7	-	3

Таб. 1. Характеристики сучасного ринку електромобілів [2]

Відповідно поля «Maximum distance at one gas station, km.» таб. 1. наводяться дані автомобілей різних років де спостерігається середня дальність поїздки 150 км. на одному заряді. У порівнянні з автомобілями на двигунах внутрішнього згорання де середня дальність поїздки складає 370 км. є у два з половиною рази меншою.

Розробники електромобілів намагаються знайти ефективні рішення для збільшення дистанцій на одному заряді. Удосконалюють мінімізацію електроенергії у двигуні на оди км. за рахунок вибору ефективного електричного двигуна. Впроваджують безступеневі трансмісії щоб зменшити механічні втрати та звести їх до мінімуму. Потужність двигуна в таких системах залежить від акумуляторні батареї. Ефективність роботи електродвигунів набагато вища, ніж з внутрішнім згорянням (макс. 96%).

Одним із варіантів покращення дальності поїздки є впровадження високовольтних систем сонячних батареї у електротранспорт. Фотоелектричні панелі (сонячні батареї) перетворюють сонячну енергію в електричну та передаються до контролера двигуна, а залишки до електричної тягової батареї. На сьогоднішній день ефективність сонячних елементів становить 17-19%, що відповідає 200 Вт./кв.м. Враховуючи площу даху, капоту, багажника електромобіля в середньому можна розмісити сонячних елементів на потужність близько 350 Вт./год.

Для розрахунку витрат електропотужності на км. наведемо розрахунок. На електромобіль діють три сили: Ft-сила тяги двигуна; Fтр-сила тертя кочення; Fc-сила опору повітря. Щоб автомобіль міг рухатись повинна виконуватися умова: Ft> = Fтр + Fc.

Знайдемо чому дорівнюють ці сили

$$Fтр = \mu * m * g \qquad (1)$$

Де, μ - коефіцієнт тертя кочення гума / асфальт (середньо μ = 0,02)

m - маса автомобіля (кг)

g - прискорення падіння (9,8 м / с?)

$$Fc = Cx * S * \rho * v^2 / 2 \qquad (2)$$

Cx - коефіцієнт опору повітря, для кожного авто він свій можна знайти в гуглі.
S - лобова площа авто (м²), знаходиться так само як Cx
ρ - щільність повітря (1,29кг / м3 при нормальних умовах)
v - швидкість авто, м / с
Якщо підставимо в першу формулу то отримаємо

$$Ft> = \mu * m * g + Cx * S * \rho * v^2 / 2 \qquad (3)$$

Ми знайшли силу яка потрібна автомобілю щоб зрушити, але як же знайти потужність двигуна. Є проста формула для обчислення потужності:

$$P = F * v \quad (4)$$

Необхідна потужність залежить від швидкості автомобіля. Підставами сюди нашу формулу і отримаємо:

$$Pдв = (\mu * m * g + Cx * S * \rho * v^2 / 2) * v \qquad (4)$$

Тепер ми можемо підібрати двигун обчисливши потужність
Наприклад візьмемо авто VW Golf і обчислимо яка потужність потрібна для розгону до 40,60 і 90 км / год:
C x = 0,34
S = 2.1 м²
m = 1300 кг
μ = 0,02
g = 9,8 м / с ²
ρ = 1,29 кг / м3

Знайдемо потужність для 40 км / год (11,11 м / с)
P дв = (0,02 * 1300 * 9,8 + 0,34 * 2,1 * 1,29 * 11,11² / 2) * 11,11 = 3462 Вт ≈ 3,5 кВт
Для 60 км / год (16,66 м / с)
P дв = (0,02 * 1300 * 9,8 + 0,34 * 2,1 * 1,29 * 16,66² / 2) * 16,66 = 6374 Вт ≈ 6,4 кВт
Для 90 км / ч (25 м / с)
P дв = (0,02 * 1300 * 9,8 + 0,34 * 2,1 * 1,29 * 25² / 2) * 25 = 13565 Вт ≈ 13,6 кВ

Для розуміння ефективності впровадження високовольтних сонячних систем наведемо графік рис.1. Зі збільшенням швидкості потужність зростає непропорційно, якщо ваша швидкість не перевищить 60 км / год, то витрати становитимуть в середньому 7 кВт (з урахуванням його ККД).

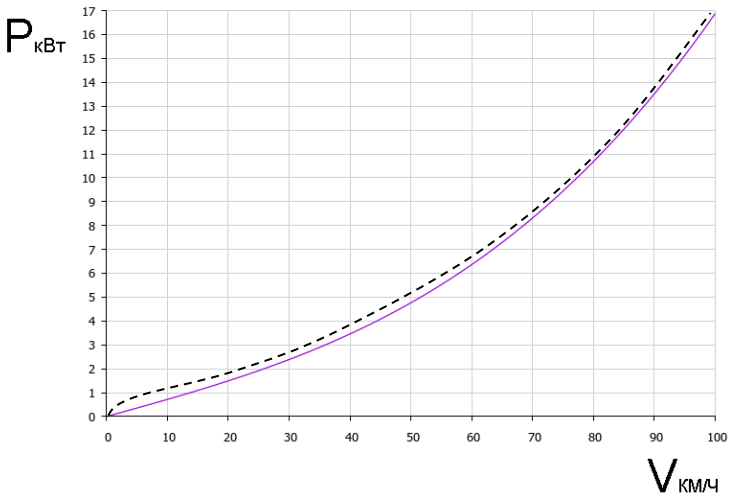


Рис.1. Відповідність швидкості електромобіля до витраченої потужності

Отже встановивши високовольтну сонячну батарею потужністю 350 Вт/г. робочою напругою 450 вольт, енергію якої без втрат ми можемо передати до контролера двигуна та батареї.

На рис.1. пунктирною лінією показано приріст потужності електродвигуна на різних швидкостях при умові сонячного дня.

Другим важливим фактором застосування високовольтних сонячних батареї є заряд тягової батареї під час стоянки електромобіля. Наприклад для електромобіля Nissan leaf з батареєю потужність 24 кВт/г. при умові 10 годинного сонячного дня буде складати:

$$t_з = p_{ба} / (P_{сб} * T_{сд}) \quad (5)$$

$$t_з = 24 / (0{,}35 * 10) = 6{,}8 \text{ днів}$$

або 3,5 кВт/ день або в середньому 20 км. по місту.

Де, $t_з$-час зарядки електромобіля від сонячної батареї

$P_{сб}$-потужність сонячної батареї

$T_{сд}$-середня довжина сонячного дня

$p_{ба}$-потужність батареї електромобіля

Високовольтні батареї для електромобілів побудовані складаються 175 елементів, що мають термін придатності більше 25 років.

Висновки

В своїх дослідженнях ми визначили ефективність впровадження високовольтних сонячних батареї у електротранспорті та навели розрахунки впровадження сонячних батареї середньої потужності. Такі рішення є ефективними, які збільшують ресурс тягових батареї та зменшують час зарядки електромобіля.

Використання сонячної енергетики в електротранспорті дозволяє заощаджувати природні ресурси в період дня, коли піки навантаження на електромережі країни.

Важливим фактором є те, що зарядка акумуляторів малими токами відновлює параметри внутрішнього опору тягових батарей, що для автомобіля є надзвичайно важливим фактором.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сопов, В. И. Способы повышения эффективности использования энергии электрического торможения подвижного состава [Электронный ресурс] / В. И. Сопов // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии. — 2012. — Режим доступа: \www/URL: http://www.online-electric.ru/articles.php?id=43
2. Kozlovskyi.S., Shaulska.L, Butyrskyi.A., Burkina N.,Popovskyi.Y. The marketing strategy for making optimal managerial decisions by means of smart analytics. Scopus. 2019p.
3. M. Takeno, A. Chiba, N. Hoshi, S. Ogasawara, M. Takemoto and MA. Rahman, ‘’Test Results and Torque Improvement of the 50-kW Switched Reluctance Motor Designed for Hybrid Electric Vehicles’’, IEEE T Ind Appl, Vol. 48, No. 2, pp. 1327-1334, 2012.
4. MS. Cengiz, MS. Mamiş, “Endüstriyel Tesislerde Verimlilik ve Güneş Enerjisi Kullanımı”, VI. Enerji Verimliliği Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi, Sakarya, pp. 21-25, 4-6 Haziran 2015.
5. Cengiz MS, Mamiş MS, (2015). ‘’Solution Offers For Efficiency and Savings in Industrial Plants’’, Bitlis Eren Universty Journal of Science Technology, Vol. 5, No. 1, pp. 24-28, July 2015.
6. XD. Xue, KWE. Cheng, JK Lin, Z. Zhang, KF. Luk, TW. Ng, and NC. Cheung, ‘’Optimal Control Method of Motoring Operation for SRM Drives in Electric Vehicles’’ IEEE T Veh Technol, Vol. 59, No. 3, pp 1191- 1204, 2010.
7. Y. Suita, S. Tadakuma, ’’Driving Performances of Solar Energy Powered Vehicle with Novel Maximum Power Tracking Control for a Solar Car Rally’’ IEEE International Conference on Industrial Technology, ICIT 2006, pp. 1218-1223, 15-17 December 2006.

Микола Олександрович Костюк — завідувач лабораторій, викладач, e-mail: mykola.KostiuK@vtc.vn.ua;
Вінницький технічний коледж
Юрій Миколайович Костюк — викладач 1 категорії спеціальних дисциплін.
Вінницький технічний коледж
Тарас Юрійович Поповський — студент , фізико-технічний факультет, e-mail: tarkoukr@gmail.com
Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця.

M. Kostyuk [1]
Y. Kostyuk [1]
T. Popovsky [2]

INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF HIGH-VOLTAGE SOLAR SYSTEMS IN ELECTRIC TRANSPORT

[1] Vinnitsa Technical College;
[2] Vasyl Stus Donetsk National University, Vinnitsa.

Abstract

The paper considers the comparative characteristics of electric vehicles and the efficiency of the use of high-voltage solar panels, which can be installed on Electrosport in order to charge the traction batteries. Also in the work are the calculations of the effectiveness of the application of voltage converters, solar panels, accumulator systems.

Keywords: electric vehicle, high-voltage battery, solar battery, voltage converter, efficiency of electric transport.

Mykola Kostyuk — from The laboratory, teacher, e-mail: mykola.KostiuK@vtc.vn.ua ;
Vinnitsa Technical College
Yuriy Kostyuk — is a teacher of 1 category of special disciplines.
Taras Popovsky — student, physical-Technical faculty, e-mail: tarkoukr@gmail.com
Donetsk nacìonalnmezhyi University, Vinnytsya.

М. О. Костюк [1]
Ю. Н. Костюк [1]
Т. Ю. Поповский [2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИСТЕМ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ В ЕКТРОТРАНСПОРТЕ

[1] Винницкий технический колледж;
[2] Донецкий национальный университет имени Василя Стуса, Винница.

Аннотация

В работе рассматривается сравнительные характеристики параметров электромобилей и эффективности использования высоковольтных солнечных батарей, которые могут быть установлены на електротраспорт с целью зарядки тяговых аккумуляторов. Также в работе приводятся расчеты эффективности применения преобразователей напряжения, солнечных батарей, аккумуляторных систем

Ключевые слова: электромобиль, высоковольтная батарея, солнечная батарея, преобразователи напряжения, эффективность электротранспорта.

Николай Александрович Костюк - заведующий лабораторий, преподаватель, e-mail: mykola.KostiuK@vtc.vn.ua
Винницкий технический колледж
Юрий Николаевич Костюк — преподаватель 1 категории специальных дисциплин.
Винницкий технический колледж
Тарас Юрьевич Поповский - студент, физико-технический факультет, e-mail: tarkoukr@gmail.com
Донецкий национальный университет имени Василя Стуса, Винница.

УДК 631.371

С. Й. Ткаченко
Н. Д. Степанова

ОЦІНКА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ПРОЦЕСИ МЕТАНОГЕНЕЗУ У БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація
Встановлено групи факторів впливу на процеси метоногенезу у біогазових установках. Проаналізовані фізичні фактори впливу на інтенсивність процесу зброджування. Запропоновані технічні та організаційні рішення щодо підвищення ефективності біогазових установок.
Ключові слова: біогазова установка, біореактор, перемішування, біогаз, зброджування.

Abstract
The groups of factors of influence are set on the processes of formation of methane in biogas options. The analysed physical factors of influence are on intensity of process of fermentation. Technical and organizational solutions are offered in relation to the increase of efficiency of biogas options.
Keywords: biogas setting, fermenter, interfusion, biogas, fermentation.

Вступ

Україна належить до країн з дефіцитом власних викопних палив. Крім того в країні низький рівень розвитку поновлювальної енергетики, але має гарні передумови для майбутнього розвитку вторинних джерел енергії у тому числі і біоенергетики [1]. Розвиток біогазових технологій створює комбінований позитивний ефект, що містить як енергетичний, так і екологічний і соціальний ефекти. Одним із найбільш доцільних способів переробки органічних відходів залишаються біогазові технології, в яких реалізуються контрольовані процеси анаеробного зброджування.

Метою роботи є проведення аналізу впливу різних фізичних факторів впливу на процес анаеробного зброджування і на підвищення продуктивності біогазової установки.

Результати дослідження

Аналізуючи принципи роботи та наявну літературу встановлено, що на інтенсивність процесу зброджування впливають такі групи факторів : біологічні, фізичні, хімічні та організаційно-технологічні.

До основних видів біологічних факторів можна віднести склад зброджуваної біомаси, склад мікрофлори та умови життєдіяльності мікроорганізмів. Концентрація, кислотність середовища, вміст летких жирних кислот у зароджуваній масі, обсяг і склад біогазу, що утворюється – хімічні фактори впливу на процес зброджування. До організаційно-технологічних факторів впливу на процес зброджування можна віднести дозу добового завантаження свіжих порцій зароджуваної маси, навантаження біореактора органічною речовиною (кг СОР/ $м^3$·добу).

Фізичні фактори впливу : температура зброджування, гідродинамічні і тепломасообмінні процеси, структура суміші.

На ринку Західної Європи присутня значна різноманістність біогазових установок. У діючих БГУ переважають реактори циліндричної форми. Недоліками такого типу біогазових реакторів є те, що за рахунок недостатнього та нерівномірного прогрівання різних частин суміші коливання температур в об’ємі реактора стають значними. Це порушує технологічні вимоги та зменшує продуктивність щодо виходу біогазу порівняно з теоретичним.

За рахунок невідповідності вертикального градієнту температур у нижній зоні утворюється холодний малорухомий шар, а верхня зона перегрівається. До недоліків таких реакторів можна

віднести також і великі площі теплообмінників.

Технологія бродіння в біогазових установках потребує дотримання визначених прийнятих меж температурного режиму та стабілізації теплообміну між нагрівником та субстратом.

Досвід експлуатації таких рідкофазних реакторів вказує на складності, обумовлені недосконалістю процесу, який виконується із застосуванням механічних гвинтових мішалок, які не проводять перемішування шарів субстрату у вертикальній площині. Таким чином, не задовольняються вимоги технологічного процесу гомогенізації та потреби підведення поживних речовин до колоній метаноутворюючих мікроорганізмів по всьому об'єму біореактора. Крім того, в таких реакторах не усувається явище розшарування біомаси з утворенням непродуктивних баластних шарів з різною питомою вагою.

У результаті накопичення мінеральної складової біомаси в нижній частині реактора в процесі експлуатації БГУ продуктивність реактора падає і на протязі 2–3 років складає 50% у відношенні до проектної. Значно погіршуються експлуатаційні та економічні показники вироблення біогазу. Звільнення від баластних шарів є трудомісткою операцією, яку необхідно виконувати у шкідливих умовах.

Одним із факторів, що впливає на вихід біогазу в біогазовій установці є перемішування багатокомпонентної суміші. Відомі різні способи перемішування, а саме механічний (за допомогою мішалок різного виду), гідравлічний та аеродинамічний.

До гідравлічного способу можна віднести застосування системи циркуляційних контурів для перемішування [2] (рис. 1). Використання вказаного методу дозволить вирішити не лише проблему перемішування, а і питання термостабілізації у реакторі біогазової установки. Аналізуючи енергозатрати на перемішування та термостабілізацію реактора встановлено, що на потреби перемішування (а саме привід компресора для біогазу) затрачається залежно від об'єму реактора 0,05…0,9 % біогазу. Крім того система із циркуляційними контурами враховує мікробіологічні особливості анаеробного процесу, а саме: обмеження стосовно швидкості руху субстрату ($w_c \leq 0,6$ м/с), що сприяє збільшенню виходу біогазу.

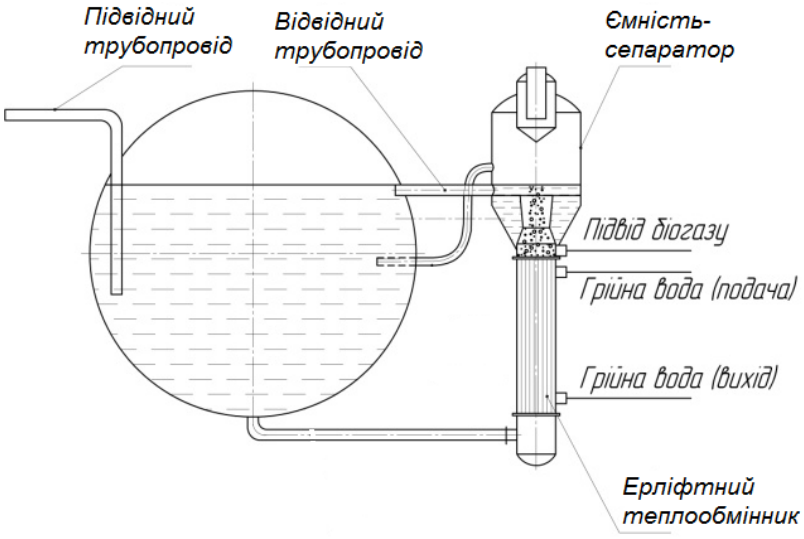


Рис. 1. Система циркуляційних контурів у біогазовому реакторі

Для цього необхідно розробити наукову базу і технічні рішення для усунення названих недоліків:

1) усунення розшарування біомаси – де запропоновано перемішування у вертикальній площині, рідина з нижньої частини біореактора по циркуляційному контуру подається у верхню, при цьому підігрівається у виносному теплообміннику, тобто виконується перемішування та термостабілізації одночасно [2];
2) зменшити енерговитрати на процес перемішування – зменшені [3];
3) створити технологічні і технічні рішення утилізації теплової енергії для можливості використання термофільного режиму, використання інокуляції і мобілізації;
4) розробити наукові, технологічні та технічні рішення для вирішення методів і засобів утилізації теплової енергії.

Висновки

Встановлено, що на процеси метаногенезу впливають біологічні, фізичні, хімічні та організаційно-технологічні чинники. Проаналізовано фізичні фактори впливу на інтенсивність процесу біоконверсії. Запропоновано метод, що дозволяє усунути розшарування біомаси у реакторі і одночасно дозволяє знизити енергозатрати на процес перемішування субстрату у біореакторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Развитие биогазовых технологий в Украине и Германии: нормативно-правовое поле, состояние и перспективы [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.uabio.org/img/files/news/pdf/Razvitie_biogazovyh_technologiy_1.pdf.

2. Пат. 125227 України, МПК C02F 11/04. Однопрохідний біореактор біогазової установки / Ткаченко С. Й., Степанова Н.Д., Резидент Н. В., Денесяк Д. І., Іщенко К. О.; заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – № a201712221; опубл.10.05.2018, Бюл. №9.

3. Ткаченко С. Й. Біогазова установка із системою циркуляційних контурів / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Бочкова, Н. Д. Степанова // Накові праці Вінницького національного технічного університету. – 2016. – № 4, Бер., [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/488

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stahit6937@gmail.com

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua .

Stanislav Tkachenko – Dc. Sc., Professor, Heat of the power system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail*:* Stepanovand@i.ua

УДК 621.18

Н. Д. Степанова
А. В. Гарбуз

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ТЕПЛОВІЙ СХЕМІ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ НА ПРИРОДНОМУ ГАЗІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто варіант роботи водогрійної котельні шляхом переведення її на використання альтернативних джерел енергії. Проаналізовано показники екологічної, енергетичної та економічної ефективності. Проведено оцінку впливу на навколишнє середовище системи виробництва теплоти при використанні альтернативних джерел енергії.

Ключові слова: теплова схема, природний газ, шкідливі викиди, альтернативні джерела енергії.

Abstract

The variant of work of a water boiler by transferring it to the use of alternative energy sources is considered. Environmental, energy and economic efficiency indicators are analyzed. The environmental impact of the heat generation system using alternative energy sources has been evaluated.

Keywords: Thermal scheme, natural gas, harmful emissions, alternative energy sources.

Вступ

Головною стратегією розвитку народного господарствапередових країн світу стає забезпечення сталого та ефективного економічного зростання за рахунок зменшення енергоспоживання на одиницю продукції, що виробляється. Це досягається, в основному, за рахунок застосування новітніх енергозберігаючих технологій та раціонального управління енергогенеруючими об'єктами. У комунальній енергетиці України знаходиться близько 35 тис. котелень, що укомплектовані 114 тис. котлами.В минулому енергетика України була орієнтована на використання первинних енергоносіїв (природного газу, нафти, вугілля), запаси яких обмежені і ціни на які стрімко ростуть. За таких умов особливої актуальності набуло винайдення шляхів вироблення енергії з поновлюваних джерел. Кожна тисяча кіловат-годин електроенергії, яка вироблена з відновлювальних джерел, в середньому запобігає викидам в атмосферу 4,2 кг твердих частинок, 5,65 кг оксидів сірки, 1,76 кг оксидів азоту, а кожна вироблена гігакалорія теплоти - 0,2 кг твердих частинок, більше 3 кг оксидів сірки і близько 1 кг оксидів азоту. Державна політика України по енергоспоживанню передбачає суттєве розширення об'ємів використання нетрадиційних і поновлювальних джерел енергій. В Україні забезпечена економія традиційних паливно-енергетичних ресурсів на рівні 8…10 % від їх загального споживання. Технологічні процеси енергетичного використання деревини, поряд із економічними та екологічними аспектами, позитивно впливають на соціальну сферу шляхом створення нових робочих місць, надходження коштів у місцевий бюджет, а також зниження витрат на імпорт енергоносіїв[1].

Метою роботи є дослідження показників при використанні альтернативних джерел енергії в тепловій схемі водогрійної котельні яка працює на природному газі.

Результати дослідження

Споживання енергії в першу чергу пов'язане з такими поняттями як енергоефективність, енерго- та ресурсозбереження. Однією із найбільших актуальних проблем сучасності є економія енергетичних ресурсів та зменшення шкідливих викидів при спалюванні різних видів палива. В роботі було обрано для аналізу теплову схему водогрійної котельні яка працює на природному газі, потужністю 1,25 МВт. На даній котельні встановлено водогрійний газовий котел, проведено

було аналіз модернізації котельні шляхом встановлення твердопаливного котла ТИРАС-600, який працює шляхом спалювання пеллети [2]. Проведено розрахунок викидів шкідливих речовин при зміні частки заміщення альтернативним паливом природного газу ($Q_{ал}$ /$Q_{існ}$), результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахунок валового викиду шкідливих речовин в атмосферу [2, 3].

Найменування величин	Розмірність	Частка заміщення альтернативним паливом природного газу, $Q_{ал}$ /$Q_{існ}$				
		0	0,264	0,48	0,67	1
Валовий викид оксидів азоту NO_x	т	1,214	1,511	1,694	1,764	1,78
Валовий викид оксиду вуглецю CO	т	0,182	0,179	0,1777	0,177	0,1769
Валовий викид діоксиду вуглецю CO_2	т	654,11	1378,27	1824,16	1994,44	1789,86
Валовий викид оксиду азоту N_2O	т	0,00107	0,00422	0,00616	0,0069	0,03538
Валовий викид метану	т	0,010706	0,02365	0,031614	0,03466	0,03538

Аналізуючи отримані результати екологічних показників видно, що при спалюванні твердого палива здійснюється великий шкідливий вплив на навколишнє середовище, адже при спалюванні твердого палива утворюється велика кількість оксиду азоту та оксиду вуглецю. Пеллети є відновлюваним джерелом паливних ресурсів, що не призводи до вичерпання природних ресурсів, як використання природного газу. Екологічні показники показують суперечливі результати тому було проведено дослідження економічних показників роботи котельні, зокрема собівартість відпущеної теплоти. Собівартість виробництва теплоти [4] показано на рис. 1.

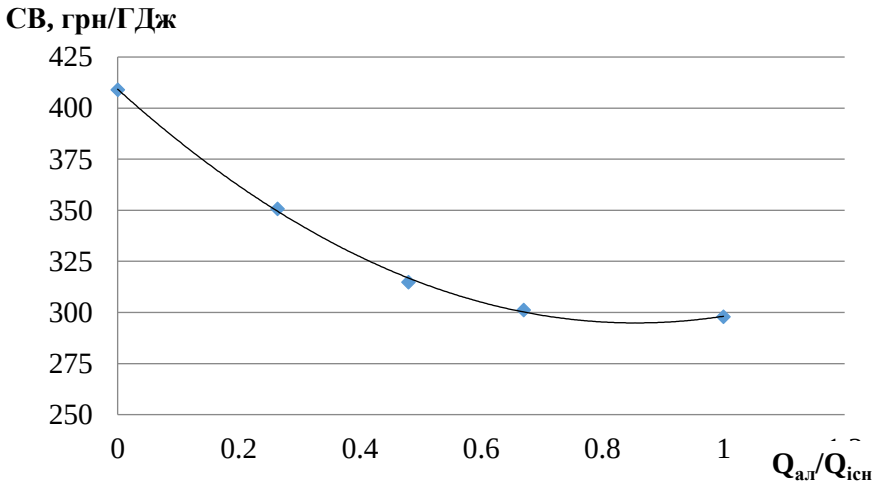


Рис. 1. Залежність собівартості відпущеної теплоти на котельні (СВ) від частки заміщення альтернативним паливом природного газу, $Q_{ал}$ /$Q_{існ}$

Висновки

Після проведеного дослідження кількості шкідливих викидів при спалюванні природного газу і пелет в твердопаливному котлі, результати розрахунків показали що при роботі котельні на природному газі значно менші ніж при роботі котельні (робота газового котла та пелетного котла в тандемі), окрім викидів оксиду вуглецю. Дана різниця є значною проте використання або перехід

на альтернативні види палива надають зменшити використання природного газу вартість якого є високою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Екологічні аспекти використання деревних паливних ресурсів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://bio.ukrbio.com/ua/articles/3589/. – Назва з екрану.
2. Степанова Н.Д. Підвищення енергоекологічної ефективності комплексного використання традиційних та альтернативних палив для виробництва теплоти / Н. Д. Степанова , А. В. Гарбуз // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції “Інноваційні технології в будівництві – 2018”. – 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6085/5081
3. Ткаченко С. Й., Боднар Л. А. / Екологічні спекти виробництва енергії : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 80 с.
4. Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання : навч. посібн. / С. Й. Ткаченко, М. М. Чепурний , Д. В. Степанов – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний університет, м. Вінниця,e-mail: Stepanovand@i.ua

Гарбуз Анастасія Володимирівна, студентка групи ТЕ-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: te14b.garbuz@gmail.com

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua

Garbuz Anastasiia V., student of TE-18m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Suply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: te14b.garbuz@gmail.com

УДК 621.565.952.74:

О. Ю. Співак
В. І. Мазур
О. А. Савенко
О. І. Штуй

ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована математична модель кожухотрубного теплообмінника у вигляді рівняння динаміки, яким є залежність вихідної температури нагріваного теплоносія від температури грійного теплоносія і температури стінок труб.

Ключові слова: математична модель, температура, теплообмінник**.**

Abstract

The mathematical model of the shell-and-tube heat exchanger for the supervisor of the dynamics, the temperature of the heat of the heat and the temperature of the pipes, is simulated.

Keywords: mathematical model, temperature, heat exchanger.

Вступ

Математична модель повинна адекватно відображати сутність явищ, що протікають в об'єкті моделювання, і з допомогою певного алгоритму дозволяти прогнозувати поведінку об'єкта при зміні вхідних і керуючих параметрів. Повна математична модель включає в себе статичну і динамічну моделі, які відображають поведінку об'єкта в статиці і динаміці.

Метою роботи є розроблення динамічної моделі кожухотрубного теплообмінника, яка представляє собою опис об'єкта з допомогою системи диференційних рівнянь і передавальних функцій.

Результати дослідження

Теплообмінник є об'єктом з розподіленими параметрами. Це означає, що значення величини, яку потрібно регулювати (температура) в різних точках об'єкта буде різним. Тому такі об'єкти описуються диференційними рівняннями в часткових похідних.

Для спрощення його математичного опису при виведенні рівнянь динаміки приймемо ряд допущень:

– кількість теплоти, яка проходить в напрямку потоку як в теплоносіях, так і в стінці труби не враховується;

– використовуються середні значення температур за перерізом труб і зміна температури розглядається тільки в напрямку потоку;

– такі параметри як теплоємність, густина і коефіцієнти тепловіддачі вважаються постійними.

– механічною енергією в порівнянні з тепловою і втратами теплоти в навколишнє середовище знехтуємо.

Схематично теплообмінник показаний на рис.1.

Розглянемо елементарний об’єм теплоносія між перерізами 1 і 2. В момент часу t кількість теплоти в елементі об’єму $F_{мт}dx$ рівна $F_{мт}\cdot\rho_1\cdot c_1\cdot\theta_1\cdot dx$, де $F_{мт}$ – живий переріз міжтрубного простору; ρ_1 – густина теплоносія; c_1 – теплоємність теплоносія; θ_1 – температура теплоносія; dx – відстань між перерізами 1 і 2.

Теплота, накопичена за проміжок часу dt в елементі $F_{мт}dx$

$$\frac{\partial(\rho_1 c_1 \theta_1)}{\partial t} F_{мт} dx dt. \qquad (1)$$

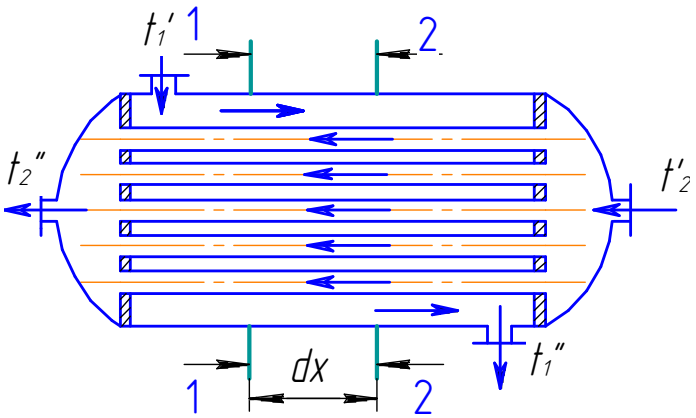


Рис. 1 – Кожухотрубний теплообмінник з протитоковою течією

Потік теплоти, що проходить через переріз 1 за проміжок часу dt

$$dQ_1 = \rho_1 \cdot c_1 \cdot \theta_1 \cdot w_1 \cdot F_{мт} \cdot dt, \tag{2}$$

де w_1 – швидкість руху теплоносія.

Внаслідок переміщення теплоносія результуючий приріст теплоти в елементі dx за проміжок часу dt складе

$$dQ_2 = \frac{\partial(\rho_1 c_1 \theta_1 w_1)}{\partial x} F_{мт} dx dt, \tag{3}$$

Притік теплоти в нагріваний теплоносій від грійного теплоносія внаслідок теплопередачі через стінку довжиною dx за час dt визначають, виходячи з закону теплопередачі. Це приріст рівний $QF_{тр}dxdt$, де Q – потік тепла в одиниці об'єму, $F_{тр}$ – площа бічної поверхні труб в одиниці об'єму .

Використовуючи закон збереження енергії, отримаємо рівняння теплового балансу

$$\frac{\partial(\rho_1 c_1 \theta_1)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho_1 c_1 \theta_1 w_1)}{\partial x} + Q = 0. \tag{4}$$

Вважаючи, що ρ_1, c_1 і w_1 є константами і враховуючи те, що теплота передається від середовища до труб, можна записати рівняння для потоку в міжтрубному просторі

$$\frac{d\theta_1}{dt} + \frac{G_1}{F_{зн} \cdot \rho_1} \cdot \frac{d\theta_1}{dx} = \frac{\alpha_1 \cdot d_2}{F_{зн} \cdot \rho_1 \cdot c_1} (\theta_1 - \theta_{ст}), \tag{5}$$

де G_1 – витрата грійного теплоносія, кг/с;

ρ_1, c_1 – густина і масова теплоємність грійного теплоносія, кДж/(кг·К);

$F_{зн}$ – площа перерізу міжтрубного простору, м^2;

d_2 – зовнішній діаметр труби, м;

θ_1 – температура грійного теплоносія;

x – довжина труби, м;

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до грійного теплоносія, Вт/(м^2·К).

Введемо позначення

$$C_1 = \frac{G_1}{F_{зн} \cdot \rho_1}, \quad C_2 = \frac{\alpha_1 \cdot d_2}{F_{зн} \cdot \rho_1 \cdot c_1}. \tag{6}$$

Тоді

$$\frac{d\theta_1}{dt} + C_1 \cdot \frac{d\theta_1}{dx} = C_2 \cdot (\theta_1 - \theta_{ст}). \tag{7}$$

Рівняння для стінки труби

$$\frac{d\theta_{ст}}{dt} = \frac{\alpha_1 \cdot d_2 \cdot \pi}{K} (\theta_1 - \theta_{ст}) - \frac{\alpha_2 \cdot \pi \cdot d_1}{K} (\theta_{ст} - \theta_2), \tag{8}$$

де $K = \pi \cdot d_1 \cdot \delta \cdot \rho_{ст} \cdot c_{ст}$;

δ – товщина стінки труби, м;

$\rho_{ст}$, $c_{ст}$ – густина і масова теплоємність матеріалу стінки труби, кДж/(кг·К);

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до нагріваного теплоносія, Вт/(м^2·К)

d_1 – внутрішній діаметр труби, м;

θ_2 – температура нагріваного теплоносія, °С.

Введемо позначення

$$C_3 = \frac{\alpha_1 \cdot \pi \cdot d_2}{K},\ C_4 = \frac{\alpha_2 \cdot \pi \cdot d_1}{K}\ . \tag{9}$$

Тоді

$$\frac{d\theta_{ст}}{dt} = C_3 \cdot (\theta_1 - \theta_{ст}) - C_4 \cdot (\theta_{ст} - \theta_2). \tag{10}$$

Рівняння для потоку в трубі

$$\frac{d\theta_2}{dt} + \frac{G_2}{F_{вн} \cdot \rho_2} \cdot \frac{d\theta_2}{dx} = \frac{\alpha_2 \cdot d_1}{F_{вн} \cdot \rho_2 \cdot c_2}(\theta_{ст} - \theta_2), \tag{11}$$

де G_2 – витрата нагріваного теплоносія, кг/с;

ρ_2, c_2 – густина і масова теплоємність нагріваного теплоносія, кДж/(кг·К);

$F_{вн}$ – живий переріз труб, м^2.

Введемо позначення

$$C_5 = \frac{G_2}{F_{вн} \cdot \rho_2},\ C_6 = \frac{\alpha_2 \cdot d_1}{F_{вн} \cdot \rho_2 \cdot c_2}\ . \tag{12}$$

Тоді

$$\frac{d\theta_2}{dt} + C_5 \cdot \frac{d\theta_2}{dx} = C_6 \cdot (\theta_{ст} - \theta_2). \tag{13}$$

Рівнянням динаміки є залежність вихідної температури нагріваного теплоносія θ_2 від температури грійного теплоносія θ_1 і температури стінок труб $\theta_{ст}$.

$$\frac{d\theta_2}{dt} + C_5 \cdot \frac{d\theta_2}{dx} = C_7 \cdot \frac{d\theta_1}{dt} + C_8 \cdot \frac{d\theta_1}{dx} + C_9 \cdot \frac{d\theta_{ст}}{dt}, \tag{14}$$

де $C_7 = \frac{F_{зн} \cdot \rho_1 \cdot c_1}{F_{вн} \cdot \rho_2 \cdot c_2 \cdot \pi}$; $C_8 = \frac{G_1 \cdot c_1}{F_{вн} \cdot \rho_2 \cdot c_2 \cdot \pi}$; $C_9 = \frac{d_1 \cdot \delta \cdot \rho_{ст} \cdot c_{ст}}{F_{вн} \cdot \rho_2 \cdot c_2}$.

Висновки

Використання даної математичної моделі дозволяє виконати дослідження впливу температури, витрати теплоносіїв і розмірів апарату на процес теплопередачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем / В. П. Тарасик. – Минск : Издательство «Дизайн ПРО», 2004. – 640 с.

2. Кафаров В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. – М. : Высш. шк., 1991. – 400 с.

3. Маньковский О. Н. и др. Теплообменная аппаратура химических производств. Инженерные методы расчёта / Под ред. П. Г. Романкова и М. И. Курочкиной – Л. : Химия, 1976. – 368с.

Співак Олександр Юрійович — науковий керівник, канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:spivak000@gmail.com.

Мазур Володимир Іванович — студент групи ТЕ-19м(зв), факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Савенко Олександо Анатолійович — студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Штуй Олександр Ігорович — студент групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Spivak Olexandr Y. — scientific supervisor, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:spivak000@gmail.com.

Mazur Volodymyr I. — student of group TE-19m(zv), department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Savenko Olexandr A. — student of group TE-19m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Shtyi Olexandr I. — student of group TE-19m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УДК 681.12

С. Й. Ткаченко
О. В. Власенко

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОСНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ В ЦИЛІНДРИЧНОМУ ОБ'ЄМІ РІДИННОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено залежність $\varepsilon_к = \lambda_{ек}/\lambda$ в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – органічне середовище в циліндричному об'ємі» в умовах нестаціонарних теплових процесів. Експериментальні значення коефіцієнта конвекції $\varepsilon_к$, за умови, коли $Bi_e \to \infty$, розташувалися вище кривої $\varepsilon_к = f(Ra_2)$ розрахованої по наближеним залежностям [1], це очікувано, що в дійсності в наших експериментах, критерій Біо знаходиться в межах $0<Bi_e<\infty$.

Ключові слова: *ефективна теплопровідність, коефіцієнт конвекції, інтенсивність теплообміну, темп нагрівання, нестаціонарний теплообмін.*

Abstract

The dependence $\varepsilon_к = \lambda_{ек}/\lambda$ was investigated in the system "water in a circular volume - a thin cylindrical metal wall - an organic medium in a cylindrical volume" under conditions of non-stationary thermal processes. That experimental values of the convection coefficient $\varepsilon_к$, provided that $Bi_e \to \infty$, are located above the curve $\varepsilon_к = f(Ra_2)$ calculated on approximate dependences [2], it in expected, due to the fact that the Bio criterion is in the limit $0<Bi_e<\infty$, in our experimental.

Key words*: effective thermal conductivity, convection coefficient, heat exchange intensity, heating rate, non-stationary heat exchange.*

Вступ

В [1] розглядається циркуляція рідин при різних товщинах δ вертикального каналу, в якому тепло передається від стінки до стінки. Якщо товщина досить велика, то вхідний та вихідний потоки рухаються без перешкод, а мають такий же характер, як і вздовж вертикальної поверхні в необмеженому просторі. Якщо товщина δ мала, то внаслідок взаємних перешкод всередині виникають циркуляційні контури.

Для простішого вивчення складної системи теплообміну вводиться термін еквівалентного коефіцієнта теплопровідності $\lambda_e = Q\delta/F\Delta t$ [1]. В наших дослідженнях тепло підводиться до циліндричного об'єму рідини, де воно акумулюється.

Мета роботи: визначення ефективного коефіцієнта теплопровідності і коефіцієнта конвекції в циліндричному об'ємі заповненому рідинним середовищем.

Результати дослідження

Вирішення задачі нестаціонарної теплопровідності ставить за мету знаходження залежності зміни температури і кількості переданої теплоти в часі для будь-якої точки тіла. Такі залежності можуть бути отримані рішенням диференціального рівняння теплопровідності. Аналітична теорія ставить собі за мету отримання спільного рішення задачі. Такі рішення виходять досить складними навіть для тіл простої форми: пластини, циліндра і кулі [2, 3].

Теплообмін в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – органічне середовище в циліндричному об'ємі» описаний в [4]. Експериментальна установка представляє інтерес для оцінки інтенсивності теплообміну в складних рідинних середовищах з обмеженою інформацією по теплофізичним властивостям.

Під час експерименту використовується термін – серія досліду, під його визначенням розуміється наступне: в циліндричну металеву ємність наливається дослідне середовище з певною температурою; в експериментальну установку в кільцевий об'єм – гаряча вода з температурою 80-90°С. Внутрішня ємність поміщається в експериментальну установку, накривається ізольованою кришкою. Серія дослідів закінчується, коли температура гарячого і холодного теплоносіїв відрізняється не більше ніж на 5ºС. За час проведення однієї серії досліду фіксується 80-100 вимірювань температур. Для обробки

експерименту беруться вимірювання кожні 100с. Так як температура з експериментального стенду автоматично вводиться в комп'ютер, є можливість варіювати кількістю точок в серії дослідів. Крива будується по точкам однієї серії дослідів.

Досліджуються такі рідини: вода, рафінована соняшникова олія, сироватка, молоко, цукровий розчин з концентрацією 50%, за умов вільної конвекції в обмеженому об'ємі з розмірами циліндричної ємності: висота h = 0,115 м, діаметр d = 0,1 м.

За умов експерименту (вільна конвекція) критерій Релея приймав значення Ra = $5{,}81\cdot10^{7}$-$1{,}23\cdot10^{9}$, температура грійного теплоносія – t_{1c} = 67-83ºС, температура нагріваного теплоносія – t_{2c} = 32-62,2ºС, питомий тепловий потік – q = 2,4-13,4 кВт/м^2, коефіцієнт кінематичної в'язкості рідинного середовища – ν = $0{,}478\cdot10^{-6}$-$26\cdot10^{-6}$ (м^2/с), густина – ρ = 885-1390,8 (кг/м^3), коефіцієнт теплоємності – с = 1995-4183 (Дж/кг·К).

В [1] складний процес розглядається, як елементарне явище теплопровідності, в якому тепло передається від стінки до стінки через рідину, відбувається стаціонарний процес теплопровідності. В наших дослідах розглядається теплопередача від стінки до рідини в циліндричному об'ємі рідини з накопиченням теплової енергії.

Ефективний коефіцієнт теплопровідності за формулою наведено в [2], за умов коли критерій $Bi_e \to \infty$, Вт/(м·К)

$$\lambda_e = \rho \cdot c\ k \cdot m, \qquad (1)$$

де $Bi_e = \alpha \cdot l / \lambda_e$ – критерій Біо,
α – коефіцієнт тепловіддачі від рідини до стінки,
ρ – густина рідинного середовища, кг/м^3,
с – коефіцієнт теплоємності рідинного середовища, кДж/(кг·К),
К – коефіцієнт форми , м^2,
m – темп охолодження (нагрівання) рідинного середовища.

Безрозмірна величину $\varepsilon_к = \lambda_e / \lambda_м$, яка називається коефіцієнтом конвекції [1], представлена в залежності від критерія Релея на рис.1.

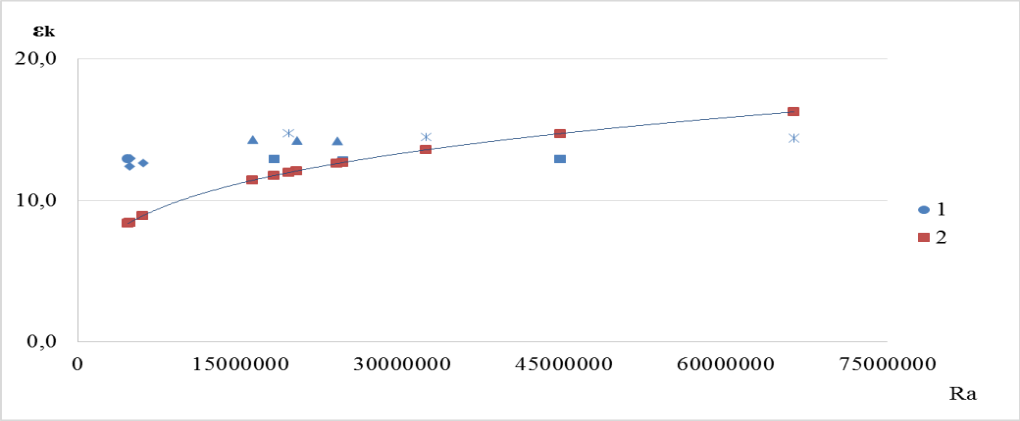


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта конвекції $\varepsilon_к$ Ra: 1 – дослідні середовища за методом наведеним в [2]; 2 – дослідні середовища за наближеною залежністю.

Коефіцієнт конвекції за наближеною залежністю [1]

$$\varepsilon_к = 0{,}18 \cdot Ra^{0{,}25} \qquad (2)$$

де Ra – безрозмірне число Релея.

Експериментальні результати оброблені із застосуванням залежності (1) розташовуються на рис.1 вище кривої побудованої з використанням залежності (2). Цей результат очікуваний, оскільки умови нашого експерименту відповідають $0<Bi_e<\infty$.

Висновки

Досліджена залежність $\varepsilon_к$ = f(Ra) в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – органічне середовище в циліндричному об'ємі» в умовах нестаціонарних теплових процесів. Отримані дані дають можливість більш широкого вивчення механізму теплообміну в рідинних середовищах та дозволяють вдосконалити методику проведення і обробку результатів. Експериментальні значення коефіцієнта конвекції $\varepsilon_{к,}$ за умови, коли $Bi_e \to \infty$, розташувалися вище кривої $\varepsilon_к$ = f(Ra) розрахованої по наближеній залежності (2), за рахунок, що в дійсності критерій Біо знаходиться в межах $0<Bi_e<\infty$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михеев М. А. Основы теплопередачи. Изд. 2–е, стереотип / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – М. : «Энергия», 1977. – 344 с.
2. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – Москва : 1954. – 408 с.
3. Ткаченко С.Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів : монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 148 с.
4. Ткаченко С. Й. Дослідження темпу нагрівання гетерогенного рідкого середовища / С. Й. Ткаченко, О. В. Власенко. – Науково-технічний журнал «Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві» – 2019. – №1. – 127 – 133 с.
5. Календар'ян В.О. Методи дослідження процесів теплообміну. Експериментальні методи / В. О. Календар'ян. – Навчальний посібник. Частина 2. – Одеса: ОДАХ, 2006. – 75 с.
6. Ткаченко С.Й. Еквівалентна теплопровідність в циліндричному об'ємі / С. Й. Ткаченко, Д. І. Денесяк, К. О. Іщенко – Науково-технічний журнал «Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві» – 2018. – №1. – 106 – 110 с.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Власенко Ольга Володимирівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olgakytsak7@gmail.com.

Науковий керівник: ***Ткаченко Станіслав Йосипович*** – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Tkachenko Stanislav Yosypovych - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com.

Vlasenko Olga Vladimirovna – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgakytsak7@gmail.com.

Scientific supervisor: ***Tkachenko Stanislav Yosypovych*** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com.

УДК 536.24

Резидент Н. В.

НЕСТАЦІОНАРНИЙ ТЕПЛООБМІН В ОБМЕЖЕНОМУ ОБ'ЄМІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Показано застосування методів регулярного теплового режиму для визначення еквівалентних коефіцієнтів теплопровідності багатокомпонентних багатофазних середовищ та інтенсивності теплообміну в сумішах з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості

Ключові слова: регулярний тепловий режим, теплообмін в багатокомпонентних багатофазних середовищах, еквівалентний коефіцієнт теплопровідності

Abstract

The application of the regular thermal regime methods for determination of equivalent thermal conductivity coefficients of multicomponent multiphase media and the intensity of heat transfer in mixtures with limited information on thermophysical properties is shown

Key words: regular thermal mode, heat-exchange in multicomponent multiphase environments, equivalent coefficient of thermal conductivity

Вступ

Авторами [1-3] запропоновано експериментально-розрахунковий метод (ЕРМ) визначення інтенсивності теплообміну в сумішах з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості, який включає базовий експеримент на портативній установці та алгоритм розрахунку з використанням структуризованих критеріальних рівнянь. Достовірність визначення експериментальних коефіцієнтів тепловіддачі залежить від правильного вибору механізму теплообміну та структури критеріального рівняння для портативної установки.

Дана робота ставить за мету підвищити достовірність експериментальних результатів за ЕРМ шляхом застосування методів нестаціонарного теплообміну для визначення інтенсивності теплообміну в сумішах з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості та визначення еквівалентних коефіцієнтів теплопровідності багатокомпонентних багатофазних середовищ в реальних технологічних процесах.

Основна частина

В ЕРМ за базовий режим взято вільну конвекцію рідини біля вертикальної стінки. За умов вільної конвекції зазвичай розрізняють два види процесу – в обмеженому та необмеженому просторі. Різниця між двома такими видами виникає внаслідок віддалення поверхонь, які нагріваються та охолоджуються одна від одної. Якщо дві поверхні знаходяться на значній відстані, а процеси нагрівання і охолодження не впливають один на одного, то розглядають вільну конвекцію в необмеженому просторі. Якщо ж дві поверхні розміщені достатньо близько і процеси нагрівання і охолодження впливають один на одного, то такий вид процесу називають конвекцією в обмеженому просторі [4-6].

В обмеженому просторі явища нагрівання і охолодження рідини відбуваються близько один біля одного і розділити їх неможливо [4]. Через наявність обмеженості простору і висхідних та низхідних потоків ускладнюється рух рідини. Вплив також здійснюють розміри тіла, вид рідини та інтенсивність теплообміну. Наприклад, у вертикальних каналах і щілинах циркуляція висхідних і низхідних потоків рідини може відбуватися без взаємних перешкод (рис. 1а) та з внутрішніми циркуляційними контурами, якщо товщина щілини δ достатньо мала (рис. 1б). В горизонтальних плоских щілинах, циліндричних щілинах, щілинах форми кулі (рис. 1в) наявність циркуляції та її характер залежить від товщини δ і від взаємного розташування нагрітої t_{c1} та холодної поверхонь t_{c2}.

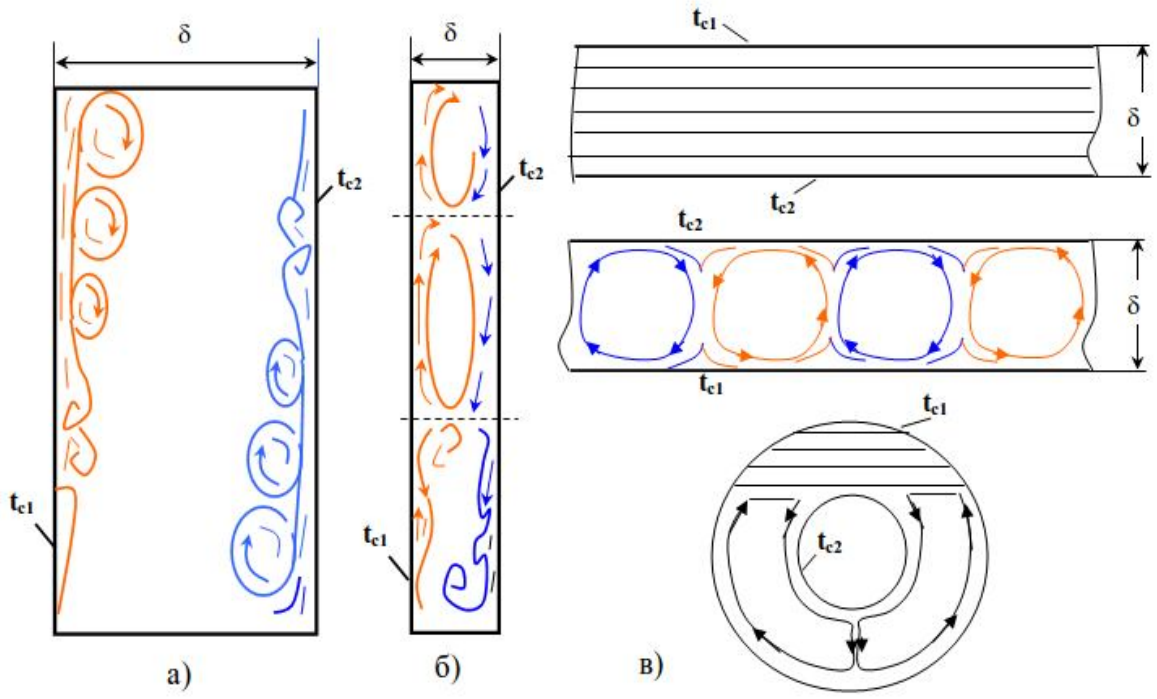


Рис. 1 Циркуляція потоків в обмеженому об’ємі

Відомо, що такий складний процес розглядають як явище теплопровідності, а розрахунки здійснюють через еквівалентний коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{екв}$

$$\lambda_{екв} = \frac{Q \cdot \delta}{F \cdot \Delta t}, \qquad (1)$$

де $\Delta t = t_{c1} - t_{c2}$ – різниця температур, °С;

Q – тепловий потік, Вт

F – площа поверхні теплообміну, м^2.

Для визначення інтенсивності теплообміну в обмеженому об’ємі для стаціонарного режиму теплообміну запропоноване рівняння виду [1]

$$\frac{\lambda_{екв}}{\lambda} = C \cdot \left(Gr \cdot \mathrm{Pr}\right)^n, \qquad (2)$$

де Pr, Gr – критерії Прандтля і Грасгофа відповідно;

C, n – константи критеріального рівняння;

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К).

На рис. 2 показані внутрішній циліндричний об’єм і циркуляція потоків в експериментальній установці для визначення інтенсивності теплообміну в сумішах з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості, в якій експеримент відбувається за нестаціонарних умов теплообміну. Для такого характеру руху в обмеженому об’ємі авторами запропонований метод визначення коефіцієнтів тепловіддачі α на основі теорії регулярного теплового режиму [7 – 9].

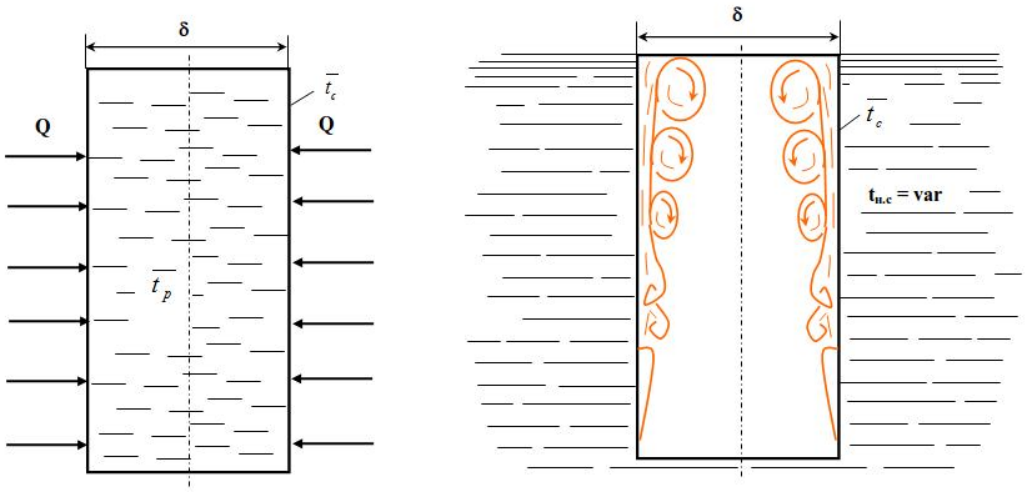


Рис. 2 Внутрішній циліндричний об’єм експериментальної установки

Теплообмін у внутрішньому циліндричному об’ємі експериментальної установки за нестаціонарних умов теплообміну описується відомим рівнянням теплопровідності в безрозмірних координатах

$$\frac{\partial\theta}{\partial Fo}=\nabla^2\theta, \tag{3}$$

де $Fo=\frac{a\tau}{\ell^2}$ – критерій Фур’є; а – коефіцієнт температуропровідності, м^2/с; τ – час, с; ℓ – визначальний геометричний розмір, м; θ – безрозмірна температура.

Еквівалентний коефіцієнт теплопровідності за нестаціонарних умов теплообміну визначається з рівняння

$$\lambda_{екв}=\alpha\ell\left\{\frac{n}{2}\pm\sqrt{\left(\frac{n}{2}\right)^2-\left(1-\frac{1}{\psi^2}\right)}\right\}^{-1}, \tag{4}$$

де n – константа для пластини, циліндра та кулі відповідно дорівнює 1,633; 1,414; 1,265;

ℓ – визначальний геометричний розмір, м;

α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м^2·К).

Рівняння (4) застосовується в межах чисел Біо $0<Bi_{екв}=\frac{\alpha\cdot\ell}{\lambda_{екв}}<\infty$, дає достатню точність, якщо $Bi_{екв}$ < 15 і застосовується для визначення коефіцієнтів теплопровідності твердого тіла у формі циліндра.

Відношення середньої по поверхні надлишкової температури до середньої по об’єму надлишкової температури тіла ψ [10]

$$\psi=\left(1+nBi_{екв}+Bi_{екв}^2\right)^{-0,5}. \tag{5}$$

Авторами застосовані рівняння (4) і (5) для системи «вода в кільцевому об’ємі – тонка металева стінка – багатокомпонентне багатофазне середовище в циліндричному об’ємі», оскільки встановлено, що на дослідному проміжку витримується співвідношення для логарифму надлишкової температури $ln(\vartheta)=f(\tau)$, яке характерне для регулярного теплового режиму у твердих тілах різної форми [8].

За рівняннями (1), (2), (4) та (5) здійснено обробку дослідних даних. На основі результатів досліджень виявлено, що в елементах експериментальної установки теплообмін відбувається за нестаціонарних умов, але структура критеріального рівняння відповідає структурі для стаціонарному режиму теплообміну, тобто

$$\frac{\lambda_{екв}}{\lambda}=C\cdot\left(Gr\cdot\mathrm{Pr}\right)^n,$$

де константа C і показник степеня n одного порядку із відомими в літературі [4]. З останнього співвідношення визначається комплекс фізичних властивостей, згідно винаходів [3, 11, 12] коефіцієнт теплопровідності багатокомпонентного багатофазного середовища λ. Інші теплофізичні властивості визначаються за існуючими методами та приладами.

Висновки

Запропонована авторами методика проведення експериментальних досліджень дозволила виявити існування регулярного теплового режиму в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка металева стінка – багатокомпонентне багатофазне середовище в циліндричному об'ємі».

Застосування методів на основі теорії регулярного теплового режиму дає можливість визначати еквівалентні коефіцієнти теплопровідності багатокомпонентних багатофазних середовищ, інтенсивність теплообміну в сумішах з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості та підвищити достовірність ЕРМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С.Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів: монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 124 с.
2. Ткаченко С. Й. Теплообмін в системах біоконверсії / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 124 с.
3. Патент України на винахід № 97021, (51) МПК (2006.01) G01N 25/18. Спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі за умов конвективного теплообміну органічної суміші / Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В., Резидент Н. В; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет. – № a201005661; заявл. 11.05.2010; опубл. 26.05.2011, Бюл. № 2.
4. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев.– М.: Энергоатомиздат, 1977 – 344 с.
5. Исаченко В. П. Теплопередача. / Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел С. А. – М.: Высшая школа, 1969. – 440 с.
6. Лыков А. В. Тепломассообмен. Справочник / А. В. Лыков. – М.: «Энергия», 1971. – 560 с.
7. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408 с.
8. Ткаченко С. Й. Експериментальне дослідження нестаціонарного теплообміну в суміші / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент, Д.І. Денесяк // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2018. – № 1. – Режим доступу: https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/562.
9. Ткаченко С. Й. Резидент Н. В. Методи визначення коефіцієнтів тепловіддачі в нестаціонарних режимах теплообміну Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6105/5094
10. Осипова В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В. А. Осипова – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
11. Патент України на винахід № 105399, (51) МПК (2006.01) G01N 25/18. Спосіб визначення коефіцієнта тепловіддачі за умов конвективного теплообміну органічної суміші / Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В., Дишлюк С. В.; заявник і власник патенту Вінницький національний технічний університет. — № a 2012 04878; заявл. 18.04.2012; опубл. 25.05.2014, Бюл. № 9.
12. Ткаченко С. И. Исследование процессов теплообмена в реонестабильных смесях органичсекого происхождения / С. И. Ткаченко, Н. В. Пишенина, Т. Ю. Румянцева //Инженерно-физический журнал. – Издательство Национальной академии наук Беларуси. Институт тепло- и масообмена им. А. В. Лыкова., 2014. - Том 87, № 3. - С. 700 - 707.

Резидент Наталія Володимирівна – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rezidentnv1@ukr.net

Nataliya Rezydent – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rezidentnv1@ukr.net

УДК 628.87

Н.Д. Степанова
Я.С. Горовенко

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ З ПРИМІЩЕННЯМИ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено порівняння особливостей систем теплохолодопостачання з використанням котлів на різних видах палива та різних холодильних машин. Проведено порівняння показників роботи різних джерел теплоти та холоду для системи теплохолодопостачання.

Ключові слова

Кондиціювання повітря, холодопостачання, холодильна машина, теплопостачання, котел, природний газ, дрова, пелети.

Abstract

Comparison of features of the systems of supply of warmth and cold is resulted with the use of caldrons on the different types of fuel and different refrigeration machines. Comparison of indexes of work of different sources of warmth and cold is conducted for the system of supply of warmth and cold.

Keywords

Climatization, supply of cold, refrigeration machine, supply of warmth, caldron, natural gas, firewoods, peleti.

Робота сучасних підприємств та громадських організацій неможлива без створення у приміщеннях строго заданої температури, вологості і швидкості руху повітря. Системи кондиціювання повітря створює оптимальні умови для самопочуття людини і сприяє значному зростанню продуктивності праці [1]. Невід'ємною частиною системи кондиціювання є підсистема охолодження повітря.

Сучасні системи кондиціювання повітря можна поділити на дві групи: автономні та неавтономні. До перших відносять так звані спліт-системи. До неавтономних систем відносять центральні кондиціонери, в яких в якості джерела холоду в системі охолодження повітря виступає холодильна машина. Широко використовуються парокомпресійні та абсорбційні холодильні машини [2].

Мета роботи – вибір оптимальної системи теплохолодопостачання житлової будівлі з приміщеннями громадського призначення.

Для аналізу була прийнята житлова будівля з приміщеннями громадського призначення у м. Бердичів. Розрахункова потужність системи холодопостачання 39 кВт, розрахункова потужність системи опалення210 кВт, теплова потужність системи вентиляції 35 кВт, потужність системи гарячого водопостачання 183,2 кВт.

Розглядаючи систему теплопостачання, а саме джерело виробництва теплоти, нами розроблена математична модель техніко-економічного розрахунку, за допомогою якої виконано порівняння кількох видів палива в якості джерел теплоти. До уваги прийняті такі палива : природний газ, дрова та деревні пелети. В результаті розрахунків встановлено, що затрати коштів лише на паливо при спалюванні дров на 27,4 % менше ніж при спалюванні газу, а при спалюванні пеллети – на 49,3 % менше. Результати розрахунку собівартості відпущеної теплоти представлено на рис. 1.

Для забезпечення холодом систем вентиляції та кондиціювання повітря нами проведено аналіз роботи таких холодильних машин: парокомпресійних типу "повітря-вода", типу "вода-вода" та абсорбційної. Відповідно до необхідної потужності холоду підібрані відповідні марки і типорозміри холодильних машин: AQUACIAT ILDH 150V, DynaCIAT ILG 200V та Robur RTYF 180-119.

Враховуючи кліматичні дані м. Бердичів, використовуючи залежності, наведені у [3], встановлено, що система холодопостачання протягом теплого періоду року повинна виробити 187,012 ГДж холоду, при цьому технічні показники системи холодопостачання наведені в таблиці 1.

Враховуючи показники наведені у табл. 1, нами визначено, що витрати лише на енергоносії, які необхідні для роботи системи холодопостачання у варіанті 2 на 6,2 ; вище ніж у варіанті 1, а у варіанті 3 – на 55,3 % вище ніж варіанті 1.

Таблиця 1 – Технічні показники систем холодопостачання

Схема холодопостачання з холодильними машинами	Споживання електроенергії, кВт·год	Споживання природного газу, м^3
Варіант 1 – AQUACIAT ILDH 150V	13386,8	-
Варіант 2– DynaCiat ILG 200V з грунтовими теплообмінниками	14215,8	-
Варіант 3 – Robur RTYF 180-119	2403,9	3625,11

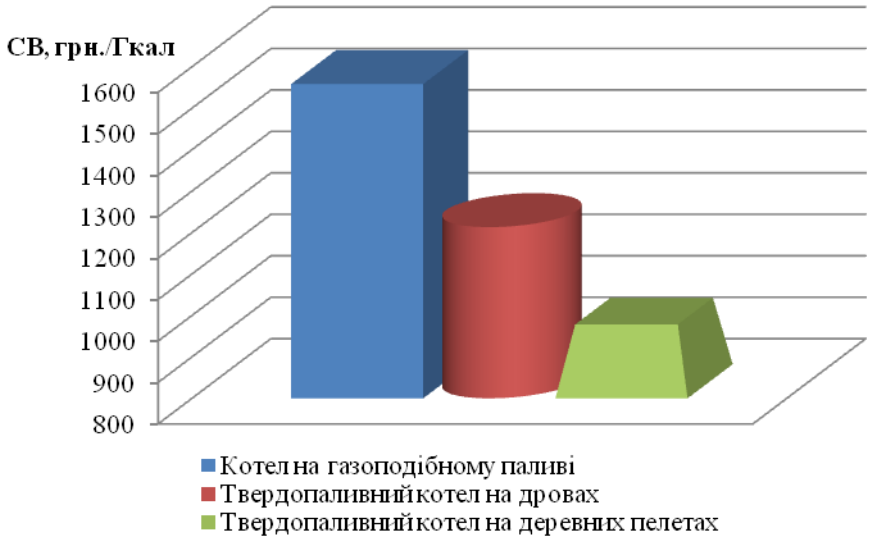


Рисунок 1 – Собівартість виробництва теплоти підсистемою теплопостачання

Особливістю роботи холодильних машин DynaCiat є можливість їх встановлення в неопалювальному приміщенні, але необхідність наявнлості у схемі виносного конденсатора, або іншого охолоджувача. Тому для розгляду прийнято два варіанти схемного рішення з таким типом машин влаштування грунтових теплообмінників в якості охолодників.

Варіант 2 має більший холодильний коефіцієнт (ε = 5,4), але необхідність влаштування грунтових теплообмінників призводить до додаткового використання земельних ресурсів. До переваг варіанту 2 можна віднести можливість отримання 67 кВт теплоти у зимовий період, що може частково покрити практично третину теплового навантаження опалення будівлі.

Аналізуючи наведену вище інформацію можна зробити висновки, що найбільш економічно доцільний варіант системи холодопостачання є варіант із холодильною машиною системи “повітря-вода” AQUACIAT 150 V, хоча така холодильна машина має менший холодильний коефіцієнт (ε = 3), тобто має більшу встановлену електричну потужність, а для потреб теплопостачання обираємо варіант твердопаливного котла на деревних пелетах. Техніко-економічні та екологічні показники роботи такої комплексної системи теплохолодопостачання було визначено у роботі [4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белова Е. М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. М.: Евроклимат. – 2003. – 400 с.

2. Степанов Д. В. Холодильна техніка та технологія : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова. –Вінниця: ВНТУ, 2008. –94 с.

3. Степанова Н. Д. Теплові мережі : навчальний посібник / Н.Д.Степанова, Д. В.Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2009.–135 с.

4. Степанова Н. Д. Комбінування традиційних та альтернативних джерел енергії в системі теплохолодопостачання житлового будинку з вбудованими приміщеннями іншого призначення / Н. Д. Степанова, Я. С. Горовенко, П. І. Муслімов // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві – 2018". – 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/view/6114 .

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua .

Горовенко Яна Сергіївна, студентка групи ТЕ-19м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com .

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail*:* Stepanovand@i.ua

Gorovenko Yana S., student of TE-19m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com .

УДК 66.047

І. В. Фіник
О. Ю. Співак

ОСОБЛИВОСТІ СУШІННЯ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В КОЛОНКОВИХ СУШАРКАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дослідження особливостей будови і функціонування та експлуатаційних показників призначення колонкових сушарок.

***Ключові слова**: колонкова зерносушарка; особливість конструкції; сушильна камера та зерновий модуль; технологічні режими; режим та продуктивність сушіння; витрати енергоносія.*

Abstract

The study of structural features and operation and performance indicators for the design of modular dryers.

***Key words:** modular dryer; design feature; drying chamber and grain module; technological regimes; drying mode and performance; energy costs.*

Вступ

На сьогоднішній день для сушіння зерна найчастіше застосовують шахтні та колонкові (їх ще називають модульними) сушарки. Між собою вони різняться конструкцією та принципом дії. Колонкові зерносушарки дешевші у виготовленні від сушарок шахтного типу [1]. Визначальними факторами у підборі модульної зерносушарки, які впливають на вибір споживачів, є показники продуктивності сушарки, її енерговитратність, надійність, довговічність роботи і ціна [2-6].

Сушіння є одним із найважливіших етапів післязбиральної обробки зерна та підготовки його до зберігання. Важливо не лише висушити зерно до певної вологості, а й забезпечити такий режим сушіння, за якого б воно не втратило своїх якісних показників. Особливо це стосується посівного матеріалу. Для цього слід забезпечити рівномірне висушування всього обсягу зерна. У сушарках не має бути місць, де температура значно вища за допустиму.

Зерносушіння потребує наявності якісного обладнання, яке зазвичай є найдорожчим елементом комплексу. Помилки, допущені на стадії проектування, виправити вже і пізно, і здебільшого неможливо. Тому обираючи сушарку слід виважено обмірковувати кожен крок.

Результати дослідження

Колонкова сушарка складається із колон, кількість яких залежить від заявленої користувачем бажаної продуктивності агрегату. Принцип роботи таких сушарок досить простий: і ґрунтується він на поперечному подаванні повітря через тонкий шар зерна, що протікає між стінками із двох перфорованих листів (решіт). Зерно надходить у верхню частину сушарки, де міститься шнек, який розподіляє його всією довжиною сушарки та почергово завантажує колони. Тепле повітря виходить у атмосферу разом із вологою та пилом. Можливе виконання сушарки у вигляді круглої вежі з подвійними перфорованими стінками. Тоді заповнення сушарки відбувається під дією гравітації і верхнього шнека немає. Збільшення продуктивності колонкових сушарок досягають завдяки збільшенню площі решіт.

У колонкових сушарках вологе зерно завантажують у надсушильний бункер, обладнаний шнеком. Шнек розрівнює шар зерна і рівномірно розподіляє його за довжиною колонки. У простір між колонками нагнітають агент сушіння. Напірно-розподільна камера розділена горизонтальними перегородками на дві-три частини, у кожну з яких подають агент сушіння чи атмосферне повітря. Обслуговується сушарка осьовими чи відцентровими вентиляторами високого тиску з регульованими

пальниками.

Унаслідок великої площі бічної поверхні, через яку викидаються в атмосферу відпрацьований сушильний агент і повітря, їхня швидкість на виході із сушарки на порядок нижча, ніж у шахтних зерносушарок із коробами, і, відповідно, нижчі запиленість навколишнього середовища, а також засміченість довколишньої території. З цих самих причин у колонкових сушарках є можливість забезпечувати вищий питомий показник подавання сушильного агента (повітря), порівняно із шахтними сушарками з коробами, і отже, забезпечувати потрібну для випаровування вологи витрату теплоти за нижчих температур сушильного агента. Своєю чергою, такі режими сушіння забезпечують високу якість просушеного зерна і знижують пожежонебезпеку сушарок [1].

За результатами багатолітнього використання сушарок різних типів сформовані основні вимоги до зернових сушарок модульного типу:

- висока інтенсивність сушіння зерна і продуктивності при цьому;
- висока рівномірність вологості і якісних характеристик висушеного зерна;
- низький ступінь травмування зерна системами, механізмами та обладнанням сушарки;
- високі техніко-економічні показники питомих витрат палива та електроенергії;
- високий коефіцієнт використання отриманого тепла для сушіння та незначні його непродуктивні втрати;
- ефективне охолодження зерна після сушіння: температура зерна на виході із сушарки не повинна перевищувати температуру атмосферного повітря більше ніж на 10° С;
- можливість застосовувати економічні режими сушіння;
- стабільність виконання технологічного процесу, надійність та безпечність у роботі;
- універсальність за кількістю та видами палива, яке використовується для сушіння зерна;
- наявність автоматизованої системи управління зерносушаркою і контролю вологості зерна;
- автоматизація та оперативне отримання параметрів сушіння і вологості зерна в процесі технологічного процесу;
- відсутність шкідливого впливу на обслугу і навколишнє середовище [2-6].

До переваг колонкових зерносушарок також варто віднести простоту конструкції, низьку металомісткість (оскільки в них застосовано алюмінієві сплави). Завдяки вільному рухові зерна в колонках знижується ймовірність утворення застійних зон.

Отож для сушарок колонкового типу капітальні та експлуатаційні витрати менші. Але для забезпечення великої продуктивності доводиться зводити високі конструкції, що ускладнює монтаж. Також слід зважати, що за сприятливої погоди тепловий агент рівномірно розподілятиметься всією площею сушарки, тож усе зерно сушитиметься добре й рівномірно. Та неважко передбачити, що трапиться за вітряної погоди. Тут уже більше тепла отримуватиме лише одна частина сушарки, з якої виходитиме просушене зерно, водночас як другій частині конструкції температури бракуватиме, через що зерно тут матиме вищий відсоток вологості.

Суттєвим недоліком колонкових сушарок є те, що за сушіння деяких культур виділяється багато зернового пилу, який осідає навколо сушарки і забруднює прилеглу територію, внаслідок чого виникає пожежонебезпечна ситуація. А тоненьке лушпиння, що відокремлюється від кожної зернини у в процесі сушіння (особливо кукурудзи), забиває зовнішні перфоровані листи так, що повітря не може вільно проходити крізь шар зерна і засмічену перфорацію. Це суттєво знижує ефективність сушіння, позаяк сушарку доводиться зупиняти й проводити очисні роботи. Відсутність повернення частини теплової енергії із зони охолодження висушеного зерна та теплоізоляції призводить до того, що сушарки споживають величезну кількість енергоносія на сушіння зерна.

Порівнявши основні показники шахтних та колонкових зерносушарок можна зробити висновок, що завдяки своїм конструктивним особливостям колонкові сушарки мають перевагу над шахтними. Особливо це відчутно під час сушіння дрібнонасінних культур, кукурудзи, а також культур із ніжною оболонкою. Колонкові сушарки також є зручнішими за потреби переходу збирання з однієї культури на іншу, а також за екологічними та економічними показниками сушіння [1].

Висновки

Ринок України наповнений пропозиціями колонкових горизонтальних зерносушарок від провідних компаній світу та вітчизняних підприємств-виробників. У господарських умовах, поряд із зерносушарками інших типів вони знаходять широке та ефективне застосування. В основі всього

цього – проста та оригінальна конструкція, наявність широкого типорозмірному ряду сушарок однієї марки та здатність забезпечити широкий діапазон продуктивності сушіння зерна, технічна та технологічна адаптація до технологічної роботи в тандемі з пальниками, які працюють із використанням електроенергії, дизельного палива, газу та біопалива. Зважаючи на збільшення виробництва зерна в Україні в поточні та майбутні роки запит на колонкові сушарки не призупиниться в найближчі роки [2-6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Редакція Agroexpert, Особливості шахтних та колонкових зерносушарок, випуск № 5 (82) 2015, [https://agroexpert.ua/osoblivosti-sahtnih-ta-kolonkovih-zernosusarok/].

2. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання зернових культур: Посібник, за ред. В.І. Кравчука. – Дослідницьке – УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2011. – 224 с.

3. Кравчук В., Погорілий В., Постельга С. Погоріла В, Занько М. Наукові аспекти сучасних технологій збирання, післязбиральної переробки і зберігання зерна // Журнал «Техніка і технології АПК», - №7 (34) - липень 2012 р, Стор. 15 - 19.

4. Занько М. Дослідження теплогенераторів ТГБ на біопаливі під час обігрівань приміщень та сушінні насіння ріпака // Журнал «Техніка і технології АПК», - №2, 2017, - Стор. 5-8.

5. Бражевский В., Жеребцов Б., Кизуров А. Анализ зерносушилок [http://technology.snauka.ru/2017/04/12978].

6. Сорочинський В.Ф. Снижение затрат при конвективной сушке зерна [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe].

Фінік Ірина Валеріївна *— студент групи ТЕ-18м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Finyk_Ira@i.ua.*

Співак Олександр Юрійович *— науковий керівник, канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.*

Finyk I.V.*— student of group TE-18m, department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : Finyk_Ira@i.ua.*

Spivak O.Y. *— scientific supervisor, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.*

УДК 681.12

С.Й. Ткаченко

Умови соціальної, енерго- і екологоефективної реалізації біогазової технології

Вінницький національний технічний університет, Україна

Анотація

Проаналізовано основні складові ефекти (продукти) біогазової технології: соціально-екологічний, агротехнічний (біодобриво), енергетичний. Сформульовано ексергетичний метод комплексної оцінки ефективності біогазової технології.

Ключові слова: біогаз, ексергія, біогазова установка, енергетичний ефект, еколого-соціальний ефект, ефект використання біодобрив.

Abstract

The main components (products) of biogas technology are analyzed; socio-ecology,agrotechnical (biofertilizer), energy. The exergy method of complex assessment of biogas technology efficiency is formulated.

Key words: biogas,exergy, biogas plant, energy effect, ecological-social effect, biofertilizer use effect.

Вступ

Найбільш комплексно питання широкого використання біогазу розглядається Науково-технічним центром «Біомаса» та біоенергетичною асоціацією (БАУ)[1]. У світі широко зростає виробництво біогазу та поширюється його використання в енергетиці.

Розвиток ринку біогазу в Україні очікувано дозволить замістити 2,6…18 млрд. м3 природного газу на рік, сприятиме посиленню енергетичної безпеки країни, створенню нових робочих місць, економічному розвитку регіонів, дозволить покривати пікові навантаження в електромережі, утилізувати відходи рослинництва, а також деякі відходи харчової промисловості.

Проведені розрахунки по моделі безперервного виробництва біогазу для переробки екскрементів 2000 голів великої рогатою худоби в мезофільних умовах ферментації.

Економічний аналіз показав, що попри прийнятий рівень щодо зниження капітальних витрат, ціна газу в 7…10 разів вище від ціни природного газу, а вартість тепла, одержаного при згоранні біогазу в 12…14 разів більше вартості тепла, одержаного при згоранні природного газу . Зроблено висновок, що виробництво біогазу як альтернативного джерела енергії за даною технологічною схемою є недоцільним. У Радянському Союзі перше підприємство по виробництву біогазу було введено в дію в Тбілісі в 1950 році. З економічного погляду підприємство було нерентабельне і невдовзі було ліквідоване. З практичного погляду цікавість до метаногенезу в СРСР підтримувалася тільки можливістю отримання вітаміну В12 з одержаної біомаси. Наприкінці 50-х років минулого століття потужна установка напівперіодичної дії для переробки тваринницького гною була змонтована і запущена в Запоріжжі (на острові Хортиця). Вона пропрацювала декілька років, але наслідок абсолютної нерентабельності виробництва, неконкурентоспроможності з природним газом, який в необмеженій кількості мала країна, технічної недосконалості, її наприкінці 60-х років XX ст. демонтували .В даних випадках досліджувався лише один ефект біогазової технології – енергетичний [2].

Мета роботи- встановлення умов реалізації потенціалу біогазової технології в реальних умовах.

Основна частина

Біогазові технології належним чином вписуються в доктрину ООН сталого розвитку суспільства. Сучасні технології (виробництва), по можливості, повинні бути зв’язані між собою таким чином, що кінцевий цикл одного з них стає початком другого циклу. Завдяки цьому досягається практично повна безвідходність і інтенсифікація виробництва на достатній відстані від меж динамічної рівноваги екосистеми.

Такий комплексний підхід, з погляду експертів ООН, коли відходи і побічні продукти одного виробництва виступають в якості сировини або напівфабрикатів для другого, зможе повністю вирішити проблему сталого розвитку суспільства.

Біогазові технології у світі знаходять все більше застосування для вирішення еколого-соціальних проблем, проблем вироблення якісних добрив і газоподібного енергоносія.

В зв'язку із складністю визначення названих ефектів співвідношення між трьома названими ефектами встановлюють, в основному, експертними методами.

На даний час в розвинених європейських країнах не стоїть проблема «чи будувати біогазові установку біля тваринницького комплексу?». Кожен тваринницька ферма має мати систему утилізації органічних відходів. Таким чином, еколого-соціальний ефект забезпечується обов'язковістю встановлення системи утилізації органічних відходів .

Нами запропонований раніше для оцінки ефективності БГУ безрозмірний ексергетичний критерій, який являє собою відношення сумарної ексергетичної вартості основних видів продукції і ефектів за певний час: біогазу (біометану), добрив (інші ефекти), від попередження забруднення біосфери – до всіх видів витрат в ексергетичних одиницях

$$E_{\Sigma}^{*}= (E_{ee} \cdot C_{ee} + E_{вв} \cdot C_{вв} + E_{ec} \cdot C_{ec})/\left(\sum_{j=1}^{n} З_{ej} \pm \sum_{j=1}^{n} E_{yj}\right) , \quad (2)$$

де C_{ee}, $C_{вв}$, C_{ec} – відповідно ексергетична вартість одиниці продукції (ефектів) E_{ee} , $E_{вв}$, E_{ec} ;

$\sum_{j=1}^{n} З_{ej}$ – сумарні приведені витрати (капітальні, експлуатаційні тощо), які віднесені до визначеного відрізку часу в ексергетичних одиницях;

$\sum_{j=1}^{n} E_{yj}$ – сумарні витрати (доходи), що у формулі (2) позначено ± за умов утилізації біогазової установки із n елементів, які віднесені до визначеного відрізку часу в ексергетичних одиницях.

Визначивши одну складову E_i , наприклад, ефект від економії палива за рахунок виробленого біогазу і біометану E_1 , і використавши експертну оцінку співвідношень між складовими E_i , тобто

$$E_{ee} : E_{вв} : E_{ec} = a : b : c ,$$

можна орієнтовно оцінити величину ексергетичного критерію – показника відносного сукупного еколого-економічного ефекту процесу біоконверсії.

Для оцінки ексергетичного показника ефективності біоконверсії до уваги було прийнято співвідношення між ефектами: від використання палива E_{ee} ; від вироблення дорив $E_{вв}$; екологічним E_{ec}. Згідно [3] з мінімальним ефектом від попередження забруднення біосфери $E_{ee} : E_{вв} : E_{ec} = 0,27 : 0,72 : 0,003$, з максимальним ефектом від попередження забруднення біосфери $E_{ee} : E_{вв} : E_{ec} = 0,2 : 0,15 : 0,65$.

Висновки

Проаналізовано основні складові ефекти (продукти) біогазової технології: соціально-екологічний, агротехнічний (біодобриво), енергетичний. Запропоновано ексергетичний метод комплексної оцінки ефективності біогазової технології.Встановлені умови реалізації потенціалу біогазової технології .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетуха Г.Г. Перспективи біогазу в Україні. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2013/07/3/383399/
2. Розрахункова модель безперервного виробництва біогазу та її економічний аналіз / Ю. І. Сидоров, О. С. Мельниченко, В. П. Новіков, Р. Я. Влязло // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2004. – № 497 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 65-70.
3. Некрасов В.Г. Оценка экономической эффективности метанового сбраживания навоза // Техника в сельском хозяйстве.- 1988.-№ 6.- С. 27-29.

Ткаченко Станіслів Йосипович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, stahit6937@gmail.com

Tkachenko Stanislav Yosypovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, stahit6937@gmail.com

УДК 658.15

І.І. Булах,
О.В. Шиманська

Аналітичний погляд на систему національної безпеки через призму еколого-економічної безпеки країни

Відокремлений структурний підрозділ Агротехнічний коледж Уманського національного університету садівництва

Анотація

Проведено огляд сучасних парадигм та концепцій системного економіко-екологічного розвитку країн з ринковою економікою, уточнено поняття економіко-екологічної безпеки та її значення у системі національної безпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, економічна безпека, економікоекологічна безпека, національна безпека.

Abstract

The review of modern paradigms and concepts of systemic economic and ecological development of countries with market economy is conducted, the concept of economic and ecological security and its importance in the national security system are specified.

Keywords: environmental security, economic security, economic and environmental security, national security.

Проблема безпеки – одна з глобальних проблем людства, що безпосередньо пов'язана з його виживанням. Їй властивий системний характер, а отже, вона потребує розгляду під кутом зору різних наук (економіки, політики, юриспруденції, воєнної науки тощо) [1, с. 46]. Поняття національної безпеки та її складових постійно змінювалось відповідно до вимог часу.

Розвиток науки і техніки, зумовлений потребами економіки, підвищуючи соціально-економічну безпеку суспільства, водночас призвів до появи небезпеки для здоров'я людини та навколишнього середовища. У створеній техносфері виникла велика потенційна небезпека – техногенні чинники, спільна дія яких еквівалентна дії на людину та середовище її існування природних екологічних чинників. Це відповідно потребує створення державної системи екологічної безпеки, що гарантує захист людини та природи від антропогенних чинників.

Першими усвідомили необхідність внесення суттєвих коректив у концепцію національної безпеки, її орієнтири, стратегію та засоби забезпечення США. Проте, формування нового підходу наштовхнулося на питання теоретичного та практичного характеру [2, с. 6]: – доцільності розширення традиційного трактування поняття національної безпеки; – включення в дестабілізуючі чинники невійськових (екологічних) загроз; – визначення відносного внеску екологічної складової у загальний рівень економічної безпеки.

Формування нової парадигми екологічної безпеки, власне еколого-економічної безпеки, відбулося в рамках становлення загальної концепції сталого розвитку (англ. Sustainable development), яка виходить з необхідності встановлення балансу між задоволенням сучасних потреб людства і захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в безпечному і здоровому довкіллі. Ряд теоретиків і прихильників сталого розвитку вважають його найперспективнішою ідеологією XXI століття і навіть усього третього тисячоліття, яка, з поглибленням наукової обґрунтованості, витіснить усі існуючі світоглядні ідеології, як такі, що є фрагментарними, неспроможними забезпечити збалансований розвиток цивілізації. Сталий розвиток – це керований розвиток, основою якого є системний підхід та сучасні інформаційні технології, що дозволяють дуже швидко моделювати різні варіанти напрямків розвитку, з високою точністю прогнозувати їхні результати та вибрати найбільш оптимальний. Автором інноваційної економічної теорії сталого розвитку, системно висвітленої в монографії «Поза зростанням: економічна теорія сталого розвитку» («англ. Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development»), є провідний дослідник економічних аспектів забруднення довкілля, колишній економіст Світового банку Дейлі Ґерман. Спираючись на визначення Комісії ООН та науковий аналіз, Ґ. Дейлі логічно тлумачить термін «сталий розвиток» як означення гармонійного, збалансованого, безконфліктного прогресу всієї земної цивілізації, груп

країн (регіонів, субрегіонів), а також окремо взятих країн нашої планети за науково обґрунтованими планами (методами системного підходу), коли в процесі неухильного інноваційного інтенсивного (а не екстенсивного) економічного розвитку країн одночасно позитивно вирішується комплекс питань щодо збереження довкілля, ліквідації експлуатації, бідності та дискримінації як кожної окремо взятої людини, так і цілих народів чи груп населення, у тому числі за етнічними, расовими чи статевими ознаками [3, с. 11].

Парадигма сталого розвитку включає в себе вимоги до захисту довкілля, соціальної справедливості та відсутності расової й національної дискримінації. У країнах, де на державному рівні зазначені вимоги ігноруються, в поняття сталого розвитку намагаються вкласти «зручний» зміст. Так, в Україні термін «сталий розвиток» часто вживають для означення лише неухильного зростання економічних показників країни, її регіонів, міст, сіл та окремих галузей економіки. Інколи до цього додають здійснення безсистемних заходів щодо збереження довкілля та поліпшення санітарних умов проживання й праці людей. Таке тлумачення терміна розкритиковане Ґ. Дейлі і є не лише грубою помилкою, але і його профанацією. Концепція сталого розвитку ґрунтується на п'яти головних принципах: 1. Людство дійсно може надати розвитку сталого і довготривалого характеру, для того, щоб він відповідав потребам людей, що живуть зараз, не втрачаючи при цьому можливості майбутнім поколінням задовольняти свої потреби. 2. Обмеження, які існують в галузі експлуатації природних ресурсів, відносні. Вони пов'язані з сучасним рівнем техніки і соціальної організації, а також із здатністю біосфери до самовідновлення. 3. Необхідно задовольнити елементарні потреби всіх людей і всім надати можливість реалізувати свої надії на більш благополучне життя. Без цього сталий і довготривалий розвиток просто неможливий. Однією з головних причин виникнення екологічних та інших катастроф є злидні, які стали у світі звичайним явищем. 4. Необхідно налагодити стан життя тих, хто користується надмірними засобами (грошовими і матеріальними), з екологічними можливостями планети, зокрема відносно використання енергії. 5. Розміри і темпи росту населення повинні бути погоджені з виробничим потенціалом глобальної екосистеми Землі, що змінюється. Економічний підхід до концепції стійкого розвитку заснований на теорії максимального потоку сукупного доходу Хікса-Ліндаля, який може бути зроблений за умови, принаймні, збереження сукупного капіталу, за допомогою якого і здійснюється цей дохід. Ця концепція передбачає оптимальне використання обмежених ресурсів і використання екологічних: природо-, матеріало- і енергозберігальних технологій, включаючи видобуток і переробку сировини, створення екологічно прийнятної продукції, мінімізацію, переробку і знищення відходів. Однак при вирішенні питань про те, який капітал повинен зберігатися (наприклад, фізичний або природний, чи людський капітал) і якою мірою різні види капіталу є взаємозамінними, а також при вартісній оцінці цих активів, особливо екологічних ресурсів, виникають проблеми правильної інтерпретації і розрахунку. Соціальна складова стійкості розвитку орієнтована на людину і спрямована на збереження стабільності соціальних і культурних систем, в тому числі на скорочення кількості руйнівних конфліктів між людьми. Важливим аспектом цього підходу є справедливий розподіл благ. Бажано також збереження культурного капіталу і різноманіття в глобальних масштабах, а також більш повне використання практики стійкого розвитку наявної в недомінуючих культурах. Для досягнення стійкості розвитку, сучасному суспільству доведеться створити більш ефективну систему ухвалення рішень, що враховує історичний досвід і заохочує плюралізм. Важливо досягнення не тільки внутрішньо-, а й міжпоколінної справедливості. У рамках концепції людського розвитку людина є не об'єктом, а суб'єктом розвитку. Спираючись на розширення варіантів вибору людини як головної цінності концепція сталого розвитку передбачає, що людина повинна брати участь у процесах, які формують сферу його життєдіяльності, сприяти прийняттю і реалізації рішень, контролювати їх виконання. З екологічної точки зору, сталий розвиток має забезпечувати цілісність біологічних і фізичних природних систем. Особливе значення має життєздатність екосистем, від яких залежить глобальна стабільність всієї біосфери. Більш того, поняття «природних» систем і ареалів проживання можна розуміти широко, включаючи в них створене людиною середовище, таке як, наприклад, міста. Основна увага приділяється збереженню здібностей до самовідновлення і динамічної адаптації таких систем до змін, а не збереження їх у деякому «ідеальному» статичному стані. Деградація природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища і втрата біологічного розмаїття скорочують здатність екологічних систем до самовідновлення. Узгодження цих різних точок зору та їх переклад на мову конкретних заходів, які є засобами досягнення сталого розвитку, – завдання величезної складності, оскільки всі три елементи сталого розвитку повинні розглядатися збалансовано. Важливі

також і механізми взаємодії цих трьох концепцій. Економічний і соціальний елементи, взаємодіючи один з одним, породжують такі нові завдання, як досягнення справедливості всередині одного покоління (наприклад, щодо розподілу доходів) та надання цілеспрямованої допомоги бідним верствам населення. Механізм взаємодії економічного та екологічного елементів породив нові ідеї щодо вартісної оцінки та інтерналізації (обліку в економічній звітності підприємств) зовнішніх впливів на навколишнє середовище. Нарешті, зв'язок соціального та екологічного елементів викликав інтерес до таких питань як внутрішньопоколінна і міжпоколінна рівність, включаючи дотримання прав майбутніх поколінь, та участі населення в процесі прийняття рішень. Важливим питанням у реалізації концепції сталого розвитку, особливо у зв'язку з тим, що вона часто розглядається як така що еволюціонує – стало виявлення її практичних і вимірюваних індикаторів. У цьому напрямку зараз працюють як міжнародні організації, так і наукові кола. Виходячи з вищевказаної тріади, такі індикатори можуть пов'язувати всі ці три компоненти і відображати екологічні, економічні та соціальні (включаючи психологічні, наприклад, сприйняття сталого розвитку) аспекти. Приклади впровадження концепції: – будівництво доріг, будівель має супроводжуватися відповідним зростанням зелених насаджень, щоб не погіршувати стан довкілля; – зростання виробництва зерна не повинно супроводжуватися виснаженням чи іншим погіршенням якості ґрунту; – видобування корисних копалин (наприклад металевих руд, вугілля) має супроводжуватися створенням підприємств, що не залежать від цього видобутку. Таким чином, щоб після вичерпання майбутні покоління (а часто й поточні) не мали економічних проблем; – у приватному сенсі заробітна плата повинна компенсувати витрати на відновлення здоров'я, погіршене через виконувану роботу; – медичні препарати та хірургічні операції мають не лише вирішувати поточну проблему, але й не призвести до погіршення стану здоров'я пацієнта у майбутньому, часто це включає і здоров'я наступних поколінь; – навчання та використання праці жінок не повинне приводити до відмови від виконання основного обов'язку – народження дітей. Фактично найбільша шкода, яка може бути завдана майбутнім поколінням – це пряме їх знищення. Саме на підґрунті парадигми сталого розвитку можна сформулювати нове визначення поняття «еколого-економічна безпека». Отже, можна визначити еколого-економічну безпеку як стан, при якому навколишнє природне середовище може забезпечити існування суспільства та задоволення його потреб у доволі тривалій перспективі. Це, свого роду, стратегія виживання людства, вектор розвитку, спільна головна мета соціально-економічного розвитку. Теоретичні основи еколого-економічної безпеки повинні стати фундаментом для розбудови оптимальної моделі розвитку, яка б максимально задовольняла всім потребам суспільства та гарантувала б збереження навколишнього природного середовища для існування людства в майбутньому [4, с. 224].

Сьогодні еколого-економічна концепція розвитку претендує на роль стратегічної основи державної політики окремих держав та ідеології всього ЄС. Основною ознакою господарства країн ЄС стає екологізація промислового процесу, можливість досягнення економічного росту та одночасного збереження природи, попередження конфліктів між цими сферами буття людей. Нещодавно стратегія розвитку України покладалась на зростання у застарілих, ресурсно-витратних та екологічно шкідливих галузях важкої промисловості й експорті первинної продукції, що не може забезпечити надійної основи розвитку країни на довгострокову перспективу. Водночас, стратегічним орієнтиром у модернізації країни має стати європейська модель «еко-соціальної ринкової економіки», що нині висувається майже в кожній програмі консервативних, соціалдемократичних і ліберальних партій провідних країн ЄС, і є сучасною європейською реалізацією концепції сталого розвитку. Екосоціальна ринкова економіка і сталий розвиток суспільства ґрунтується на трьох підвалинах – це органічне поєднання економічної ефективності, соціальної справедливості та ресурсно-екологічної збалансованості. Економічне зростання, що відбувається без врахування екологічних чинників, не може бути сталим і тривким в довгостроковій перспективі. Так само неприйнятною є охорона довкілля, що готова нехтувати інтересами людей і приносити в жертву задоволення базових людських потреб (це, на жаль, властиво для багатьох екологічних рухів та партій зелених). Масштабні ж соціальні проекти, яким бракує надійного економічного механізму створення суспільного багатства, як засвідчив історичний досвід побудови комунізму, також зрештою приречені на невдачу. Складовою еко-соціальної ринкової економіки є широке застосування ринкових стимулів та еколого-економічних механізмів у вирішенні проблем природного довкілля, а також обмеження жорсткого адміністративного управління чи регулювання. Реалізація такої моделі вимагає перегляду макроекономічної та секторальної політики з метою «інтерналізації екстерналій» – трансформування

зовнішніх екологічних і соціальних факторів, пов'язаних з виснаженням природних ресурсів і забрудненням довкілля, у внутрішні витрати виробництва та їх інтеграцію у процес ринкового ціноутворення. Ключове значення має реалізація інноваційної еколого-економічної політики, зокрема таких її складових як «торгівля квотами на викиди» та «еко-трудова податкова реформа». Наприклад, фіскальнонейтральна податкова реформа, що спрямована одночасно на створення робочих місць та збереження довкілля, частково переносить базу оподаткування з трудових ресурсів (доходу та фонду заробітної плати) на споживання природних ресурсів та шкідливі викиди і відходи. Така політика стає важливим моментом структурної перебудови і вже розпочалася в індустріально розвинених країнах ЄС, особливо в Німеччині, Данії, Швеції та Нідерландах [5, с. 104].

На основі проведеного огляду сучасних парадигм та концепцій системного розвитку країн з ринковою економікою доцільно надати уточнене поняття економіко-екологічної безпеки. Еколого-економічна безпека – це захищеність життєво важливих інтересів людини, суспільства та держави, за якої забезпечуються своєчасне виявлення, запобігання і нейтралізація реальних та потенційних екологічних загроз антропогенного чи природного характеру на сталий соціально-економічний розвиток країни. У даному розумінні, враховуючи необхідність розбудови екосоціальної ринкової економіки, еколого-економічну безпеку доцільно розглядати як самостійну сферу національної безпеки, що сприятиме реалізації стратегічних цілей євроінтеграції України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Качинський А. Системний аналіз визначення пріоритетів в екологічній безпеці України / А. Качинський. – К., 1995. – 46 с. (Препринт // Національний інститут стратегічних досліджень. – № 42).

2. Писарев В. Экологическая безопасность как компонент национальной безопасности США / В. Писарев // США-ЭПИ. – 1997. – № 6. – С. 5–16.

3. Daly, Herman. 1997. Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. Beacon Press, Boston, Massachusetts. – 264 p.

4. Дубель В. Міжнародне регулювання еколого-економічної безпеки / В. Дубель // Наука молода. – 2008. – № 9. – С. 63–69. 10. Дубель В.М. Теоретичні основи проблеми еколого-економічної безпеки / В. Дубель // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций: региональный аспект: сборник научных трудов. – 2010. – Ч. 1. – С. 223–226.

5. Відповідальна економіка: науково-популярний альманах / Громадська організація «Ініціатива зі сприяння еколого-економічній інтеграції»; С.Р. Рибніков, Н.О. Рибнікова (ред.). – Луганськ: ТОВ «Віртуальна реальність», 2010. – Вип. 2. – 104 с.

Булах Ірина Іванівна, викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист, Відокремлений структурний підрозділ Агротехнічний коледж Уманського національного університету садівництва, м. Умань, bulah_ira@meta.ua

Шиманська Олена Володимирівна, викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист, Відокремлений структурний підрозділ Агротехнічний коледж Уманського національного університету садівництва, м. Умань, s.olena.v12@gmail.com

Bulah Irina Ivanovna, lecturer of higher qualification category, teacher-methodist, Separate structural division Agrotechnical college of Uman National University of Horticulture, Uman, bulah_ira@meta.ua

Shimanska Olena Volodymyrivna, lecturer of higher qualification category, teacher-methodist, Separate structural division Agrotechnical college of Uman National University of Horticulture, Uman, s.olena.v12@gmail.com

УДК 621.5

Д. В. Степанов[1]
Л.В. Скородзієвська[2]
І.В. Левадський[1]

ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОТЛА БГМ-35М ПРИ СПАЛЮВАННІ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА.

Вінницький національний технічний університет[1]
Вінницький коледж Національного університету харчових технологій[2]

Анотація

Розглянуто особливості переведення газомазутного парового котла на спалювання твердого палива. Розроблено модель для виконання теплового розрахунку парового котла БГМ-35М для спалювання твердого палива. Виконано співставлення розрахункових результатів та реальних показників роботи котла.

Ключові слова: паровий котел, тверде паливо, тепловий розрахунок, паровидатність, ефективність

Abstract

The features of the conversion jf gas-oil steam boiler to solid fuel considered. A model for the thermal calculation of a steam boiler BGM-35M for burning solid fuels has been developed. Comparison of the calculated results and fctual performance of the boiler is performed.

Keywords: steam boiler, solid fuel, thermal calculation, steam power, efficiency

Вступ. Постанова задачі

Нагальна потреба впровадження нових видів палива для традиційних систем теплопостачання, так само як і заміни традиційних систем на альтернативні, виникла в Україні задовго до газової і економічної кризи. Дефіцит широко доступної інформації з альтернативних джерел енергії, відсутність державної програми підтримки «зеленого» палива, відносне газове благополуччя - ось основні чинники, що перешкоджали до недавнього часу реалізації економічно і соціально обґрунтованих програм з переведення на альтернативне теплопостачання об'єктів як муніципального підпорядкування, так і підприємств промислового і аграрного сектора.

Сучасна стратегія енергетичного розвитку в більшості європейських країн передбачає широке використання енергії відновлюваних та екологічно чистих джерел. Одним з таких джерел є біомаса. На сьогоднішній день вона є альтернативою традиційному пальному - нафтопродуктам, газу, вугіллю. З огляду на можливості України по виробництву і експорту пелет як одного з різновидів біопалива, актуальним для багатьох галузей національної економіки є перехід з традиційних видів палива на пелети [1].

Мета роботи – підвищення ефективності роботи парового котла БГМ-35М шляхом оцінки показників його роботи на твердому паливі.

Результати досліджень

Як приклад для оцінювання ефективності спалювання твердого палива в газомазутному котлі обрано роботу парогенераторів ТЕЦ Гайсинського цукрового заводу. В зв’язку із значним здорожчанням природного газу та складністю закупки мазуту на підприємстві було прийнято рішення про реконструкцію котлів БГМ-35М для спалювання твердого палива, а саме: кам’яного вугілля, пелет з соняшникового лушпиння та інших видів твердої біомаси.

Технічне переоснащення котлів БГМ-35М для спалювання вугілля марки АС 6-13 та органічних відходів, передбачало влаштування в існуючих котлах топок киплячого шару, системи подачі палива і золовидалення, газоочистки, реконструкція системи подавання дуттєвого повітря.

Для створення нормативного запасу твердого палива, що забезпечує безперебійну роботу котла, що реконструюється, був споруджений комплекс з приймання палива.

Переведення котлоагрегату БГМ-35М із застосуванням сучасних, апробованих в Україні, технологій спалювання твердого палива в шарі дозволяє значно знизити собівартість виробленої теплової енергії, забезпечує високий ККД котла і екологічну безпеку роботи ТЕЦ.

Недоліком використання твердого палива в газомазутних котлах є суттєве зниження потужності їх роботи, такі результати отримані також авторами [2-5].

Нами розроблена математична модель для теплового розрахунку котла БГМ-35М при спалюванні твердого палива. Модель побудована на рівняннях Нормативного метода теплового розрахунку парогенераторів [6].

Співставлення розрахункових результатів та показників роботи реального обладнання

Під час виконання даного дослідження проведено оцінювання показників роботи котла на таких твердих паливах:

- пелети з соняшникового лушпиння вологістю 8,6% з теплотою згорання 13,7 МДж/кг;
- кам'яне вугілля марки АС вологістю 8,0% з теплотою згорання 27,3 МДж/кг;
- щепа деревини вологістю 20,0% з теплотою згорання 12,4 МДж/кг;
- суміші пелет та вугілля з вологістю 8,4% з теплотою згорання 17,1 МДж/кг;
- вугілля марки ДГ з вологістю 11% і теплотою згорання 23 МДж/кг.

Слід зазначити що на всіх паливах парогенератор забезпечував сталі параметри пари, а саме 39 атм.440°С.

До реконструкції котел працював на природному газі і забезпечував паспортну паровидатність 35 т/год, при цьому забезпечувалася температура відхідних газів до 140 °С і ККД не менше 91%.

Завдяки реконструкції топки із встановленням рухомої колосникової решітки та реконструкції системи дуття дещо зменшився обсяг топкового об'єму, що разом із зниженням якісних характеристик палива призвело до зниження паровидатності котла.

Реальна експлуатація показала, що котел може стабільно та надійно працювати на пелетах з соняшнику із паровидатністю 55% від номінальної на природному газі. Тепловий розрахунок БГМ-35М на пелетах соняшника показав, що при паровидатності котла 19 т/год температура відхідних газів складе біля 165°С і ККД котла сягне 84%.

Реальна паровидатність котла на вугіллі АС склала 72% від номінальної, тобто 25 т/год. Розрахунки показали, що температура відхідних газів в такому випадку сягатиме 190°С, і відповідний ККД котла 82%.

При спалюванні щепи деревини значно знижуються показники роботи котла через її високу вологість та занесення поверхонь нагріву. Реальна паровидатність котла склала 43% від номінальної. Температура відхідних газів складає 130°С, а ККД 85%.

Стійка робота на суміші соняшникових пелет та вугілля марки АС відбувалася при паровидатності 63% від номінальної або 22 т/год. Розрахункова температура відхідних газів складає 170°С, а ККД 82,5%.

В умовах спалювання вугілля марки ДГ забезпечувалась паровидатність 70% від номінальної за умови температури відхідних газів 180°С і ККД котла 83,5%.

Техніко-економічні показники роботи котла на твердому паливі підтверджують ефективність реконструкції котла, оскільки не дивлячись на зменшення ККД котла досягається значна економія за рахунок нижчої в 2…4 рази ціни палива в порівнянні з природним газом [7].

В той же час використання вугілля призводить до погіршення екологічної ситуації і тому вимагає запровадження додаткових заходів по очищенню відхідних газів. Використання біомаси – пелет з соняшникового лушпиння дозволяє значно зменшити викиди парникових газів і скоротити темпи вичерпання традиційних паливних корисних копалин.

Висновки

В роботі виконано оцінку ефективності переведення газомазутних парогенераторів на спалювання твердого палива. Виявлено, що для котла БГМ-35М відбувається суттєве зменшення паровидатності в порівнянні із роботою на природному газі (на 28…57%). Також зафіксовано зниження ККД котла (на 6…9%).

За рахунок значно нижчої ціни твердого палива і особливо біомаси (в 2…4 рази) в порівнянням з природним газом досягається значно нижча собівартість виробництва теплоти. І це не дивлячись на значні капіталовкладення в реконструкцію котла та системи очищення димових газів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лаборатория возобновляемой энергетики. Режим доступа: https://prom.ua/ua/c966991 -laboratoriya-vozobnovlyaemoj-energii.html.
2. Чернявский Н.В. О перспективах и особенностях использования угля в промышленности и коммунальной энергетике // Современная наука. – 2012. – №1. – С. 80-88.
3. Майстренко О.Ю., Чернявський М.В., Василенко С.М. Перспектив и використання твердого палива в цукровій промисловості України // Цукор України. – 2006. – №3. – С.16-20.
4. Гиль А.В. Применение численного моделирования топочных процессов для практики перевода котлов на непроектное топливо /А. В. Гиль, А. В. Старченко, А. С. Заворин. – Томск : STT, 2011. – 184 с.
5. Голубев В.Е. Перевод котла БКЗ-75 на сжигание древесных отходов по низкотемпературной вихревой схеме / В.Е. Голубев, Е.Б. Жуков, К.С. Афанасьев, Е.М. Пузырев //Ползуновский вестник. – 2007. - №4. – С.29-32.
6. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2010. - 117 с.
7. Степанов Д.В. Ефективність переведення парогенератора БКЗ-75-39ФБ на тверде паливо / Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання ВНТУ, м. Вінниця, 2019. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/6996/5676

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Скородзієвська Лариса Василівна, завідувач теплоенергетичного відділення ВК НУХТ, м. Вінниця, Skorodzievska@gmail.com

Левадський Ілля Васильович, студент групи ТЕ-18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, levadskiy.illya@gmail.com

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Skorodziyevska Larisa, head of Department of power engineering, Vinnytsia college of NUFT, Vinnytsia, e-mail: Skorodzievska@gmail.com

Levadskiy Illya, Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, levadskiy.illya@gmail.com

Мережне наукове видання

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Збірник матеріалів

Міжнародної науково-технічної конференції

12-14 листопада 2019 року

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 10.12.2019 р.
Гарнітура Times New Roman. Обсяг 55 Мб.
Зам. № W2019-07

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 65-18-06,
press.vntu.edu.ua,
Email: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.