

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали XLVII науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2018)

14-23 березня 2018 року

Збірник доповідей

Електронне мережне наукове видання

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Грабко
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов

Робоча група з підготовки конференції:

Голова робочої групи: проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;

Заступник голови робочої групи: начальник НДЧ ВНТУ Богачук В. В.;

Члени робочої групи:

заступники деканів факультетів з наукової роботи;

заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи;

директор ІРВЦ Власюк А. І.;

начальник відділу з питань інтелектуальної власності Кондратьєва Л. М.;

провідний інженер відділу з питань інтелектуальної власності Петросюк Т. А.

М34 Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2018) [Електронне мережне наукове видання] : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2018.

ISBN 978-966-641-737-7

Збірник містить тексти доповідей XLVII регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-737-7

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2018

Зміст

НТК ВНТУ. Факультет машинобудування та транспорту	3420
Секція автомобілів та транспортного менеджменту	
<i>Андрій Альбертович Каишканов</i> ПРОБЛЕМИ ОЦІНЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН З ДОРОГОЮ ПРИ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД	3421
<i>Андрій Альбертович Каишканов, Анастасія Андріївна Каишканова, Вадим Сергійович Тимчук, Павло Олегович Тіманов</i> ПРЕВЕНТИВНІ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛІВ.....	3425
<i>Віталій Альбертович Каишканов</i> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ НА ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ.....	3431
<i>Володимир Петрович Кужель</i> ТРУДНОЩІ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНИХ ОБ'ЄКТІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ ПРИ АВТОТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД	3434
<i>Вячеслав Йосипович Зелінський, Володимир Анатолійович Каращенко</i> ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ АТП.....	3438
<i>Олег Павлович Антонюк, Марія Вадимівна Куца, Надія Григорівна Вигонюк</i> ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРНИХ ГРУП ЗАПАСНИХ ЧАСТИН, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ПОПОВНЕННЯ СКЛАДУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	3441
<i>Вячеслав Йосипович Зелінський, Олег Павлович Антонюк</i> ОСОБЛИВОСТІ ПОПОВНЕННЯ СКЛАДУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	3444
<i>Євгеній Валерійович Смирнов</i> ШЛЯХИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	3447
<i>Дмитро Вікторович Борисюк</i> ДІАГНОСТУВАННЯ КЕРОВАНИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ ЗА АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОЮ І ФАЗО-ЧАСТОТНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	3449
<i>Дмитро Олександрович Галуцак</i> БЮДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО ЯК ПАЛИВО ДЛЯ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ.....	3452
<i>Дмитро Олександрович Галуцак, Дмитро Андрійович Шпирко</i> АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ ТА АВТОМОБІЛЯ З ДВЗ.....	3455
<i>Володимир Сергійович Наляжний, Євгеній Валерійович Смирнов</i> ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВЗ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ТУРБОНАДДУВУ	3458
<i>Володимир Сергійович Наляжний, Віталій Олександрович Огневий</i> ОГЛЯД ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ (НА ПРИКЛАДІ ДВИГУНА BMW M57)	3461
<i>Володимир Петрович Кужель, Володимир Васильович Ісюк, Юрій Петрович Гончарук, Родіон Миколайович Дмитренко</i> ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ З ГІБРИДНИМИ СИЛОВИМИ УСТАНОВКАМИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....	3464
<i>Сергій Миколайович Севостьянов</i> ВИПРОБУВАННЯ НА НАДІЙНІСТЬ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ПЛАВАЮЧОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	3469
<i>Віталій Альбертович Каишканов</i> АНАЛІЗ АКТИВНОЇ ТА ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ	3472
<i>Юлія Вікторівна Новицька</i> ДІАГНОСТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМОБІЛЯ	3475
<i>Тамара Володимирівна Макарова</i> ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СКЛАДОВОЇ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ.....	3477
<i>Віктор Вікторович Біліченко, Сергій Сергійович Коробов, Роман Сергійович Лановий, Антон Васильович Свершок</i> АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЯКІСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ	3480
<i>Віктор Вікторович Біліченко, Анастасія Василівна Баран, Віталій Вікторович Павленко</i> АНАЛІЗ І ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ НА ПОКАЗНИКИ ЇХ РОБОТИ.....	3484
<i>Сергій Володимирович Цимбал</i> ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТІВ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З ЗАПРОВАДЖЕННЯМ НОВИХ ВИДІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	3488
<i>Сергій Володимирович Цимбал, Василь Юрійович Чумак</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КВИТКА В МІСТАХ УКРАЇНИ.....	3492
<i>Наталія Олександрівна Біліченко, Сергій Володимирович Цимбал, Ярослав Юрійович Крупський</i> СВІТОВИЙ ДОСВІД РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.....	3496
<i>Віктор Вікторович Біліченко, Сергій Сергійович Коробов</i> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	3501
<i>Володимир Андрійович Макаров, Антон Васильович Свершок</i> ОЦІНКА КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ РУХУ ЗА ДИНАМІКОЮ ЗМІНИ ВІДВЕДЕННЯ ЕЛАСТИЧНОЇ ШИНИ.....	3506
<i>Юрій Юрійович Буренніков, Валентин Василяка</i> УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ СТРУКТУРОЮ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕРВІСУ	3511
<i>Юрій Юрійович Буренніков</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАРКЕТИНГОВОЇ СЛУЖБИ В АВТОБІЗНЕСІ	3516

Володимир Андрійович Макаров, Антон Васильович Свершук	ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ДІЇ ТЕХНІКИ НА ПРИРОДУ	3517
Віктор Вікторович Біліченко, Ольга Василівна Цимбал, Максим Володимирович Канащук	ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ВДОСКОНАЛЕННЮ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ ВУЛИЦІ ЗАМОСТЯНСЬКОЇ М. ВІННИЦІ.....	3520
Секція безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки		
Іван Вікторович Заюков	ЗНЕЦІНЮВАННЯ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ЗДОРОВ'Я ЯК ФАКТОР ЗАГРОЗИ ЕКОНОМІЧНИЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ.....	3525
Олег Володимирович Березюк, Євген Геннадійович Крекотень	ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ	3534
Ольга Іванівна Мельничук	РАДІОЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШУМУ.....	3537
Олег Володимирович Березюк	ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.....	3540
Дмитро Олегович Козін	ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ З РОЗВИТКОМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ.....	3543
Альона Володимирівна Наконечна	МІСЬКІ ПОЛІГОНИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ: АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ	3547
Михайло Лемешев	КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА	3551
Андрій Ігорович Булига	ОХОРОНА ПРАЦІ ОПЕРАТОРА ЯК ОСНОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАПРАВНОЇ СТАНЦІЇ.....	3555
Юй Чанхао	СТАН ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В КИТАЇ	3557
Маріанна Постолатій, Михайло Лемешев	КОМПЛЕКСНЕ ЗОЛОШЛАМОВЕ В'ЯЖУЧЕ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ	3561
Інна Вікторівна Віштак	ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ПІДВІСУ З СХІДЧАСТИМИ ПОЗДОВЖНИМИ КАНАВКАМИ ПРИ РАДІАЛЬНОМУ ЗОВНІШНЬОМУ НАВАНТАЖЕННІ	3564
Світлана Зузяк, Михайло Лемешев	ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ ІЗ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО БЕТОНУ	3567
Анна Гашицька, Олександр Паламарчук	ВПЛИВ ТА МЕТОДИ ЗАХИСТУ ВІД ДІЇ ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....	3570
Катерина Лемішко	ВИРОБНИЦТВО БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА	3573
Ярослав Віталійович Опольський	ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	3577
Денис Анатолійович Ткачик	СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ: ЗРОСТАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.....	3579
Юлія Павлівна Носковенко	АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА І ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ ПРИ РОБОТІ З ПЕРСОНАЛЬНИМ КОМП'ЮТЕРОМ.....	3581
Олександра Стадній	СУЧАСНИЙ СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ І СВІТІ.....	3584
Євгеній Юрійович Львович, Сергій Сергійович Костюк, Людмила Іванівна Рябчук	ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ БЕЗПЕКОВОЇ КОМПОНЕНТИ У МАШИНОБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ	3589
Олександр Вячеславович Паланюк, Микола Антонович Томчук	СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА АВТОМАТИЗОВАНЕ ПОЖЕЖОГАСІННЯ.....	3592
Анна Сергіївна Панькевич, Микола Антонович Томчук	ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У ПОВСЯКДЕННИХ УМОВАХ.....	3595
Андрій Вікторович Ротар, Микола Антонович Томчук	ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ОХОРОНІ ПРАЦІ НЕПОВНОЛІТНІХ.....	3599
Микола Антонович Томчук, Тарас Миколайович Закусило, Роман Олександрович Білий	ЕФЕКТИВНА ПРОТИДІЯ ІНФОРМАЦІЙНИЙ ВІЙНІ.....	3602
Секція галузевого машинобудування		
Роман Романович Обертюх	МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОІМПУЛЬСНИХ ПРИВОДІВ, ГІДРАВЛІЧНА ЛАНКА ЯКИХ ПРЕДСТАВЛЕНА ЯК ТІЛО КЕЛЬВІНА-ФОЙГТА	3608
Ю. В. Булига, Сергій Анатолійович Скальський	ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ГАЗОГЕНЕРАТОРІВ	3615
Вадим Петрович Міськов, Леонід Клавдійович Поліщук	ПОДРІБНЮВАЧ БАРАБАННОГО ТИПУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ.....	3617
Леонід Клавдійович Поліщук	СТІЙКІСТЬ ГІДРОПРИВОДУ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА, ЧУТЛИВОГО ДО ЗМІНИ НАВАНТАЖЕННЯ.....	3619
Ростислав Дмитрович Іскович-Лотоцький	АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВІБРОУДАРНОГО ПРЕСУВАННЯ.....	3622
Олександр Сергійович Рекало	ШВИДКОПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНІ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	3624
Валерій Олександрович Кравчук, Андрій Леонідович Бондар	КОНСТРУКЦІЇ БАРАБАНИВ ДЛЯ ВТОРИННОГО ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ	3626
Ярослав Володимирович Іванчук	МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ВІБРОУДАРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД	3628
Олег Олександрович Коваль	ФРЕЗЕРНИЙ БАРАБАН МОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ РЕМОНТУ ДОРІГ.....	3631
Олександр Дмитрович Манжілевський	ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ КАРКАСА АВТОМОБІЛЯ МЕТОДОМ СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	3634
Ярослав Петрович Веселовський	МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ВІБРОУДАРНОГО ПРЕСУВАННЯ.....	3637
Олександр Сергійович Рекало	ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБЛІКУ ПОСТАЧАННЯ ГАЗУ	3639

Андрій Владиславович Козловський МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ НАВІСНОЇ ІНЕРЦІЙНОЇ ВІБРОТРАМБОВКИ.....	3641
Дмитро Володимирович Турчик СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ	3644
Артем Миколайович Нечипорук ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБЛІКУ ПОСТАЧАННЯ ГАЗУ	3647
Іван Вячеславоович Севостьянов АНАЛІЗ СХЕМ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ВОЛОГИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ	3649
Дмитро Печениця ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ.....	3653
Микола Сергійович Бурдейний ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОСЬОВОГО ВІБРОТОЧІННЯ.....	3655
Михайло Володимирович Марущак ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛІВ. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ПРИСТРОЇВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПЛАСТИЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ДЕФОРМУВАННЯ.....	3657
Володимир Георгійович Пилявець АДАПТИВНИЙ ГІДРОПРИВОД З ОБ'ЄМНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ШВИДКОСТІ РУХУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ РОБОЧОЇ МАШИНИ	3662
Андрій Валентинович Слабкий РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПРОРІЗНИХ ПРУЖИН.....	3664
Євгеній Іванович Івашко МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРОЦИЛІНДРІ ВІБРОМОЛОТА ДЛЯ ЗОНДУВАННЯ ҐРУНТІВ	3666
Владислав Леонідович Луцик, Іван Вячеславоович Севостьянов АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА МЕТОДІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ З ВРАХУВАННЯМ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	3668
Віталій Олександрович Кудраш, Андрій Валентинович Слабкий ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ.....	3670
Секція прикладної механіки	
Дмитро Олександрович Лозінський, Андрій Миколайович Білінський ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПОРЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РОЗПОДІЛЬНИКА З НЕЗАЛЕЖНИМ КЕРУВАННЯМ ПОТОКІВ ТА ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ	3672
Дмитро Олександрович Лозінський, Антон Вікторович Коломійчук, Іван Андрійович Хоменко ЗАСТОСУВАННЯ САД/САЕ/САМ-СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛЕЙ ТИПУ КОРПУС	3674
Леонід Геннадійович Козлов, Олег Володимирович Піонткевич, Сергій Іванович Котик, Вільям Патрік Брюс Мбуїм АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ГІДРОПРИВОДОМ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА «БОРЕКС 2206».....	3676
Віктор Григорович Писаренко, Віктор Валерійович Савуляк РОЗСПІВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ВИКОРИСТАНОГО РЕСУРСУ ПЛАСТИЧНОСТІ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТИСКОМ	3679
Олександр Володимирович Дерібо, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Богдан Вікторович Табаков, Владислав Олегович Сіроштаненко ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИН ПРИПУСКІВ, ВИЗНАЧЕНИХ РОЗМІРНИМ АНАЛІЗОМ ТА ЗА НОРМАТИВНИМИ ДАНИМИ.....	3683
Олександр Володимирович Дерібо, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Сергій Олександрович Лабунський, Олексій Миколайович Усердін ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИБОРУ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ОТВОРІВ В ЗАГОТОВКАХ КОПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА НОРМАТИВАМИ ТА РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ.....	3686
Наталія Степанівна Семічаснова ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ	3690
Олександр Володимирович Дерібо, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Дмитро Анатолійович Боровський, Віталій Вікторович Чорноокій ВПЛИВ СХЕМИ БАЗУВАННЯ НА ПЕРШІЙ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕЛИЧИНУ ПРИПУСКУ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ В КОПУСНИХ ДЕТАЛЯХ.....	3692
Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РУКАВА ВИСОКОГО ТИСКУ НА СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3696
Олег Макарович Мироненко, Сергій Іванович Сухоруков ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ.....	3698
Сергій Володимирович Репінський, Леонід Геннадійович Козлов, Оксана Віталіївна Паславська СТРУКТУРА МЕХАТРОННОГО ПРИВОДУ МАНІПУЛЯТОРА З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ ПРИВОДНОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	3700
Наталія Степанівна Семічаснова, Сергій Іванович Сухоруков, Дмитро Сергійович Бажак, Павло Ігорович Мазур ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ. WEB-ДИЗАЙН.....	3703
Олександр Васильович Петров, Дмитро Анатолійович Солецький, Олександр Віталійович Бондар, Віталій Анатолійович Бура АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ МЕМБРАННОГО ТИПУ	3705
Олександр Васильович Петров АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОЇ ОПЕРАЦІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ.....	3707
Леонід Геннадійович Козлов, Олег Володимирович Піонткевич, Сергій Іванович Котик ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ВРІВНОВАЖУВАЛЬНИХ КЛАПАНІВ.....	3709
Юрій Анатолійович Буренніков, Жанна Павлівна Дусанюк, Сергій Володимирович Репінський, Олексій Васильович Баденюк, Євгеній Анатолійович Лень АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ	3711
Юрій Анатолійович Буренніков, Сергій Володимирович Репінський, Вячеслав Юрійович Андрусишен, Артем Олександрович Захарченко, Михайло Володимирович Цекот АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОДВИГУНА.....	3715

Леонід Геннадійович Козлов, Олександр Володимирович Поліщук МЕХАНОТРОННИЙ ГІДРОПРИВІД МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ «БОРЕКС 2102».....	3719
Сергій Русланович Федчишин, Віктор Валерійович Савуляк УДОСКОНАЛЕННЯ ПРУЖИННО-ЗАТВОРНОГО МЕХАНІЗМУ ПІСТОЛЕТУ «ФОРТ-17»	3723
Дмитро Олександрович Лозінський ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПОРЦІЙНОГО НЕЗАЛЕЖНОГО КЕРУВАННЯ ПОТОКАМИ НА ВХОДІ ТА ГІДРОДВИГУНА В МОБІЛЬНИХ МАШИНАХ.....	3725
Ярослав Анатолійович Молчанов ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ. WEB-ПРОГРАМУВАННЯ	3727
Віктор Петрович Пурдик, Олександр Леонідович Брицький, Богдан Вікторович Табаков, Дмитро Анатолійович Боровський СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДЕМПФУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ РЕГУЛЯТОРА ВИТРАТИ	3729
Максим Вікторович Трофимчук, Владислав Сергійович Кравчук, Максим Сергійович Сторожук АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ПОВОРОТУ ОПОРНО-ПОВОРОТНИХ ПРИСТРОЇВ У МАШИНАХ МАНІПҮЛЯТОРНОГО ТИПУ	3731
Олександр Леонідович Брицький ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДЕМПФУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ РЕГУЛЯТОРА ВИТРАТИ	3733
Віктор Петрович Пурдик ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СХЕМИ ФОРМУВАННЯ СИЛИ ТЕРТЯ ЕЛАСТИЧНИМ ЕЛЕМЕНТОМ ПІД ВПЛИВОМ ТИСКУ РІДИНИ.....	3735
Олександр Володимирович Дерібо, Жанна Павлівна Дусанюк ВИБІР РОЗТАШУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗМІРІВ ЗА ДОПОМОГО РОЗМІРНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	3737
Секція матеріалознавства та технології підвищення зносостійкості	
Олег Леонідович Гайдамак, Сергій Дмитрович Кліменко РОЗРОБКА ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	3744
Олег Леонідович Гайдамак ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТЯ ГАЗОДИНАМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ	3747
Дмитро Віталійович Бакалець, Олег Іванович Шугайло ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЗВАРЮВАННЯ ПІД ВОДОЮ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ЗВАРНОГО ШВА	3753
Дмитро Віталійович Бакалець, Володимир Миколайович Тарасюк ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТАРИ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	3756
Олег Леонідович Гайдамак, Максим Сергійович Дмитрієв ВДОСКОНАЛЕННЯ НАГРІВАЧА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....	3760
Олена Павлівна Шиліна, Костянтин Валентинович Бучковський МІКРОСТРУКТУРНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРАХ.....	3762
Олена Павлівна Шиліна, Сергій Дмитрович Кліменко ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСУ МОЛОТКА ЗЕРНОДРОБАРКИ НА ОСНОВІ БАГАТОФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ.....	3766
Олена Павлівна Шиліна ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ.....	3769
Валерій Шенфельд ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІСКОЗНОЇ НИТКИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ.....	3772
Володимир Олександрович Войтенко, Олег Леонідович Гайдамак РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАЧА РОЗПІЛЮВАЧА ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ	3776
Валерій Іванович Савуляк, Олександр Володимирович Поступайло БАЛАНС ЕНЕРГІЙ В ПРОЦЕСАХ НАПЛАВЛЕННЯ ПОКРИТТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ ЕФЕКТІВ.....	3780
Дмитро Віталійович Бакалець ВИКОРИСТАННЯ МОКРОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЛЯ ВАЛІВ МАЛОГО ДІАМЕТРУ	3782
Секція озброєння та військова техніка	
Вадим Михайлович Музиченко ПРАВОВИЙ АСПЕКТ ОБІГУ ЗБРОЇ В УКРАЇНІ	3784
Михайло Олександрович Піскун ВПЛИВ ПОРОХОВОГО ЗАРЯДУ НА ВІДТВОРЕННЯ В СЛІДАХ НА КУЛЯХ ДЕТАЛЕЙ МІКРОРЕЛЬЄФУ КАНАЛУ СТВОЛА НАРІЗНОЇ ВОГНЕПАЛЬНОЇ ЗБРОЇ.....	3787
Секція опору матеріалів та обробки тиском	
Валерій Олександрович Федотов ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ПІДВІСУ З АКТИВНИМ ЗОВНІШНІМ ДРОСЕЛЕМ ПРИ КУТОВИХ ТА РАДІАЛЬНИХ ПЕРЕМІЩЕННЯХ ВАЛА	3790
Андрій Васильович Губанов ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ З КОМПОЗИЦІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ	3793
Олександр Володимирович Грушко ФЕНОМЕНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛУ В ПРОЦЕСІ ВОЛОЧІННЯ	3795
Інна Юрійвна Кириця, Владислав Анатолійович Баранов ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРЕМИ ПРО ЗМІНУ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	3798
Інна Юрійвна Кириця, Юлія Вікторівна Мельничук ЗАСТОСУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНІВ ДИНАМІКИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ТІЛА	3800
Інна Юрійвна Кириця ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМУВАННЯ ТА КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ СЕРЕДОВИЩА БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ ПРИ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕНІ.....	3803
Олександр Володимирович Грушко, Юлія Олегівна Слободянюк ДІАГРАМИ ПЛАСТИЧНОСТІ МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ ТИПУ G3Si1 ТА CB-08Г2С.....	3805
Тетяна Федорівна Архіпова A THEORY OF THE MAXIMUM STATES IS IN TASKS OF STRENGTHS OF MATERIALS ..	3808
Олена Володимирівна Підгорна, Олександр Володимирович Грушко РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІЇ НОЖИЧНОГО СИМЕТРИЧНОГО ПІДІОМНИКА	3810
Тетяна Ігорівна Молодецька ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ БУРЯКОРІЗАЛЬНИХ НОЖІВ ..	3814
Олександр Володимирович Гуцалюк ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКА ЗРАЗКІВ З ПОРОШКОВОГО СПЛАВУ НА ОСНОВІ ВОЛЬФРАМУ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКА ЗРАЗКІВ З ПОРОШКОВОГО СПЛАВУ НА ОСНОВІ ВОЛЬФРАМУ.....	3816

<i>Віталій Антонович Огородніков</i> ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ В ОПЕРАЦІЯХ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ ...	3818
<i>Михайло Іванович Побережний</i> АНАЛІЗ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БРОНЬОВИХ СТАЛЕЙ	3820
<i>Валерій Олександрович Федотов</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ В СТРОПАХ ПРИ ПІДЙОМІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ В МОМЕНТ АВАРІЙНОГО ОБРИВУ ДВОХ СТРОП.....	3823
<i>Віктор Євгенійович Перлов, Анастасія Богданівна Урода</i> РОЗРАХУНОК ЗАНОСУ АВТОМОБІЛЯ НА ЗАОКРУГЛЕННІ.....	3826
<i>Тетяна Ігорівна Молодецька</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ БУРЯКОРІЗАЛЬНИХ НОЖІВ ..	3829
<i>Олексій Валентинович Архіпов, Віта Абрамович, Лілія Забаиштанська</i> ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ БАШТИ АТРАКЦІОНУ	3831
<i>Тетяна Ігорівна Молодецька, Олег Леонідович Мукомел</i> ВПЛИВ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТОВСТОЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК.....	3834
<i>Валерій Олександрович Федотов, Інна Вікторівна Віштак, Людмили Леонідівна Гончарук</i> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІАЛЬНИХ ГАЗОВИХ ПІДВІСІВ З ПОЗДОВЖНІМИ КАНАВКАМИ	3836
<i>Віталій Олександрович Басістий, Ліза Леонідівна Гончарук, Олександра Євгенівна Антонюк</i> ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЬ В СТРОПАХ ПРИ ПІДЙОМІ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ В МОМЕНТ АВАРІЙНОГО ОБРИВУ ДВОХ СТРОП	3839

XLVII Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту

Оргкомітет

Голова оргкомітету

Ю. А. Бурєнніков, ВНТУ, Україна

Заступник голови оргкомітету

Л. Г. Козлов, ВНТУ, Україна

Члени оргкомітету

В. В. Біліченко, ВНТУ, Україна

Р. Д. Іскович-Лотоцький, ВНТУ, Україна

В. А. Огородніков, ВНТУ, Україна

А. П. Поляков, ВНТУ, Україна

В. І. Савуляк, ВНТУ, Україна

І. В. Севостьянов, ВНТУ, Україна

І. О. Сивак, ВНТУ, Україна

Секції

Пленарне засідання

Секція автомобілів та транспортного менеджменту

Секція безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки

Секція галузевого машинобудування

Секція прикладної механіки

Секція матеріалознавства та технології підвищення зносостійкості

Секція озброєння та військова техніка

Секція опору матеріалів та обробки тиском

ПРОБЛЕМИ ОЦІНЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН З ДОРОГОЮ ПРИ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано методи та засоби, які можуть використовуватись при автотехнічній експертизі дорожньо-транспортних пригод (ДТП) для визначення коефіцієнта зчеплення. Запропоновані шляхи подолання проблем оцінювання коефіцієнта зчеплення та усунення труднощів, що виникають при моделюванні параметрів руху учасників ДТП традиційними методами.

Ключові слова: автомобілі, автомобільні шини, коефіцієнт зчеплення, автотехнічна експертиза, дорожньо-транспортні пригоди.

Abstract

The methods and means which can be used in the automotive examination of road traffic accidents for determining the adhesion factor are analyzed. The ways of overcoming the problems of estimating the adhesion factor and the elimination of the difficulties that arise during the simulation of the parameters of the traffic flow of participants in the traffic accident by traditional methods are proposed.

Keywords: cars, automobile tires, adhesion factor, automotive expertise, traffic accidents.

Вступ

Математичне моделювання руху учасників ДТП є однією з розповсюджених прикладних задач. На даний час існує велика кількість математичних моделей різного ступеня складності і точності [1-6], але в реальних умовах проведення експертиз дані математичні моделі не завжди мають широке застосування в силу специфіки використання вихідних даних. Наприклад, при розробці звичайної математичної моделі руху автомобіля, врахування більшої кількості факторів, діючих на автомобіль, підвищує точність математичної моделі. Але при моделюванні руху автомобіля, точні параметри якого невідомі, по поверхні дороги, властивості якої змінюються в певних межах, ситуація може бути протилежною [2, 5].

Метою роботи є виявлення перспективних шляхів розв'язання проблем, пов'язаних з отриманням об'єктивної доказової інформації при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод.

Результати дослідження

Під час обчислення параметрів руху автомобіля, що є учасником ДТП, важливо правильно визначити коефіцієнт зчеплення шин з дорогою, оскільки він має сильну залежність від багатьох факторів і умов та володіє чи не найбільшою невизначеністю серед інших використовуваних при експертизі ДТП факторів і параметрів [1-6]. В процесі гальмування автомобіля приймають участь та взаємодіють як мінімум два об'єкта: дорога та автомобіль. Від властивостей кожного з них залежить ефективність гальмування. З одного боку, коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям залежить від якості та стану шин автомобіля (тип протектора та ступінь його зносу, тиск повітря в шинах, швидкість і завантаженість автомобіля), з іншого боку, цей коефіцієнт змінюється в залежності від виду дорожнього покриття, структури та температури його поверхні, наявності вологи, забруднень на поверхні покриття. Таким чином, при проведенні експертизи ДТП найкращим було б пряме чи непряме вимірювання коефіцієнта зчеплення дослідним шляхом для автомобіля, що є учасником ДТП, чи його аналога на місті пригоди, з обов'язковою оцінкою похибки вимірювальних приладів.

Питаннями зчеплення автомобільного колеса з дорожнім покриттям займалися та внесли вагомий вклад В.І. Кнороз, С.А. Чудаков, І.П. Петров, В.А. Асторов, Е.Г. Подліх, А.Б. Гредескул, О.С. Федо-

сов, Б. Сабей, Д. Мур та інші. В результаті цих досліджень встановлено багато закономірностей, які відображають особливості взаємодії автомобіля з дорогою.

Коефіцієнт зчеплення є відношенням максимальної дотичної реакції в зоні контакту до нормальної реакції (навантаження), яка діє на колесо [3, 5, 6].

Численними дослідженнями, проведеними у колишньому СРСР і за кордоном, встановлено, що зчеплення шини з дорожнім покриттям є наслідком великої кількості складних процесів, що відбуваються в зоні їх контакту і залежать від великої кількості факторів. Проте з різноманітності причин і умов, основний вплив на величину коефіцієнта зчеплення мають такі як, тип та стан дорожнього покриття; конструкція шини, стан та умови роботи шини.

Навіть при застосуванні однотипних приладів для виміру коефіцієнта зчеплення важко отримати результати, які можна порівняти, не говорячи про різні прилади для проведення таких вимірів. Різниця в результатах вимірів може бути викликана типом застосованих шин, твердістю та складом гуми протектора, величиною внутрішнього тиску повітря в шині, навантаженням на колесо, а також погодою і станом дорожнього покриття та іншим. Для того, щоб отримати за допомогою певного методу точні результати, необхідно, щоб всі виміри проводились в однакових умовах при збереженні сталими всіх факторів, які можуть вплинути на результат.

Для визначення коефіцієнтів зчеплення запропоновано ряд методів та приладів, які не завжди дають при паралельних випробуваннях однакові результати.

Методи визначення коефіцієнта зчеплення за довжиною гальмівного шляху та за величиною усталеного сповільнення мають вагомі недоліки, головний з яких – неможливо проводити вимірювання при високих швидкостях руху навіть на сухій дорозі. На вологій дорозі через різке гальмування при високих швидкостях може виникнути занос та перекидання автомобіля навіть при невеликій різниці у зчепленні шин з покриттям. Другий недолік методу використання довжини гальмівного шляху – це неможливість встановити дійсне значення коефіцієнта, оскільки довжина гальмового шляху складається з руху загальмованого колеса без ковзання і з ковзанням. Співвідношення між цими шляхами залежить від інтенсивності гальмування. Крім того, коефіцієнт зчеплення, розрахований за довжиною гальмівного шляху, є деяким середнім значенням для інтервалу швидкостей – від високої швидкості на початку гальмування до близької до нуля безпосередньо перед зупинкою автомобіля.

Перевагою цих методів є їхня простота. Вони добре відтворюють дійсні умови руху автомобіля, оскільки режим гальмування відповідає експлуатаційному. При проведенні випробувань з одним і тим же автомобілем отримуються точні дані, які можна порівняти.

Існує три конструкції портативних приладів: маятникового і ротаційного типу та ударної дії. Маятникові прилади дуже широко розповсюджені за кордоном. Вони порівняно прості в експлуатації і дозволяють достатньо швидко провести вимірювання. Недоліком всіх портативних приладів, як обертового так і маятникового типу, є неточність показань при випробуваннях покриттів з грубою текстурою поверхні. Для більшої точності вимірів необхідно використовувати криві їх кореляційного зв'язку з показниками динамометричних візків.

Найбільш точним і об'єктивним слід вважати спосіб вимірювання коефіцієнта зчеплення причіпними динамометричними візками. До числа його переваг відносяться більш висока точність результатів вимірювання, надійність і простота. Цим способом можна виявити залежність коефіцієнта зчеплення від швидкості руху, навантаження на колесо, типу, рисунку і ступеня зносу протектора, тиску в шині, типу і стану дорожнього покриття. Недоліком цього способу є необхідність досить великої ділянки дороги (не менше 20 м), потреба у великому числі повторних проїздів, випробування можуть проводитись тільки в години малої інтенсивності руху.

В зв'язку з цілим рядом зрозумілих причин найчастіше експериментальне визначення коефіцієнта зчеплення неможливе і для розрахунків використовують табличні дані про значення коефіцієнтів зчеплення для основних видів дорожніх покриттів [1, 2, 7, 8].

Цікаво, що табличні значення коефіцієнта зчеплення в різних літературних джерелах часто відрізняються. Так, в переважній більшості літературних джерел [1-5] вказується максимальне значення коефіцієнта поздовжнього зчеплення – 0,8, причому для 100% проковзування колеса, у той час, як у інших [6, 7] максимальне значення варіюється від 0,9 до 1,2. Крім того, табличні значення коефіцієнта зчеплення представляють у формі діапазонів «від-до». Якщо крайні значення коефіцієнта зчеплення для асфальтобетонного покриття відрізняються на 11%, то для ожеледиці вони відрізняються на 100%. Виникає сумнів, що при такій різниці даних можна отримати достовірні результати розрахун-

ків і експерт вправі вибирати дані при експертизі ДТП на основі свого досвіду чи інтуїції з абсолютною впевненістю.

Можна впевнено сказати, що граничні значення коефіцієнта зчеплення, представлені в довідкових таблицях, знайдені в результаті статистичної обробки експериментальних даних. Але тоді будь-яке обране експертом значення коефіцієнта є лише конкретною реалізацією випадкової величини, яка має велике розсіювання. Відповідно дослідженням [8] локальні значення коефіцієнта, виміряні через 15-20 см гальмівного шляху, можуть мати відхилення в 30-50%, при цьому розподіл локальних значень коефіцієнта зчеплення підлягає нормальному закону. Отже, при використанні усереднених значень коефіцієнта зчеплення експерт повинен виконати оцінювання невизначеності обраного ним значення у відповідності до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Оскільки в літературі та довідкових таблицях оцінки невизначеності довідкових значень коефіцієнта зчеплення в генеральній сукупності не наводяться, а лише вказуються нижня і верхня границі значень коефіцієнта, можна скористатись «Керівництвом з вираження невизначеності вимірювань» [9].

Відповідно до пункту 4.3.7 цього керівництва, «якщо оцінені лише межі (верхня і нижня) для величини X_i і можна стверджувати, що для практичних цілей значення X_i знаходиться в інтервалі від X_1 до X_2 , та немає конкретних відомостей про можливі значення X_i всередині інтервалу, то можна стверджувати, що з однаковою імовірністю X_i може знаходитись в будь-якому місці в його межах (рівномірний розподіл можливих значень). Тоді x_i – очікуване значення X_i є середньою точкою інтервалу $x_i = (X_1 + X_2) / 2$ з відповідними граничними відхиленнями $\pm \Delta x_i$ ».

Таким чином, у відповідності до міжнародних рекомендацій, коефіцієнт зчеплення (як і всі інші табличні довідкові дані) необхідно подавати через його середнє значення і граничні відхилення $\varphi = \varphi_{cp} \pm \Delta \varphi$.

Останній підхід відображає випадкову природу явища і здатний при розрахунках дати більш об'єктивні результати, оскільки враховується невизначеність коефіцієнта зчеплення. Ефективність викладеного вище підходу підтверджується дослідженнями, результати яких опубліковані в [3-6, 10].

Так для визначення величини шляху, необхідного для зупинки транспортного засобу і відстані, на якій знаходився цей транспортний засіб від місця наїзду в момент виникнення небезпеки для руху використовується змінна φ – коефіцієнт зчеплення, від значення якої в значній мірі залежать висновки експертизи ДТП:

а) за діючою методикою [1, 2, 7, 8] коефіцієнт зчеплення приймає для певної ділянки дороги досить широкий діапазон значень $[\varphi_{\min}; \varphi_{\max}]$, показаний на рис. 1;

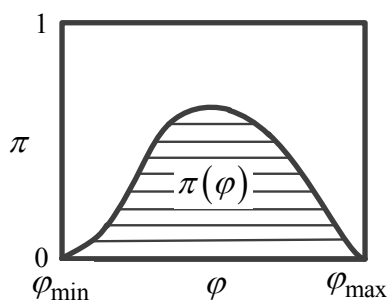


Рисунок 1 – Області невизначеності величини коефіцієнта зчеплення з врахуванням стохастичної та нечіткої невизначеності

б) за запропонованим підходом (з врахуванням стохастичної та нечіткої невизначеності [3, 5, 6, 10]) область невизначеності коефіцієнта зчеплення значно знижується до $\pi(\varphi)$, а потім перетворюється у чітку форму за допомогою одного з методів дефазифікації.

Врахування наявності чи відсутності АБС на досліджуваному автомобілі дозволяє зменшити різницю у величині зупиночного шляху в 5-10%, а відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху на 10-20%. При врахуванні типу шин, встановлених на транспортному засобі, для випадку взаємодії із засніженою дорогою чи дорогою покритою ожеледи-

цею дозволяє підвищити точність розрахунків на 30%-40% по величині зупиночного шляху, та на 10%-40% по величині відхилення транспортного засобу в напрямку перпендикулярному початковому напрямку руху.

Слід відзначити відчутну залежність коефіцієнта зчеплення від швидкості автомобіля, температури та тиску в шині, бокового відведення колеса, товщини водяної плівки на поверхні дорожнього покриття, зношеності шин та багатьох інших факторів. Наприклад, в експерименті на асфальтобетонному покритті коефіцієнт зчеплення при швидкості автомобіля 10 км/год виявився рівним 0,65, а при швидкості 100 км/ч рівним 0,34 [2].

Висновки

Обґрунтованість, об'єктивність, достовірність висновків експерта та можливість їхнього використання в якості доказів можливо забезпечити лише за умови достовірності вихідних даних. Відома методика в багатьох випадках дозволяє оцінити лише діапазон можливих значень коефіцієнта зчеплення, що ускладнює об'єктивність прийняття рішення при аналізі причин ДТП. Запропонований вище підхід, на відміну від відомої методики, дозволяє врахувати як стохастичну, так і нечітку невизначеність і звужити діапазон можливих оцінок, що підвищує об'єктивність прийняття рішень та дозволяє рекомендувати його як альтернативу існуючій методиці для застосування в практиці автодорожньої експертизи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.
2. Экспертиза ДТП: методы и технологии / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – С.-Петербург: СПбГАСУ, 2012. – 310 с.
3. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедаило, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 148 с.
4. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 200 с..
5. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях: монография / В. П. Волков, В. Н. Торлин, В. М. Мищенко, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, В. П. Кужель, В. А. Ксенофонтова, А. А. Ветрогон, Н. В. Складов. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 476 с.
6. Кашканов В.А. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП : монографія / В.А. Кашканов, В.М. Ребедаило, А.А. Кашканов, В.П. Кужель – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 128 с.
7. Reif, K. Bosch Automotive Handbook; [Translated from the German]. – 9th Edition / Konrad Reif; Karl-Heinz Dietsche & others. – Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, 2014. – 1544 p.
8. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
9. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.iso.org/sites/JCGM/GUM/JCGM100/C045315e-html/C045315e.html> (дата звернення 17.02.2018). – Назва з екрана.
10. Кашканов А. А. Концептуальні засади підвищення ефективності автотехнічної експертизи ДТП / А. А. Кашканов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – № 8 (1117). – С. 89–95.

Кашканов Андрей Альбертович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Kashkanov Andriy A, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

А. А. Кашканов
А. А. Кашканова
В. С. Тимчук
П. О. Тіманов

ПРЕВЕНТИВНІ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено перспективи використання синергетичного підходу для підвищення рівня конструктивної безпеки сучасних автомобілів.

Ключові слова: безпека руху, дорожньо-транспортні пригоди, превентивні системи, безпека автомобіля, синергетичний підхід.

Abstract

The prospects of using the synergetic approach to increase the level of constructive noise of modern cars are explored.

Keywords: traffic safety, traffic accidents, preventive systems, car safety, synergistic approach.

Вступ

Розширення обсягів та сфери застосування транспортних засобів підвищує ймовірність збільшення людських та матеріальних втрат, причиною яких є аварійність на дорогах. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, щороку у світі гинуть на дорогах близько 1,3 млн. людей, а кількість поранених складає близько 50 млн. Ця ж організація прогнозує, що у 2020 році дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) посідатимуть третє місце у світі серед причин втрати здоров'я після серцево-судинних захворювань та тяжких депресій. Україна за рівнем смертності від ДТП займає п'яте місце в Європі, причому смертність в результаті ДТП є головною причиною загибелі дітей та молоді віком від 5 до 29 років [1].

Безпека руху на автомобільному транспорті забезпечується в системі «автомобіль-водій-дорога-середовище», тому послаблення або незадовільний стан одної із ланок цієї системи завжди буде являтися передумовою до здійснення ДТП. Автомобіль як елемент системи ВАДС, її підсистема, може розглядатися з різних точок зору: як об'єкт конструкторської розробки, як об'єкт експлуатації з оцінкою його відмов, як об'єкт технічного обслуговування і ремонтів, як елемент системи економічних відносин, що виникають при експлуатації, а також з багатьох інших точок зору. В рамках даної роботи зупинимось лише на деяких властивостях автомобіля, що впливають на його безпеку, тобто на ймовірність появи і тяжкість ДТП.

Метою роботи є дослідження сучасного рівня безпеки автомобілів та виявлення перспектив створення стандартизованої системи безпеки автомобіля на основі синергетичного підходу.

Результати дослідження

Ефективність та безпека експлуатації транспортних засобів все більшою мірою досягається впровадженням різноманітних бортових систем керування автомобілем. Розроблення таких технічних засобів та їх методів роботи збільшує рівень автоматизації та комп'ютеризації процесів експлуатації автомобілів, що дозволяє підвищити комфортність, ефективність та безпечність їх керування людиною [2-9].

Розрізняють активну, пасивну, післяаварійну та екологічну безпеку автомобілів.

Активна безпека – властивість транспортного засобу, що знижує ймовірність ДТП (попереджує його виникнення). Аналіз властивостей активної безпеки дозволяє з певним ступенем умовності об'єднати їх в такі основні групи (рис. 1):

– властивості, що значною мірою залежать від дій водія з керування транспортним засобом (тягово-швидкісні, гальмівні, стійкість, керованість, інформативність);

- властивості, що не залежать або залежать незначною мірою від дій водія з керування транспортним засобом (надійність елементів конструкції, вагові та габаритні параметри);
- властивості, що визначають можливість ефективної діяльності водія з керування транспортним засобом (придатність та відповідність обладнання робочого місця водія вимогам ергономіки).

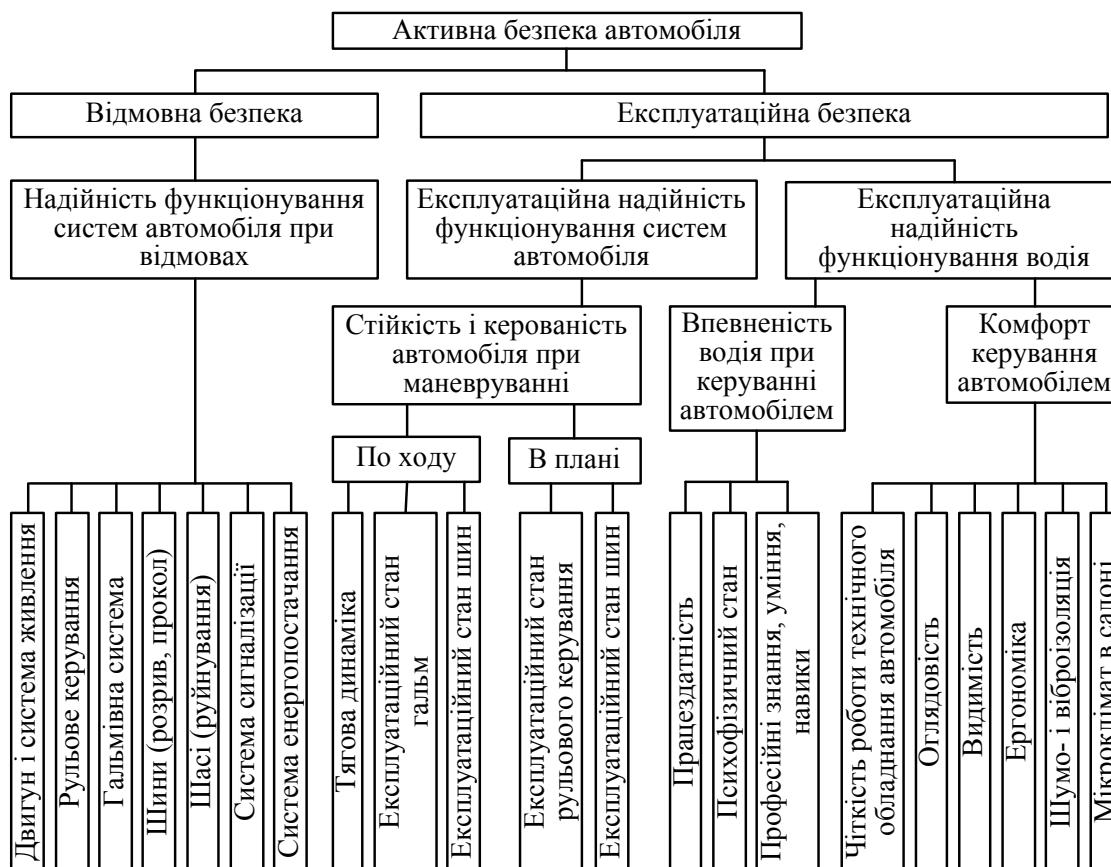


Рисунок 1 – Структурна схема активної безпеки автомобіля

Активна безпека автомобіля визначається також відсутністю раптових відмов в конструктивних системах автомобіля, особливо пов'язаних з можливістю здійснення маневру і, як наслідок, здатністю водія впевнено керувати системою автомобіль – дорога.

Найбільш відомими системами активної безпеки автомобілів є: антиблокувальна система гальм; антибуксувальна система; система курсової стійкості; система розподілу гальмівних сил; система екстреного гальмування; електронне блокування диференціалу.

Складена з ряду факторів, що часто суперечать один одному, пасивна безпека служить досягненню однієї головної задачі – у разі ДТП, незалежно від його тяжкості, зробити все максимально можливе для збереження життя людей, що знаходяться в автомобілі.

Основні вимоги до пасивної безпеки автомобіля можуть бути сформульовані так:

- деформації передньої і задньої частин кузова (кабіни) і рами при зіткненні повинні забезпечити допустимий рівень сповільнення;
- максимальне поглинання кінетичної енергії;
- жорсткість салону повинна бути такою, щоб зберегти зону життєзабезпечення, тобто зберегти мінімально необхідний простір, в межах якого усунуто здавлювання тіла людини, що знаходиться всередині автомобіля;
- повинні бути передбачені заходи зі зниження тяжкості наслідків при ДТП.

Найважливішими компонентами системи пасивної безпеки автомобіля є: ремені безпеки; натягувачі ременів безпеки; активні підголовники; подушки безпеки; безпечна конструкція кузова; аварійний розмикач акумуляторної батареї; цілий ряд інших пристроїв.

Післяаварійна безпека полягає в конструктивних особливостях транспортного засобу, що забезпечують можливість якнайшвидшої евакуації людей при ДТП у безпечну зону для надання негайної медичної допомоги. Конструкція автомобіля повинна передбачати: можливість розблокування дверних замків, пристроїв аварійної евакуації, вогнегасіння; автоматичне упорскування в паливний бак речовин, які знижують займистість; кріплення електропроводки і її протистояння корозії; певні матеріали обробки салону, що протистоять виділенню шкідливих газів.

Екологічна безпека – властивість транспортного засобу задавати мінімальної шкоди навколишньому середовищу і здоров'ю людей.

Останнім часом робляться спроби поєднати роботу систем активної і пасивної безпеки автомобіля, та створити так звані превентивні (попереджувачі) системи [2, 6, 7]. Превентивна система безпеки автомобіля (ПСБА) або ж система попередження зіткнення призначена для допомоги водію оцінити дорожню ситуацію, виявити джерела небезпеки та здійснити відповідні маневри з метою повного виключення ДТП або, як мінімум, зменшити її наслідки. Залежно від конструкції превентивна система може виконувати:

- попередження водія про небезпеку зіткнення;
- підготовку гальмівної системи до екстреного гальмування;
- активацію окремих пристроїв пасивної безпеки;
- часткове або повне автоматичне гальмування.

В основу критерію функціонування ПСБА покладена дистанція безпеки, тобто та мінімальна відстань до перешкоди для руху, при досягненні якої у випадку наявності відносної швидкості повинне розпочатись гальмування. При цьому гальмування повинне здійснюватись зі сповільненням (реалізація якого можлива при даній швидкості руху і реально існуючому зчепленні шин з дорожнім покриттям), що забезпечує зупинку автомобіля без небезпеки зіткнення з перешкодою (рис. 2).



Рисунок 2 – Інтелектуальна система запобігання аварійним ситуаціям Mobileye C2-270

Логічна послідовність робочого процесу ПСБА складається з таких операцій:

- виявлення потенційного на шляху руху;
- вимірювання дистанції до об'єкта-перешкоди;
- вимірювання швидкості об'єкта-перешкоди;
- вимірювання власної швидкості автомобіля, обладнаного ПСБА;
- розрахунок дистанції безпеки на основі даних про можливі гальмівні шляхи керованого та лідируючого автомобілів з врахуванням зчепних якостей шин з дорожнім покриттям;
- порівняння розрахункової безпечної дистанції з існуючою дистанцією між керованим автомобілем та перешкодою для руху;
- виявлення необхідності зміни режиму руху;
- визначення моменту часу, коли потрібно почати зміну режиму руху;
- формування сигналу водію про початок зміни режиму руху.

На даний час превентивні системи безпеки достатньо широко розповсюджені та активно впроваджуються на легкові автомобілі. Відомим превентивними системами безпеки є:

- Pre-Sense Front, Pre-Sense Front Plus та Pre-Sense Rear від Audi;
- Pre-Safe та Pre-Safe Brake від Mercedes-Benz;
- Collision Mitigation Braking System, CMBS від Honda;

- City Brake Control від Fiat;
- Collision Warning with Brake Support та Forward Alert від Ford;
- Forward Collision Mitigation, FCM від Mitsubishi;
- Pre-Collision System, PCS від Toyota;
- Front Assist та City Emergency Brake від Volkswagen;
- Collision Warning with Auto Brake та City Safety від Volvo;
- Predictive Emergency Braking System, PEBS від Bosch.

Аналіз особливостей функціонування даних ПСБА дозволяє поділити їх на дві категорії:

- системи безпеки спрямовані на попередження ДТП;
- системи створення комфортних умов для водія шляхом забезпечення часткової автоматизації керування автомобілем.

Об'єднання функцій пасивної та активної безпеки доцільно здійснювати на основі синергетичного підходу в системах ПСБА (рис. 3). Прикладами синергізму у використанні датчиків різних систем безпеки, наприклад системи динамічної стабілізації, є такі функції, як розширена ідентифікація перекидання, раннє розпізнання наїзду на стовп та пом'якшення повторного зіткнення.

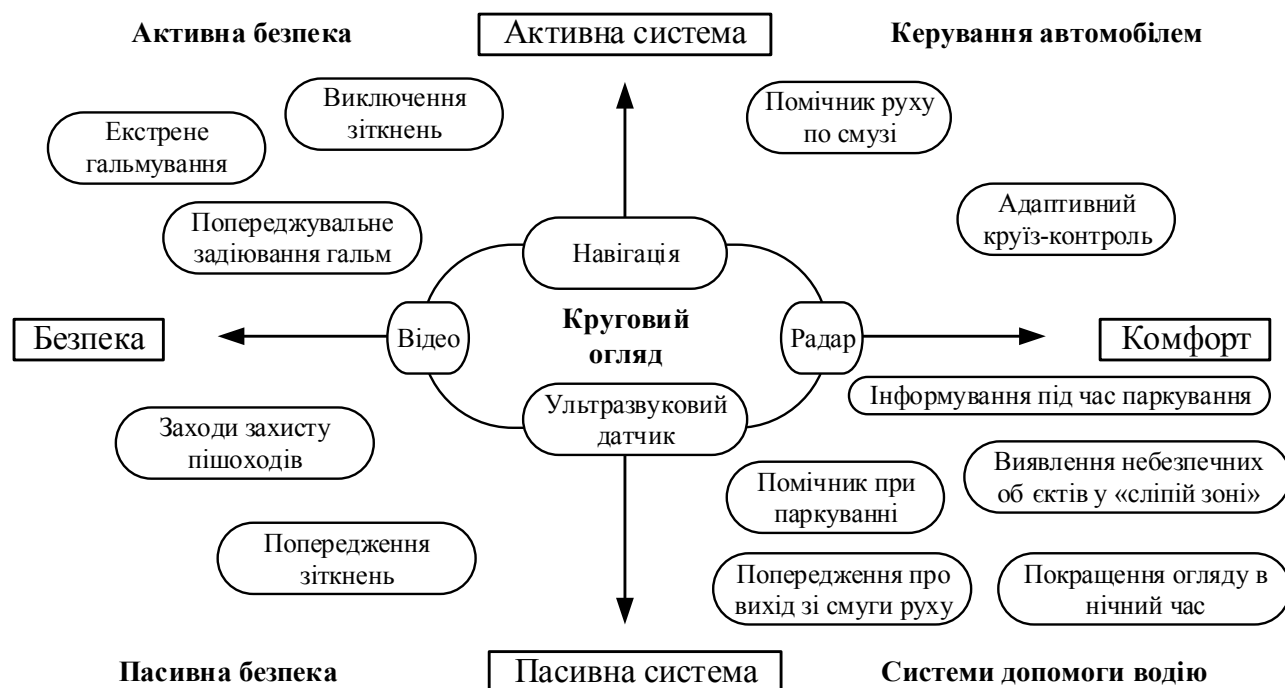


Рисунок 3 – ПСБА засновані на датчиках кругового огляду

Активні системи (рис. 3) втручаються в керування динамікою автомобіля, пасивні – надають інформацію.

Системи пасивної безпеки забезпечують функції зменшення наслідків аварії, наприклад, підготовка до зіткнення, заходи захисту пішохода.

Системи допомоги водію, які не втручаються в керування автомобілем, створюють передумови для полегшення роботи водія. Такі системи подають водієві попередження або рекомендації відносно маневру. Засоби полегшення паркування мають різноманітні функції, від простої подачі сигналу про відстань до перешкоди до частково автоматизованого руху автомобіля на вільне місце для паркування.

Виявлення потенційно небезпечних об'єктів у «сліпій зоні» здійснюється датчиками ближньої дії (ультразвуковими чи радарними). Відеодатчики успішно використовуються для покращення оглядовості в нічний час. Система попередження про зміну смуги руху використовує відеокамеру, на основі даних якої попереджує водія про вихід за межі смуги руху, якщо сигнал повороту не був поданий.

Адаптивний круїз-контроль – одна з систем керування автомобілем, яка може знімати з водія частину задач по керуванню в складних умовах руху в повільному потоці. В якості подальшого розвитку даної системи пропонується організувати взаємодію між різними датчиками для забезпечення мож-

ливості лінійного контролю автомобіля при русі у місті та на великих швидкостях. Це можна зробити на основі інтеграції даних від радарів та відеосистем.

Шляхом інтеграції систем лінійного контролю із системами бокового огляду теоретично можливо створити автономну систему керування. Системи визначення положення на смузі руху – це подальший розвиток систем попередження про зміну смуги руху.

Активні системи безпеки дорожнього руху охоплюють усі функції спрямовані на попередження ДТП. Підвищені вимоги, що висуваються до таких систем по відношенню функціональності та надійності, розповсюджуються від простої функції зупинки автомобіля до того, як він зіткнеться з перешкодою при паркуванні, до функції комп'ютеризованого керування маневром для попередження зіткнення. Функції середньої складності забезпечуються подання попереджень та прогнозів від систем безпеки дорожнього руху. В цей ряд включені такі функції, як попереджувальне задіяння гальм при виникненні небезпеки, шляхом коротких циклів гальмування аж до екстреного гальмування.

Висновки

1. Конструкція сучасних автомобілів динамічно вдосконалюється відповідно до вимог безпеки руху.
2. Наведена структура превентивних систем безпеки автомобіля та детально проаналізовані окремі структурні елементи цих систем.
3. Показана актуальність превентивної системи безпеки руху, побудованої на основі синергетичного підходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Road traffic injuries. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/> (дата звернення 01.03.2018). – Назва з екрана.
2. Reif, K. Bosch Automotive Handbook; [Translated from the German]. – 9th Edition / Konrad Reif; Karl-Heinz Dietsche & others. – Karlsruhe : Robert Bosch GmbH, 2014. – 1544 p.
3. Pariota, L. Validation of driving behavior as a step towards the investigation of Connected and Automated Vehicles by means of driving simulators [Text] / L. Pariota, G. N. Bifulco, G. Markkula, R. Romano // 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Naples. – 2017. – P. 274-279.
4. Houenou, A. Vehicle Trajectory Prediction based on Motion Model and Maneuver Recognition [Text] / A. Houenou, P. Bonnifait, V. Cherfaoui, Y. Wen // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2013), Tokyo, Japan. – 2013. – P. 4363-4369.
5. Jacob, B. Vehicle trajectory analysis: an advanced tool for road safety [Text] / B. Jacob, E. Violette // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2012. – Vol. 48. Issue of the Transport Research Arena – Europe. – P. 1805-1814.
6. Zhang, R. A method for connected vehicle trajectory prediction and collision warning algorithm based on V2V communication [Text] / R. Zhang, L. Cao, S. Bao, J. Tan // International Journal of Crashworthiness. – 2017. – Vol. 22. – No. 1. – P. 15-25.
7. Laugier, C. Probabilistic analysis of dynamic scenes and collision risks assessment to improve driving safety [Text] / C. Laugier, I. E. Paromtchik, M. Perrollaz, J.-D. Yoder, C. Tay, M. Yong, A. Nègre, K. Mekhnacha // IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine. – 2011. – Vol. 3. – P. 4-19.
8. Rieger, L. Active safety systems change accident environment of vehicles significantly – a challenge for vehicle design [Text] / Rieger, L., Scheef, J., Becker, H., Stanzel, M. and Zobel, R. Nineteenth International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Washington. – 2005. – Paper 05-0074.
9. Кашканов А.А. Інтелектуальні системи запобігання зіткненню автомобілів як елемент забезпечення безпеки руху / А.А. Кашканов, О.Г. Грисюк, М.О. Тартачний // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 19-21 жовтня 2015 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 102-103.

Кашиканов Андрій Альбертович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Кашиканова Анастасія Андріївна, студентка групи УБ-16б, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет.

Тимчук Вадим Сергійович, студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Тіманов Павло Олегович, студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kashkanov Andriy, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

Kashkanova Anastasia, student, Department of Management and Information Systems Security, Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia;

Tymchuk Vadym, student, Department of Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Timanov Pavlo, student, Department of Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ПОСЛУГ НА ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено комплекс чинників, які мають вплив на показники якості надання послуг на пасажирському транспорті, та визначено сукупність пріоритетних напрямків підвищення якості.

Ключові слова: якість послуги, пасажирський транспорт, управління якістю, рівень якості, пасажирські перевезення.

Abstract

The complex of factors influencing quality of service delivery on passenger transport is investigated, and a set of priority directions of improvement of quality is defined.

Keywords: quality of service, passenger transport, quality management, quality level, passenger transportation.

Вступ

Якість послуги – це сукупність характеристик послуги з її здатності задовільнити встановлені і передбачені потреби. Якість пасажирських перевезень – це сукупність властивостей транспортної послуги, яка здатна задовільнити смаки кінцевих її споживачів.

Якість займає ключову позицію економічної та соціальної стратегії розвинених країн, а її рівень є надійним індикатором загального стану економіки. Рівень розвитку транспортної сфери є однією з найважливіших характеристик розвитку сучасного суспільства – його соціальної спрямованості. З іншого боку, якість транспортних послуг у багатьох країнах є одним з найважливіших чинників підвищення прибутковості підприємств транспорту [1]. На транспортних підприємствах України недооцінка значущості комплексного розвитку систем управління якістю, що є найважливішим засобом для економічного виробництва, призвели до зростання браків в інфраструктурі залізниць, автодорожнього, водного та авіаційного транспорту, що значною мірою збільшує ризик порушення безпеки руху. Вдосконалення системи управління якістю є одним з найважливіших напрямів розвитку транспорту.

Якість послуг пасажирського транспорту багато в чому залежить від рівня конкуренції та дій органів влади, як на регіональному так і на загальнодержавному рівні. Конкуренція сама по собі не забезпечує нормального функціонування ринку послуг пасажирського автомобільного транспорту [3]. Нерегульована конкуренція здатна призвести до негативних явищ та монополії, що обмежує права споживачів та надавачів послуг. Для запобігання таких явищ держава регулює ринкові процеси через адміністративне регулювання ринку послуг пасажирського автомобільного транспорту.

Результати досліджень

Розвиток функціонування автотранспортних систем регіонів є нестійким, через невідповідність обсягів і якості пропозицій транспортних послуг платоспроможним користувачам, що несе за собою зниження прибутку для приватних перевізників.

Проблеми, щодо організації управління на підприємствах транспорту, мають своїми причинами як зовнішні, так і внутрішні фактори. До зовнішніх належать:

- недосконала податкова політика і законодавча база, яка у тому числі має недоліки, що стосуються відсутності стимулів для розвитку підприємств транспортної сфери;
- об'єктивні тенденції в зміні попиту населення на окремі види послуг;
- недостатній розвиток інфраструктури, що забезпечує функціонування і розвиток транспортної галузі, як у цілому, так і всього споживчого ринку;
- зниження купівельної спроможності населення, особливо помітне в провінційних містах, сільській місцевості.

У деяких роботах [2-4] при побудові системи показників якості транспорту дослідники відштовхуються від класифікації за ступенем деталізації показників. Одночасно існує можливість класифікувати показники залежно від ролі при оцінці, тобто виокремити три групи: класифікаційні, обмежувальні й оціночні. Ця оцінка може бути представлена в кількісній і якісній формі, як показано на рисунку 1.

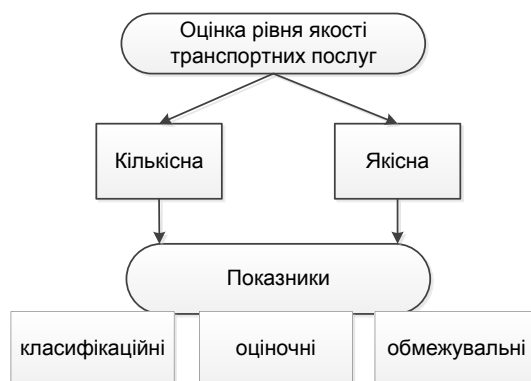


Рисунок 1 – Класифікація показників оцінки рівня якості транспортних послуг

У кількісній формі оцінка виражається числом, яке є значенням комплексного показника якості, що відображає визначену сукупність властивостей транспортної послуги.

У якісній формі оцінка подається у вигляді твердження про відповідність стандартам транспортної послуги, за сукупністю властивостей рівню вимог споживачів, перевершує його чи уступає йому.

Оцінюванню рівня якості транспортної послуги повинен передувати вибір показників якості, за якими здійснюється оцінювання.

Класифікаційні показники характеризують призначення й сфера застосування даного виду транспортної послуги. Вони характеризують приналежність транспортної послуги до певного класифікаційного угруповання у вибраній системі класифікації та групуються за однорідністю властивостей, що характеризуються, на три види: функціональні, ресурсозберігаючі і природоохоронні. Функціональні показники якості характеризують її властивості, що визначають функціональну придатність задовольняти задані потреби. Ресурсозберігаючі показники оцінюють здібність засобів праці виконувати більше продукції при меншому споживанні ресурсів (більше перевезень при меншому споживанні палива). Природоохоронні – показують ступінь впливу процесу надання транспортних послуг на навколишнє середовище.

З огляду на сутність якості транспортних послуг можна виокремити два підходи до формування якості транспортних послуг. Перший ґрунтується на очікуванні споживачів щодо рівня якості послуг, які надаються. Другий – на особливостях технологічних процесів надання транспортних послуг (рис. 2).

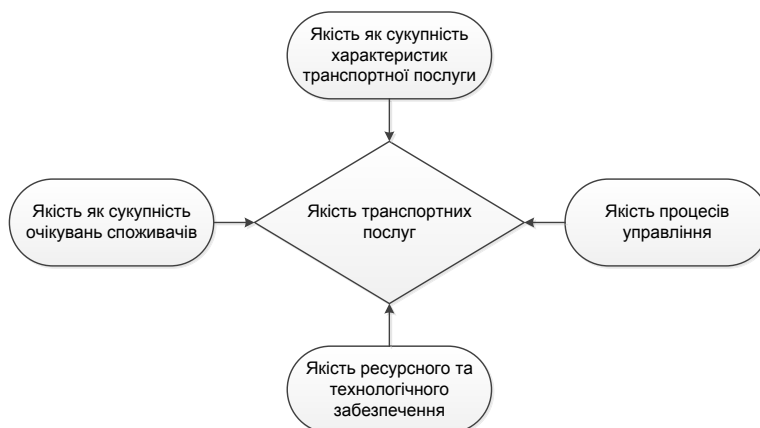


Рисунок 2 – Сутнісно-змістова структура якості транспортних послуг [1]

Якість управління (як процес), необхідно розглядати як створення найкращих умов для діяльності соціально-економічної системи, які відповідають соціокультурним і морально-психологічним особливостям послуг, рівню розвитку та потенціалу всіх складових і елементів підприємств пасажирського автомобільного транспорту; стану та перспективам розвитку зовнішнього середовища. Дане визначення відображає відповідність між якістю управління транспортним підприємством та очікуваннями споживачів транспортних послуг.

Висновки

Загальна ситуація з управлінням якістю в Україні може бути визначена як ситуація, в якій цим проблемам не надається належна увага. Проблема полягає в тому, що радикальні перетворення в економіці, що здійснювались у процесі її реформування, повинні супроводжуватися радикальними перетвореннями в управлінні на мікрорівні, що, безсумнівно, стосується і транспортної галузі.

Серед пріоритетних напрямків підвищення якості надання послуг на міському пасажирському транспорті можна виділити:

- використання комфортабельного рухомого складу;
- дотримання вимог безпеки перевезень пасажирів;
- дотримання регулярності руху транспортних засобів;
- оптимізація транспортної мережі та забезпечення зручних місць зупинок транспортних засобів;
- створення зручного розкладу руху пасажирського транспорту;
- інформаційний супровід пасажирів та ін.

Вирішення завдань виділених пріоритетних напрямків є важливою складовою для підвищення якості надання послуг пасажирських перевезень та в результаті призведе до розвитку економіки регіону та надходження коштів до місцевого бюджету.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучерук Г. Ю. Якість транспортних послуг: управління, розвиток та ефективність : Монографія / Г. Ю. Кучерук – К.: ДЕТУТ, 2011. – 208 с.
2. Дикань В. Л. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту : монографія / Дикань В. Л., Зубенко В. О. – Х.: УкрДАЗТ, 2008. – 194 с.
3. Сич Є. М. Закони економіки транспорту : монографія / Сич Кислий В. М. – Ніжин: Видавництво «Аспект-Поліграф», 2009. – 160 с.
4. Кашканов В. А. Організація автомобільних перевезень: навчальний посібник / В. А. Кашканов, А. А. Кашканов, В. В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 139 с.
5. Кашканов В.А. Перспективні види міського пасажирського транспорту / В. А. Кашканов, В.В. Василик // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня 2017 р. Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2017. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/16772/2840.pdf?sequence=3>
6. Швець В.В. Заходи з підвищення комфортності транспортної системи міста Вінниці / В. В. Швець, В. Л. Гарнага, В. А. Кашканов, В. В. Галіброда // Матеріали III-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-16 квітня 2015 року: збірник наукових праць – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 100-104. Режим доступу <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2015.pdf>

Кашканов Віталій Альбертович, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kash_2004@ukr.net

Василик Валентина, студентка групи 1ТТ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1tt16ms.vasylyk@gmail.com

Kashkanov Vitaly, Ph.D., associate professor, assistant professor of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: kash_2004@ukr.net

Vasylyk Valentina, student group 1ТТ-16ms, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: 1tt16ms.vasylyk@gmail.com

ТРУДНОЩІ ВИЗНАЧЕННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ ДОРОЖНІХ ОБ'ЄКТІВ В ТЕМНУ ПОРУ ДОБИ ПРИ АВТОТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗІ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано причини ДТП в темну пору доби, труднощі, які постають перед експертами-автотехніками при проведенні експертиз, розглянуто можливість їх вирішення за допомогою запропонованої методики визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби при експертизі ДТП.

Ключові слова: дальність видимості, дорожньо-транспортна пригода, темна пора доби, тест-об'єкт, автомобіль, світло фар.

Abstract

The causes of the nighttime accidents, the difficulties encountered by the experts in the field of automobile engineering during the examination are analyzed, the possibility of solving them with the help of the proposed method of determining the distance of road objects visibility during the examination of nighttime accident is considered.

Keywords: visibility, traffic accident, nighttime, test object, car headlights.

Вступ

Зазначимо, що дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) виникають внаслідок порушення нормально-го функціонування системи „водій – автомобіль – дорога – середовище руху”. А в темну пору доби безпечний режим руху визначається допустимою швидкістю руху, яку водій має обирати в залежності від дальності видимості. основна задача експериментальних досліджень видимості в системі „водій – автомобіль – дорога – середовище руху” полягає в одержанні даних, що адекватно відображають процес сприйняття водієм зорової інформації в різних умовах.

За даними Управління безпеки дорожнього руху в Україні за 8 місяців 2017 року кількість ДТП зросла на 8,9% до 1028263 випадків, кількість ДТП з постраждалими зросла на 3,9% (16898 випадків) [1]. В свою чергу, з загального числа ДТП біля 50 % пригод скоюються саме в темну пору доби [2-4].

Метою роботи є аналіз причини великої кількості ДТП в темну пору доби та дослідження існуючих труднощів визначення дальності видимості та переваг застосування розробленої автором методики визначення дальності видимості тест-об'єктів на дорозі в темну пору доби .

Результати досліджень

Основні причини надзвичайно великої кількості ДТП в темну пору доби, одержані в результаті аналізу [3-8]: зниження дальності видимості дорожньої обстановки; засліплення водіїв фарами зустрічних автомобілів; незадовільне освітлення проїзної частини, а для більшості доріг – повна його відсутність; перевищення допустимої швидкості руху за умовами видимості [2-4]; незадовільний технічний стан системи освітлення; підвищена втомлюваність водія вночі, засліплювання його світлом фар зустрічного автомобіля; фізіологічна непристосованість організму людини до праці вночі [3]; відсутність фізіологічного методу для водіїв на перебудову свого режиму для роботи вночі [3]; відсутність досвіду і професійних прийомів керування автомобілем уночі; фізична втома, недостатні індивідуальні навички керування автомобілем; відсутність у свідомості водія повної реальної оцінки нічної дорожньої обстановки, адже вночі потрібна висока стійкість уваги (97% інформації отримується завдяки зору); послаблений контроль з боку контролюючих органів, відчуття безкарності за порушення правил дорожнього руху в темну пору доби; неналежний дизайн вулиць і застарілі стандарти міського планування і будівництва доріг.

Зі спеціальної літератури [2] відомо, що одним з ключових технічних питань, яке ставиться перед експертом при експертизі ДТП, є питання про наявність у водія технічної можливості запобігти ДТП гальмуванням. Якщо розрахунки покажуть, що у водія була можливість зупинити автомобіль до місця ДТП, то постає питання, чому водій не скористався такою можливістю і не запобіг ДТП. При відсутності факторів об'єктивного і суб'єктивного порядку, які могли б завадити водію вчасно загальмувати в даній ситуації, наявність технічної можливості запобігти ДТП стає доказом порушення водієм ПДР. Вчасне прийняття водієм заходів щодо гальмування навіть за умов відсутності технічної можливості запобігання ДТП може засвідчувати, що водій прийняв необхідні міри, але в потрібний момент не міг запобігти пригоді.

Задача оцінки дальності видимості виникає при проведенні автотехнічної експертизи ДТП. Від точності її визначення залежить об'єктивність прийняття рішення про винність або не винність водія. За існуючою методикою [2] дальність видимості визначають при проведенні дорожнього експерименту, який є трудомістким і потребує залучення фахівців. На жаль, на сьогоднішній день відсутні математичні залежності та експертні програми для визначення дальності видимості, які б дозволили уникнути натурного експерименту.

При експертизі ДТП виконується комплексне науково-технічне дослідження всіх аспектів кожної пригоди окремо. Як відомо, кожна ДТП має свої певні особливості, причому в більшості пригод одночасно діють декілька видів причинно-наслідкових зв'язків. Це ускладнює експертизу ДТП і зумовлює необхідність шляхом інженерного аналізу встановлювати частинні технічні, причинно-наслідкові, функціональні, часові та інші зв'язки, які діяли в процесі пригоди. Великою мірою об'єктивність розслідування залежить від правильності вибору початкових даних та методики інженерного розрахунку, які повинні удосконалюватись відповідно до наукових розробок з застосуванням сучасних математичних методів. Слід зазначити, що основні труднощі розв'язування такого роду задач обумовлені наступними причинами:

- прийняття конкретного об'єктивного рішення при дослідженнях потребує врахування дуже великого числа факторів впливу (дослідженням піддаються всі підсистеми системи ВАДС: водій (зорові і психологічні параметри), автомобіль (параметри руху, фотометричні характеристики світлових приладів), дорога (фотометричні характеристики різних елементів дорожньої обстановки), фізичне середовище руху (стан прозорості атмосфери, рівень природної освітленості).). Також в більшості випадків одночасно діють декілька видів причинно-наслідкових зв'язків [3, 8];

- відсутні чіткі аналітичні залежності між факторами впливу (причинами) і певним наслідком, а застосування існуючих методів призводить до значних труднощів через необхідність врахування різних факторів, як кількісних (швидкість руху автомобіля), так і якісних (тип фар та світлорозподілу, вид і стан дорожнього покриття). Подання інформації про кількісні величини в лінгвістичній формі теж створює певні труднощі.

Перераховані проблеми вимагають створення об'єктивних методів дорожніх досліджень.

Для вирішення вищерозглянутих проблем на основі методу ідентифікації нелінійних об'єктів нечіткими базами знань [3-8] була розроблена математична модель визначення дальності видимості (рис. 1) дорожніх об'єктів в світлі автомобільних фар. Процес побудови моделі розподілявся на два етапи - структурна та параметрична ідентифікації. Були обрані найвагоміші фактори впливу на дальність видимості, які характеризують водія: В - гострота зору, у.о; Т - тривалість роботи за кермом, год.; С - коефіцієнт засліплення, у.о.; автомобіль: G - рівень завантаження, кг; Е - освітленість дороги, лк; дорогу, середовище: W - прозорість атмосфери, м; F - розташування перешкоди, м; К - контраст об'єкта розрізнення з фоном, у.о.; була розроблена нечітка база знань, визначені параметри функцій належності після налаштування. На основі розробленої та налаштованої моделі [4, 5, 7-8] була створена програма для визначення дальності видимості дорожніх об'єктів в умовах неточності та невизначеності вихідних даних.

Отже для зменшення невизначеності вихідних даних в розробленій методиці і експертній програмі вони можуть задаватися числом, термом або за принципом "термометра" [6-8], коли експерт не в змозі оцінити змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень. Принцип термометра в оцінці якісних змінних – експертна оцінка того чи іншого показника здійснюється шляхом закреслення частини шкали (рис. 2), ліва та права границі якої відповідають найменшому та найбільшому рівням показника. Принцип термометра зручно застосовувати в тих випадках, коли експерт не в змозі оцінити деяку змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень.

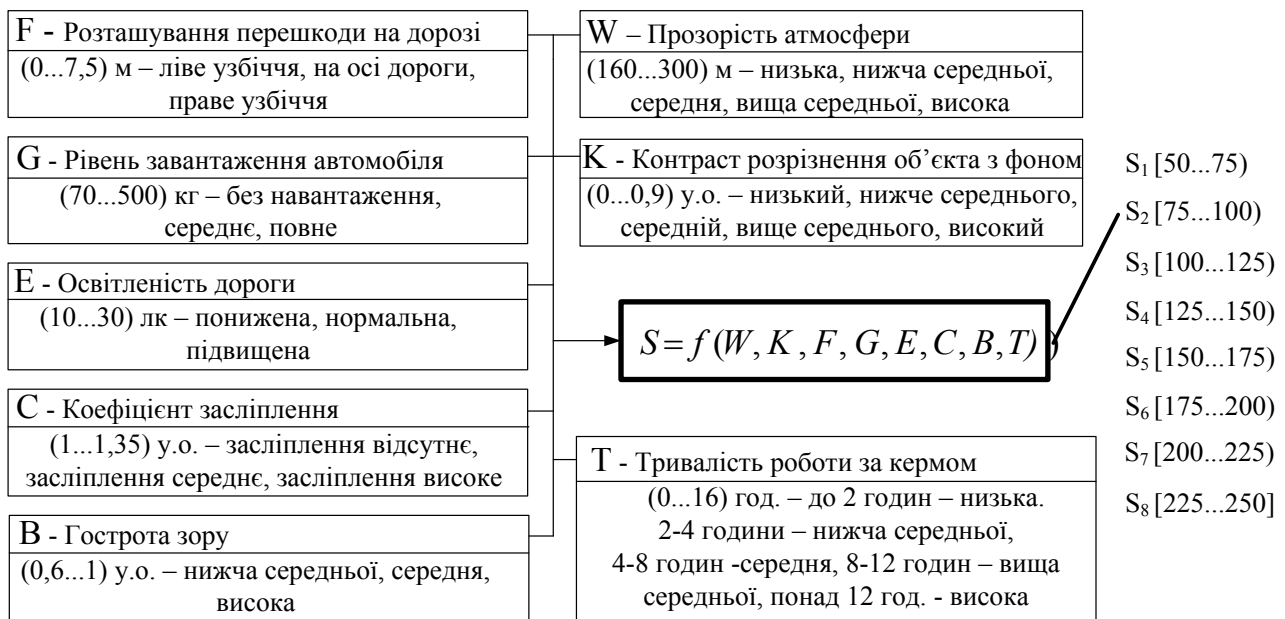


Рисунок 1. Структура моделі визначення дальності видимості



Рисунок 2. Оцінка параметра за принципом термометра

Розроблена програма дає змогу визначати значення дальності видимості дорожнього об'єкту за конкретних умов дорожньої обстановки.

Висновки

Для зменшення невизначеності вихідних даних при автотехнічній експертизі ДТП запропоновано використання нечіткої експертної інформації про значення факторів впливу на дальність видимості з удосконаленого протоколу огляду місця ДТП. Вихідні дані можуть задаватися числом, термом або за принципом “термометра”, коли експерт не в змозі оцінити змінну ні числом, ні якісним термом, а лише інтуїтивно відчуває її рівень. Удосконалена методика та розроблена експертна програма дозволяють визначати дальність видимості в конкретних дорожніх умовах використовуючи удосконалений протокол ДТП і зменшити час, який витрачається експертом–автотехніком для поглибленого аналізу, допиту учасників пригоди та свідків, проведення натурного слідчого експерименту. Застосування експертної програми дасть змогу суттєво зменшити об'єм досліджень, підвищити об'єктивність прийняття рішення.

Основні переваги від автоматизації процесу визначення дальності видимості:

- визначення величини дальності видимості за матеріалами протоколу ДТП;
- врахування основних факторів впливу на дальність видимості при відсутності їх точних значень;
- відсутність необхідності проведення дорожніх експериментів з залученням людських ресурсів та використанням матеріальних затрат і спеціального обладнання;
- можливі рекомендації щодо вибору безпечних режимів руху за конкретними умовами видимості;
- максимальна відносна похибка прогнозу не перевищує 10,4%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистика аварійності в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.sai.gov.ua/ua/ua/static/21.htm> – Назва з екрана.
 2. Использование специальных познаний в расследовании дорожно-транспортных происшествий / [Кривицкий А. М., Шапоров Ю. И., Фальковский В. В. и др.] : под общ. ред. : канд. техн. наук Кривицкого А. М. и канд. юрид. наук Шапорова Ю. И. – Мн. : Харвест, 2004. – 128 с.
 3. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / [Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. та інші.]. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
 4. Кужель В. П. Методика зменшення невизначеності в задачах авто технічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби : монографія / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов. ВНТУ, 2010. – 200 с.
 5. Кужель В. П. Оцінка дальності видимості дорожніх об'єктів у темну пору доби при експертизі ДТП за допомогою нечіткої логіки / В. П. Кужель // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2008. – №41. – С. 91 – 95.
 6. Кужель В. П. Теоретичні основи оптимізації функціонування автомобільних систем адаптивного освітлення / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, Ю. Ю. Кукурудзяк // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Міжвузівський збірник. Випуск №1(3) 2015. – Луцьк. – 2015. – С. 103 – 110.
 7. Кужель В. П. Розробка комплексної програми для вдосконалення проведення автотехнічних експертиз ДТП, які сталися в темну пору доби / В. П. Кужель, В. А. Кашканов // НАУКОВІ НОТАТКИ. Міжвузівський збірник. Випуск 28 (Травень 2010). – Луцьк. – 2010. – С. 284 – 289.
 8. Кужель В. П. Зменшення невизначеності вихідних даних при автотехнічній експертизі ДТП в темну пору доби / В. П. Кужель. – Вісник національного технічного університету «ХП». Серія «Автомобіле- та тракторобудування». № 10 (1119), Харків, НТУ «ХП», 2015. – С. 107 – 114.
- Кужель Володимир Петрович**, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com
- Kuzhel Volodimir P.**, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ АТП

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто деякі особливості вибору раціонального терміну експлуатації рухомого складу АТП.

Ключові слова: термін експлуатації, рухомий склад, транспортна послуга, ефективність експлуатації.

Abstract

Some features of the choice of rational lifetime of rolling stock ATP are considered.

Keywords: service life, rolling stock, transport service, efficiency of operation.

Вступ

Основні завдання автотранспортного підприємства, яке займається перевезеннями пасажирів, полягають в забезпеченні безперебійної роботи лінійних автобусів на маршрутах, згідно з графіком руху, з урахуванням всіх вимог до безпеки руху і можливістю отримання прибутку з кожної транспортної одиниці рухомого складу АТП, [1,2]. Тобто з одного боку необхідно організувати оптимальну технічну експлуатацію всього рухомого складу на підприємстві, а з іншого, отримати максимальний прибуток з кожного лінійного автобуса. Оптимізація цих показників досягається за рахунок комплексної діяльності багатьох напрямків, зокрема, таких як:

розподіл автобусів за маршрутами, в залежності від пасажирообороту, складності маршруту, дорожніх і погодних умов;
своєчасне виконання і грамотне планування робіт по ТО і ПР;
контроль якості виконання ЩО, ТО і ремонту автобусів на власній ВТБ або сервісній станції;
моніторинг якості перевезення пасажирів;
аналіз попиту на маршрути, ціноутворення;
підвищення кваліфікації персоналу (в тому числі інженерно-технічного, водіїв);
укладання договорів на постачання палива, запасних частин, мастильних матеріалів по оптимальному співвідношенню ціна - якість;
ефективна взаємодія з фірмами-підприємцями, що надають послуги з виконання робіт, які підприємство не в змозі виконувати самостійно.

Основна частина

На даний час існує велика кількість напрямків діяльності, направлених на вдосконалення роботи АТП. Перераховані вище можна умовно віднести до організаційно-управлінських напрямків підвищення ефективності діяльності АТП.

Друга основна група напрямків пов'язана з управлінням технічною експлуатацією автомобілів на підприємстві. В умовах сьогодення, на нашу думку, найбільш доцільно приділяти основну увагу даній групі напрямків, а саме питанням, пов'язаним з визначенням раціонального терміну експлуатації рухомого складу і механізмам його поновлення.

Очевидно, що якість надання транспортних послуг є одним з ключових факторів, що характеризує результативність ринкової діяльності автотранспортних підприємств.

Якісна транспортна послуга може бути надана з використанням надійного рухомого складу, який визначає можливість перевізника здійснити своєчасне перевезення пасажирів, згідно з паспортом маршруту, дотримуючись графіка руху з високими показниками безпеки та комфорту. У великих містах, найчастіше причинами невиконання графіка (або інтервалу руху автобусів на маршруті) можуть бути: щільний дорожній рух в найбільш завантажений період часу, різноманітні

ремонтні дорожні роботи, дорожньо-транспортні пригоди, незадовільні погодні умови. У більшості випадків наведені вище події носять випадковий характер, що унеможливує їх врахування з метою підвищення ефективності функціонування рухомого складу АТП на маршрутах міста.

Тому, ключовим фактором, який впливає на якість надання транспортних послуг є технічний стан рухомого складу.

Неможливість випуску необхідної кількості рухомого складу, часті сходи автобуса з лінії, простої в ремонтній службі або регулярні ДТП за участю автобусів парку приводять до збоїв у русі автобусів, зниження належної якості перевезення пасажирів, зниження безпеки руху і, як наслідок, втрати клієнтів або відкликання ліцензії на маршрут і на здійснення перевезень. Тому, для визначення оптимального терміну експлуатації (лізингу) автобуса необхідно враховувати зміну техніко - експлуатаційних показників рухомого складу пасажирського АТП, [2].

Експлуатація автобуса починається з його придбання або укладення договору лізингу, для підприємств, які планують експлуатувати автобус по програмі лізингу.

Договір лізингу передбачає підбір терміну експлуатації автобуса (найчастіше в роках), ще до надання права експлуатації перевізнику, тобто на стадії укладання договору. Тому, для визначення оптимального терміну лізингу необхідно встановити такий термін експлуатації автобуса, при якому відповідні цього терміну показники ефективності парку не матимуть негативного впливу на роботу АТП, а прибуток підприємства від експлуатації таких автобусів буде максимальним.

Таким чином, для вибору раціонального терміну експлуатації рухомого складу АТП необхідно сформулювати цільову функцію та відповідно обмеження цільової функції, що залежать від терміну експлуатації автобусів на АТП (x), та відповідають терміну лізингу. У якості обмежень цільової функції доцільного застосувати фактичні показники ефективності експлуатації рухомого складу АТП (R_i^{ϕ}), фактичні чисельні значення яких повинні відповідати заданим інтервалам (плановим або нормативним показникам (R_i^{π})).

В даному випадку цільовою функцією є питомий прибуток від здійснення пасажирських перевезень рухомим складом АТП (C_{num}), значення якої має бути максимальним.

Обмеження цільової функції та цільову функцію можна записати у вигляді:

$$R_i^{\phi}(x) \geq R_i^{\pi}$$

$$C_{num} \rightarrow \max$$

Висновки

В процесі експлуатації відбувається зниження надійності автобуса, що в свою чергу призводить до погіршення техніко-експлуатаційних показників автобуса, збільшення витрат матеріальних і трудових ресурсів, спрямованих на підтримку рухомого складу в технічно справному стані. Термін лізингу впливає на термін експлуатації автобуса і вікову структуру рухомого складу АТП, що в свою чергу впливає на показники ефективності всього парку АТП, [3]. Відповідно змінюючи термін лізингу транспортного засобу, змінюються і показники ефективності парку підприємства.

Тому в умовах сьогодення, важливого значення набуває задача вибору раціонального терміну експлуатації рухомого складу АТП, яка обумовлена сучасними ринковими вимогами до якості пасажирських перевезень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волгин Владислав Васильевич. Автосервис. Маркетинг и анализ: Практическое пособие / В.В. Волгин // М.: Издательско – торговая корпорация «Дашков и К», 2005. – 496 с.
2. Спирин И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / И. В. Спирин // М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.

3. Біліченко В. В. Обґрунтування критеріїв оцінки ефективності вибору запасних частин, що зберігаються на складі АТП для підтримки в справному стані його рухомого складу / В. В. Біліченко, О. П. Антонюк. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2016. – №2(77). – С. 56–61.

Володимир Анатолійович Каращенко - студент групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

Вячеслав Йосипович Зелінський - асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, email: Zelinskiy@ukr.net.

Karaschenko Vladimir A — faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University.

Zelinsky Vyacheslav I. - assistant department Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, email: Zelinskiy@ukr.net.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРНИХ ГРУП ЗАПАСНИХ ЧАСТИН, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ ПОПОВНЕННЯ СКЛАДУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості формування номенклатурних груп запасних частин, необхідних для поповнення складу запасних частин автотранспортного підприємства

Ключові слова: номенклатура, запасна частина, рухомий склад, автотранспортне підприємство, склад.

Abstract

The peculiarities of the formation of the peculiarities of the formation of the nomenclature groups of spare parts, necessary for replenishment of the spare parts of the motor transport enterprise.

Keywords: nomenclature, spare part, rolling stock, motor transport company, warehouse.

Вступ

Реалізація логістичної функції АТП - прогнозування, планування та нормування матеріальних запасів – вимагає рішення проблеми оптимізації номенклатури запасних частин, що входять до складу матеріальних запасів підприємства.

Але враховуючи, що номенклатура та асортимент запасних частин сучасного автомобіля настільки широкий, що виконувати моделювання і ретельний аналіз кожної номенклатурної позиції практично нереально. Структуризація номенклатури запасних частин багато в чому сприяє підвищенню ефективності процесу управління матеріальними запасами і здешевленню контролю їх стану.

Вирішення зазначеної проблеми є неможливим без застосування методів визначення номенклатурних груп запасних частин, тому доцільно проводити структуризацію запасів з використанням методів структурованого аналізу *ABC* і *XYZ*.

Основна частина

Мета методу *ABC* полягає в тому, щоб з численної номенклатури запасних частин виділити головні складові, оптимізація яких повинна бути проведена в першу чергу.

У сучасних умовах, використання цього методу обумовлено широким розвитком логістичних систем. За допомогою цього методу проводимо ранжування елементів групи по значенню кожного елементу за різними критеріями. Для цього всю номенклатуру досліджуваних елементів розбиваємо на три групи, які мають: високу споживчу вартість, середню споживчу вартість і низьку споживчу вартість [1; 3].

Принцип поділу номенклатури запасних частин для кожної моделі автомобіля за частотою потреби і вартістю по групах А, В і С наведений на рис. 1.

У групу А відносимо всі запасні частини (номенклатури), починаючи з І-ї найбільшої по сумарній вартості, сума вартості, яких складає 75-80% від загальної вартості всіх запасів, але вони складають лише 10-20% загальної кількості запасних частин, які знаходяться на зберіганні. Сюди також відносяться деталі високого споживання, тобто дефіцитні номенклатури, організація постачання яких викликає складнощі [3].

В групу В- входять запасні частини середнього споживання, сума вартості яких складає близько 15-20% загальної вартості ресурсів (номенклатури), але у кількісному відношенні ці запаси складають 30-40% продукції, яка зберігається.

Група С— деталі малого споживання, сумарна вартість яких складає 5% від загальної вартості і 40-50% від загального обсягу зберігання.

Слід зазначити, що межі між групами визначаються в кожному окремому випадку довільно і не завжди співпадають з теоретичними межами. Основну увагу необхідно приділяти управлінню запасами тих ресурсів, які відносять до групи А. Для цієї групи доцільно використовувати ті системи управління запасами, де потрібний щоденний контроль за їх фактичним рівнем і точний розрахунок оптимальної величини замовлення, [1-3].

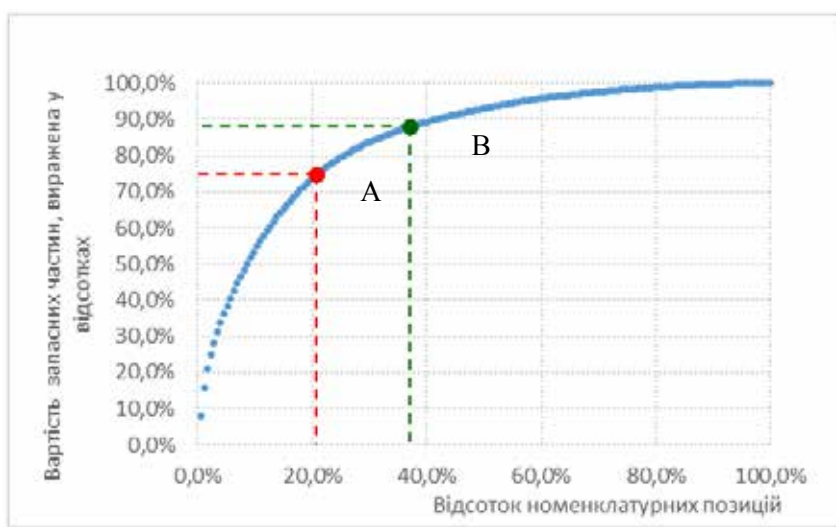


Рисунок 1- Залежність номенклатури та вартості запасних частин (крива Парето)

Для груп В і С застосовують більш прості розрахункові методи планування, а функції контролю найчастіше делегують нижчим рівням управління, [4].

Метод ABC найбільший ефект дає в поєднанні з методом XYZ, який дозволяє провести класифікацію тих же ресурсів, але в залежності від характеру їх споживання і точності прогнозування змін до потреби, що особливо важливо для дилерських організацій з реалізації ЗЧ. Угрупування запасних частин при проведенні XYZ-аналізу здійснюється в порядку зростання коефіцієнту варіації.

До категорії «X» відносять запасні частини, які характеризуються стабільною величиною споживання, незначними коливаннями в їх витраті і високою точністю прогнозу.

Категорія «Y» - це запасні частини, потреба в яких характеризується відомими тенденціями (наприклад, сезонними коливаннями) і середніми можливостями їх прогнозування.

Запасні частини, що відносяться до категорії «Z», споживаються нерегулярно, точність їх прогнозування невисока.

Поєднання результатів аналізу XYZ на дані ABC- методу утворює 9 груп ресурсів, для кожної з них необхідно розробити свою техніку управління, при цьому кожна з груп має дві характеристики: C і коефіцієнт варіації попиту на запасну частину V (табл. 1), [4].

Таблиця 1 - Матриця номенклатурних груп при ABC- XYZ аналіз

AX $C_{\max}^* \cdot V_{\min}^*$	AY $C_{\max} \cdot \bar{V}$	AZ $C_{\max} \cdot V_{\max}$
BX $\bar{C} \cdot V_{\min}$	BY $\bar{C} \cdot \bar{V}$	BZ $\bar{C} \cdot V_{\max}$
CX $C_{\min} \cdot V_{\min}$	CY $C_{\min} \cdot \bar{V}$	CZ $C_{\min} \cdot V_{\max}$

Висновки

Таким чином, в результаті проведення *ABC і XYZ - аналізу* широкий асортимент запасних частин розподіляється на групи. При цьому, в системі управління запасами доцільно розглядати тільки найбільш важливі, тобто це група А з її поділом на групи Х, Y і Z. Причому, товарні позиції, які відносяться до груп Y і Z, вимагають обов'язкового розрахунку розміру резервного запасу. Для товарів групи С можливе застосування узагальнених методів планування і створення великих резервних запасів, так як це обходиться недорого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонюк О. П. Аналіз методів визначення номенклатурних груп запасних частин / Олег Павлович Антонюк. // Вісник СевНТУ. Серія : Машиноприладобудування та транспорт. – 2013. – №142. – С. 181–183.
2. Poliakov A.P. Identification of improvement ways of estimation method for nomenclature and quantity of spare parts / A.P. Poliakov, O.P. Antoniuk, V.V. Ratsyborynskiy // New technologies and products in machine manufacturing technologies. Journal. Режим доступу: http://www.fim.usv.ro/conf_1/tehnomusjournal/pagini/journal2013/files/4.pdf
3. Лукинський В.С. Логистика автомобильного транспорта. Концепция, методы, модели / В.С. Лукинський – М.: Финансы и статистика, 2000. – 277 с.
4. Бережной В. И., Порожня Т. А., Цвиринько И. А. Управление материальным потокам микрологистической системы автотранспортного предприятия. Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. – 198 с

Куца Марія Вадимівна - студентка групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

Вигонюк Надія Григорівна - студентка групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет.

Олег Павлович Антонюк — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: ASP_Antonuk@ukr.net

Kutsa Maria V. - faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University.

Vygonyuk Nadia G. – - faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University.

Antoniuk Oleh P. - assistant chair car and transport management, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: ASP_Antonuk@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ ПОПОВНЕННЯ СКЛАДУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто фактори, що впливають на потребу в запасних частинах. Наведено існуючі методи розрахунку потреби в запасних частинах та способи застосування методів теорії масового обслуговування для вирішення завдань управління запасами.

Ключові слова: запасна частина, моделювання, теорія масового обслуговування, матеріально-технічне забезпечення, рухомий склад

Abstract

The factors influencing the need for spare parts are considered. The existing methods of calculating the need for spare parts and methods of applying mass service theory methods to solve the tasks of inventory management are presented.

Keywords: spare part, modeling, theory of mass service, material and technical support, rolling stock.

Основна частина

На сьогодні якісна транспортна послуга автотранспортним підприємством може бути надана лише з використанням надійного рухомого складу, підтримка якого в працездатному стані вимагає вдосконалення роботи не лише служб, зайнятих технічним обслуговуванням і ремонтом, а й системи матеріально-технічного забезпечення рухомого складу.

Від своєчасного забезпечення запасними частинами безпосередньо залежить якість обслуговування споживачів транспортних послуг. На даний час конкурентоспроможність будь-якого АТП визначається його здатністю максимально ефективно організовувати експлуатацію наявного рухомого складу. У зв'язку з цим дуже важливо прагнути до скорочення часу простою автомобіля в очікуванні необхідних для його функціонування матеріалів. Додаткові затримки можуть спричинити клієнту значних матеріальних втрат. Тому він повинен бути впевнений, що отримає запасні частини вчасно.

Якісно організоване постачання необхідними запасними частинами рухомого складу є обов'язковою умовою безперебійної роботи АТП. Як правило керівництво АТП не приділяє належної уваги проблемі надмірного простою в ремонті рухомого складу через відсутність необхідних запасних частин на складах підприємства в необхідний момент часу. Проте, процес організації постачання необхідними запасними частинами є одним із ключових факторів, які впливають на своєчасність послуг з технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу.

Крім того, у більшості випадків, розрахувати реальну вартість втрат підприємства через вимушені простої рухомого складу в очікуванні конкретної запасної частини не просто.

Таким чином, прогнозування на майбутні періоди необхідної номенклатури та кількості запасних частин для підтримки рухомого складу в справному стані здійснюється на основі аналізу фахівцями служби матеріально-технічного забезпечення недостовірної інформації про використання запасних частин за попередні періоди, [1,2].

Однією з причин можливих проблем, пов'язаних з постачанням запасних частин, є відсутність чіткої схеми визначення необхідної кількості запасних частин певної номенклатури, яка б дозволяла враховувати ту чи іншу сукупність факторів, які характерні певної групи та встановлювала обсяг можливого резерву по кожній номенклатурній позиції.

Виявлення факторів, що впливають на попит на запасні частини для підприємств, є найважливішим завданням при організації системи поповнення. Запасні частини являють собою особливий товар, попит на який має нерівномірну структуру. При цьому варто зазначити, що на одну і ту ж деталь в рівні періоди часу попит не буде постійним. Попит залежить від різних факторів,

таких як сезонність, кліматичні умови, якість дорожнього покриття, інтенсивність експлуатації рухомого складу, його вікова структура.

Тому, важливим завданням служби матеріально-технічного забезпечення є визначення необхідної номенклатури та кількості номенклатурних позицій. При цьому важливо виключити можливість дефіциту або затоварення складу непотрібними запасними частинами. При відсутності на складі необхідних запасних частин, збільшується час простою рухомого складу, зростає імовірність невиконання транспортної роботи, що може спричинити втрату клієнта. При надмірній кількості запасних частин утворюються «мертві запаси», які не приносять дохід, але вимагають додаткових фінансових витрат на їх утримання. Чим довше зберігаються на складі запасні частини, тим дорожче в підсумку обходиться одна номенклатурна одиниця.

При цьому вкладення коштів в запаси запасних частин, які можуть тривалий час зберігатися на складах АТП, практично завжди супроводжується додатковими фінансовими ризиками, оскільки оборотні кошти, альтернативне застосування яких, могло б принести додатковий дохід, у результаті «заморожуються» у запасах.

Для іноземних підприємств, згідно з розрахунками фахівців, зберігання номенклатурної позиції вартістю в 1 долар на складі протягом року обходиться в середньому в 0,25 долара, а для вітчизняних підприємств 20...30% від її закупівельної вартості [3]. Така ситуація вимагає якомога частішого поповнення складу запасних частин, проте меншими розмірами партій.

Для виключення простою автомобіля у випадку раптової відмови, як правило, використовують гарантований запас запасних частин - найменший допустима кількість запасних частин, що зберігаються на складі. Поповнення відбувається не при нульовому значенні, а при встановленому мінімальному рівні кількості запасних частин. Застосування подібного буфера усуває можливе виникнення проблем, пов'язаних з раптовими потребами в тій чи іншій запасній частині. Від своєчасного придбання необхідних запасних частин залежить безперебійна робота рухомого складу АТП.

На більшості АТП управління потоком запасних частин відбувається безсистемно. Високоєфективної роботи підприємства можна досягти лише при виконанні умови раціональної організації постачання та зберігання відповідних запасних частин, що можливо лише при науковому підході до управління запасами (облік, статистика, аналіз, прогноз, обробка документації). Як результат - оптимізація запасів, зниження витрат на зберігання, а також значне скорочення часу на обслуговування рухомого складу.

На даний час можна виокремити кілька актуальних підходів по вирішенню проблеми управління запасами запасних частин. Серед них теорія управління запасами. Інструменти теорії управління запасами орієнтовані в основному на попит на продукцію. Тому розрахунок оптимального запасу товарів на складі визначається, не враховуючи резерв, ймовірності поломки і раптові відмов. Також для управління запасами часто використовуються різні методи математичного моделювання. Детермінований метод визначення необхідної кількості запасних частин застосовується, коли відомі певний період виконання замовлення та кількість необхідних запасних частин. Стохастичний метод розрахунку ґрунтується на статистичних даних про використання запасних частин за попередні періоди (для розрахунків використовують апроксимацію середніх значень, метод експоненціального згладжування, регресійний аналіз). Проте, на практиці найчастіше застосовуються евристичні методи розрахунку. Данні про запаси і потреби в них визначають на основі досвіду фахівців.

Також для визначення необхідної кількості запасних частин може застосовуватися методи теорії масового обслуговування. Оптимальна система обслуговування направлена на мінімізацію матеріальних втрат викликаних простоями рухомого складу в очікуванні необхідних запасних частин, тобто на забезпечення безперебійної роботи підприємства. Потік заявок на обслуговування носить імовірнісний характер. Відмови при роботі з технікою завжди відбуваються раптово, і точно передбачити момент відмови неможливо. За допомогою методів теорії масового обслуговування можна визначити оптимальну кількість запасних частин, які мають бути на складі АТП в заданий момент часу, середній час очікування необхідної запасної частини та час обслуговування і тим самим поліпшити ефективність надання послуг з технічного обслуговування та ремонту рухомого складу і як результат підвищити ефективність функціонування АТП загалом.

Найважливішим показником продуктивності системи обслуговування є час очікування обслуговування. В якості критерію ефективності системи слід використовувати ймовірність затримки

в обслуговування через відсутність необхідних запасних частин (заборони на обслуговування). Чим менше ймовірність виникнення заборони на обслуговування, тим вище ефективність системи обслуговування, [4].

За допомогою математичного апарату теорії масового обслуговування нескладно виявити, що мінімізація сумарних витрат на постачання запасними частинами досягається при реалізації умови, що відношення матеріальних втрат через простої рухомого складу, в очікуванні необхідних запасних частин до матеріальних затрат на зберігання запасних частин на складі значно більше відношення інтенсивності видачі запасних частин до інтенсивності поповнення запасів. Тобто, якщо втрати від простоїв високі, то потрібно збільшити інтенсивність поповнення запасів.

Висновки

Встановлено, що для безперебійного надання транспортних послуг автотранспортному підприємству необхідно мати на складі певний обсяг запасних частин в заданий момент часу. Тому, для автотранспортних підприємств актуальною залишається проблема своєчасного та достовірного визначення необхідної кількості запасних частин, що на сьогоднішній день неможливо без застосування сучасних наукових методів.

Використовуючи теорію масового обслуговування, на основі аналізу потоків заявок на ремонт рухомого складу, можна встановити періодичність поповнення складу запасних частин автотранспортного підприємства. При цьому, за деякими параметрами (час очікування запасної частини) можна оцінити ефективність роботи системи і при необхідності скоригувати її шляхом зміни рівня гарантованого запасу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Poliakov A. Identification of improvement ways of estimation method for nomenclature and quantity of spare parts / A. Poliakov, O. Antonyuk, V. Ratsyborynskiy // *Tehnomus. New technologies and products in machine manufacturing technologies. Journal.* – 2013. – No. 20. – P. 34– 39.
2. Біліченко В.В. Особливості організації забезпечення необхідними запасними частинами рухомого складу АТП / В.В. Біліченко, О.П. Антонюк // III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН-2017)». - Вінниця, ВНТУ, 22-26 травня 2017 року
3. Лукинський В.С. Логистика автомобильного транспорта / В.С. Лукинський, В.И. Бережной, Е.В. Бережная – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
4. Шикин Е.В. Математические методы и модели в управлении / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили– М.: Дело, 2000

Вячеслав Йосипович Зелінський - асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, email: Zelinskiy@ukr.net.

Олег Павлович Антонюк — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: ASP_Antonuk@ukr.net

Zelinsky Vyacheslav I. - assistant department Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, email: Zelinskiy@ukr.net.

Antoniuk Oleh P. — assistant chair car and transport management, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: ASP_Antonuk@ukr.net

ШЛЯХИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розглянуто сучасний стан та тенденції розвитку виробничо-технічної бази автомобільного транспорту України. На основі аналізу сучасного стану виробничо-технічної бази, розвитку рухомого складу, об'єктивних обмежень та загальних тенденцій виробничо-господарських відносин окреслено шляхи та перспективи її розвитку.

Ключові слова: *автотранспортне підприємство, автосервісне підприємство, виробничо-технічна база, розвиток, концентрація, кооперація, спеціалізація.*

Abstract

The article considers the current state and trends of development of the production-technical base of motor transport of Ukraine. Based on the analysis of the current state of the production-technical base, the development of rolling stock, objective constraints and general tendencies of industrial-economic relations, the ways and perspectives of its development are outlined.

Keywords: *motor transport enterprise, car service enterprise, production-technical base, development, concentration, cooperation, specialization.*

В сучасних умовах господарювання автомобільний транспорт залишається одним із основних видів перевезення вантажів і пасажирів в Україні. При цьому спостерігається стійка тенденція заміни рухомого складу існуючих автотранспортних підприємств (АТП) автомобілями іноземних виробників, як новими, так і вживаними. Завдяки цьому суттєво збільшується чисельність і різномарочність рухомого складу, а відповідно і потреба в їх технічному обслуговуванні (ТО) і ремонті. Якщо з ТО та ремонтом рухомого складу виробництва країн колишнього СРСР та досить старими закордонними автомобілями проблема стоїть не так гостро, адже більшу частину таких автомобілів можна відремонтувати на існуючій виробничо-технічній базі (ВТБ) відповідних АТП. Проте сучасні закордонні автомобілі, оснащені електронними системами, значно відрізняються від існуючого парку рухомого складу, що для ТО і ремонту вимагає застосування спеціального технологічного обладнання та персоналу, який має відповідну підготовку. Внаслідок цього ВТБ, яка створювалась на цих АТП роками під існуючий рухомий склад, буде не в змозі забезпечити підтримку в працездатному стані таких автомобілів.

З іншої сторони, в 1990-х років відбулося значне розукрупнення і роздержавлення великих автотранспортних підприємств. Так, на сьогоднішній день, парк автомобілів більшості АТП нараховує кілька десятків одиниць рухомого складу, і тільки близько 1% АТП мають у своєму складі понад 100 одиниць рухомого складу. Територія та виробничі потужності цих підприємств простоюють, здаються в оренду або використовуються не за призначенням, а потужності, що використовуються за призначенням, мають значний знос. Крім того, на ринку транспортних послуг працює велика кількість дрібних приватних перевізників, які мають у своєму складі декілька одиниць рухомого складу та взагалі не мають ремонтної бази.

Виконання повного переліку робіт на таких АТП призводить до малоефективного використання виробничих потужностей, втраті рентабельності і низькій фондовіддачі ВТБ. Крім того, обсягів робіт на таких АТП, як правило, недостатньо для застосування сучасних технологічних процесів і обладнання, що призводить до великих витрат на підтримку автомобілів в технічно справному стані і простою їх в очікуванні ТО і ремонту, зниженні коефіцієнта технічної готовності тощо. Велика різномарочність рухомого складу також ускладнює організацію ВТБ і виконання ТО і ремонту.

Зростання парку рухомого складу, особливо за рахунок дрібних перевізників, супроводжується зростанням попиту на послуги автосервісу. Поява в останні роки значної кількості автосервісних

підприємств все ще не дозволяє забезпечити існуючу потребу в ТО і ремонті на якісному рівні. Черга на обслуговування може призвести до простоїв рухомого складу на тиждень і більше, що негативно впливає на задоволеність власників рухомого складу певною маркою автомобіля тощо.

Задоволеність автоперевізників, як клієнтів автосервісу, а також поступову раціоналізацію потужностей ВТБ існуючих АТП можливо забезпечити за рахунок фірмового автосервісу. Фірмова мережа автосервісних підприємств забезпечує гарантоване високоякісне і швидке обслуговування через наявність оптимальної кількості площ, кваліфікованого персоналу, спеціалізованого обладнання, спеціальних пристосувань, а також необхідної номенклатури запасних частин. Проте не всі закордонні автовиробники мають в Україні розвинену фірмову мережу, що також негативно впливає і на обсяги продажу цих марок автомобілів.

На основі аналізу потужностей і стану ВТБ діючих автотранспортних і автосервісних підприємств, враховуючи прогнози розвитку рухомого складу, об'єктивні обмеження розвитку ВТБ та наукові розробки в цьому напрямку [1 – 4], можна виділити такі шляхи розвитку ВТБ автомобільного транспорту:

1. Удосконалення існуючої ВТБ без істотної зміни її структури і принципів функціонування;
2. Створення розвиненої системи спеціалізації і кооперації виробництва ТО і ремонту головним чином для автомобільного транспорту загального користування;
3. Організація ВТБ на основі концентрації, спеціалізації і кооперації виробництва на регіональному рівні незалежно від відомчої приналежності рухомого складу.

Для 1-го варіанту основними напрямками розвитку ВТБ є: реконструкція і технічне переозброєння існуючих АТП з доведенням їх до нормативної забезпеченості виробничо-складськими площами, робочими постами і технологічним обладнанням; спеціалізація і кооперація АТП по виконанню найбільш складних видів робіт ТО і ремонту; часткова кооперація АТП з автосервісними підприємствами при виконанні робіт поточного ремонту; вдосконалення методів управління виробничими процесами; перехід на комерційні відносини між технічної та експлуатаційної службами.

Для 2-го варіанту передбачається спеціалізація і кооперація АТП і автосервісних підприємств з доведенням цих форм до раціонального рівня. При цьому можливо як збереження існуючої організаційної структури ВТБ, так і її зміна на базі введення повної господарської самостійності інженерно-технічної служби.

Для 3-го варіанту передбачається створення єдиної системи організації ВТБ для ТО і ремонту рухомого складу регіону незалежно від відомчої підпорядкованості. Повна інтеграція обслуговування парку автомобілів регіону дозволить найбільш повно реалізувати переваги спеціалізації, кооперації і індустріальних методів виконання робіт, принципи комерційних відносин між технічної та експлуатаційними службами.

Проте, на сьогоднішній день реалізація якось одного окремого варіанту розвитку ВТБ недоцільна і неможлива. Враховуючи їх взаємопов'язаність, можна стверджувати, що в найближчій перспективі будуть реалізовуватись одночасно всі варіанти, але в різних масштабах. Останнім часом спостерігається найбільш широка реалізація 1-го варіанту, проте поступова оптимізація і комерціалізація відносин на автомобільному транспорті неодмінно призведе до розвитку ВТБ у вигляді переходу до наступних варіантів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г. М. Напольский; – [2-е изд., перераб. и доп.] – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.
2. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е. С. Кузнецов. – М. : Транспорт, 1990. – 272 с. – ISBN 5-277-00502-1.
3. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика : [монографія] / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 176 с. – ISBN 966-641-200-4.
4. Варфоломеев В. Н. Управление техническим развитием предприятий автомобильного транспорта : [учеб. пособие] / В. Н. Варфоломеев. – К.: УМК ВО, 1989. – 116 с.

Смирнов Євгеній Валерійович – канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: zhekasmirnov@bigmir.net.

Smyrnov Yevhenii Valeriiovich – PhD (Eng.), Senior Lecturer of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zhekasmirnov@bigmir.net.

ДІАГНОСТУВАННЯ КЕРОВАНИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ ЗА АМПЛІТУДНО-ЧАСТОТНОЮ І ФАЗО-ЧАСТОТНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто суть процесу діагностування керованих мостів колісних сільськогосподарських тракторів за амплітудно-частотною і фазо-частотною характеристиками.

Ключові слова: керований міст, трактор, амплітудно-частотна характеристика, фазо-частотна характеристика, ознаки несправностей, технічний стан.

Abstract

The essence of the process of diagnosing of the steering axle of wheeled agricultural tractors by amplitude-frequency and phase-frequency characteristics is considered.

Keywords: steering axle, tractor, amplitude-frequency characteristic, phase-frequency characteristic, failure symptoms, technical condition.

Вступ

Керований міст є однією з важливих систем, що забезпечують безпеку руху, довговічність і надійність роботи сільськогосподарських тракторів і всіх його агрегатів і вузлів, комфортабельність при виконанні сільськогосподарських робіт, а також збереження вантажів при їх транспортуванні.

Несправність керованого моста викликає збільшення вертикальних і кутових прискорень, різкі поштовхи.

Робота з несправними вузлами керованого моста погіршує керованість і стійкість трактора, знижує безпеку його руху.

Основна частина

Технічне обслуговування керованих мостів колісних сільськогосподарських тракторів полягає в діагностуванні несправностей і здійсненні потрібних регулювань та інших робіт, щоб усунути виявлені дефекти і запобігти виникненню їх надалі.

До теперішнього часу не існує системи параметрів керованого моста, за допомогою яких можна було б оцінити його технічний стан без розбирання. Окремі елементи керованого моста трактора діагностуються лише на стаціонарних спеціалізованих стендах.

Оцінка стану керованого моста без зняття з трактора здійснюється тільки з точки зору плавності ходу.

Параметри коливань підресорених і непідресорених мас дають можливість оцінити технічний стан керованого моста трактора [1].

Основним змістом діагностування керованого моста трактора по вимушеним коливанням є експериментальне визначення амплітудно-частотної характеристики.

Експериментальне визначення частотних характеристик засноване на тому, що вхідний вплив можна представити у вигляді ряду Фур'є, члени якого можуть розглядатися як окремі гармонійні впливи.

Таким чином, якщо на вхід переднього моста подавати динамічний вплив, що змінюється за гармонійним законом, то на виході матимемо сигнал тієї ж форми, але з іншою амплітудою і фазою [2].

Відношенням амплітуд вихідного X_A та вхідного H_A сигналів:

$$A(\omega) = \frac{X_A}{H_A}, \quad (1)$$

і буде визначатися амплітудно-частотна характеристика керованого моста трактора. Величина цього відношення залежить від частоти сигналу.

Різниця фаз вихідного $\varphi_2(\omega)$ і вхідного $\varphi_1(\omega)$ сигналу:

$$\varphi(\omega) = \varphi_2(\omega) - \varphi_1(\omega), \quad (2)$$

називається фазово-частотною характеристикою керованого моста трактора. Вона характеризує затримку, тобто зсув фаз вихідного сигналу по відношенню до вхідного. Ця характеристика також залежить від частоти і технічного стану керованого моста трактора.

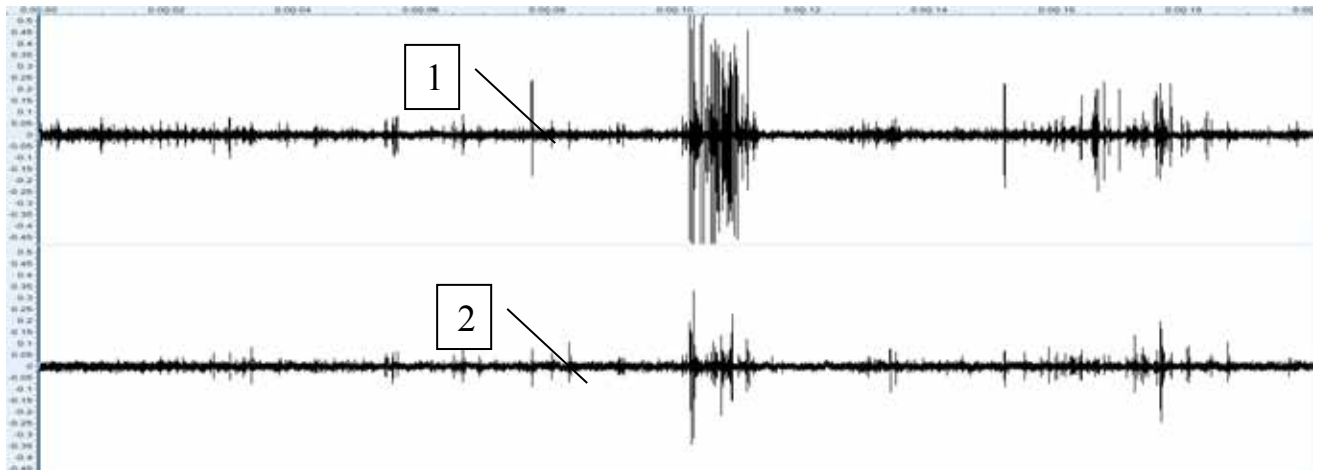


Рис. 1. Осцилограма віброприскорення керованого моста трактора МТЗ-80.1

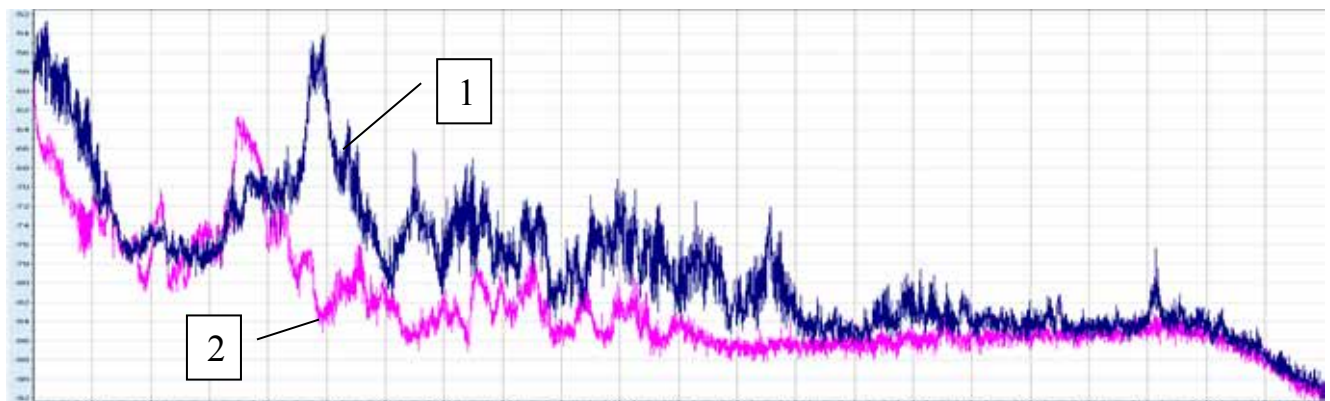


Рис. 2. Спектральний аналіз осцилограми віброприскорення керованого моста трактора МТЗ-80.1

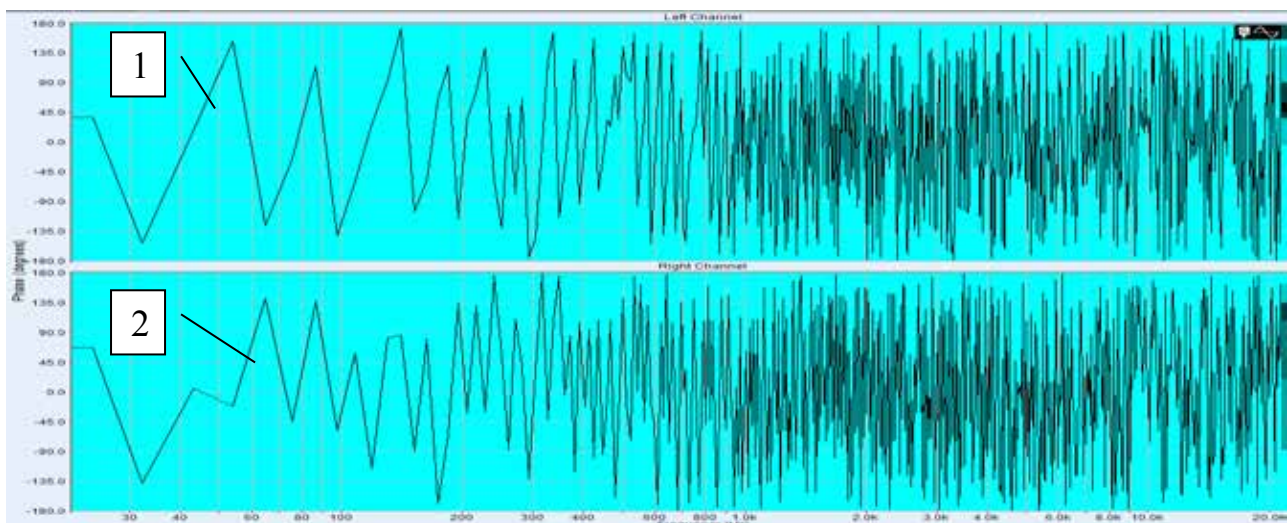


Рис. 3. Фазо-частотна характеристика керованого моста трактора МТЗ-80.1

На рис. 1 представлено осцилограми віброприскорення керованого моста трактора МТЗ-80.1, на рис. 2 - спектральний аналіз осцилограм віброприскорення керованого моста трактора МТЗ-80.1, на рис. 3 - фазо-частотну характеристику керованого моста трактора МТЗ-80.1 (де 1 – крива, що відповідає несправному стану; 2 - крива, що відповідає справному стану) [3, 4].

Висновки

Таким чином, змінюючи частоту вхідного сигналу, отримаємо амплітудну і фазо-частотну характеристики в заданому інтервалі частот, які однозначно описують технічний стан керованого моста трактора.

При дослідженнях характеристик керованого моста трактора, отриманих при вільних коливаннях трактора, криві затухаючих коливань трактора при наявності несправностей керованого моста (дефектів, розрегулювань) і без них значно відрізняються за амплітудою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малкин В.С. Техническая диагностика / В.С. Малкин. – СПб: Издательство «Лань», 2013. – 272 с.
2. Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 432 с.
3. Патент 108394 Україна (UA), МПК G01M 17/00, G01P 15/00, G01D 21/02. Спосіб діагностування керованих мостів колісних сільськогосподарських тракторів / Борисюк Д.В., Руткевич В.С.; Вінницький національний аграрний університет. — № u2016 01065; Заявл. 08.02.2016; Опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13.
4. Патент 108395 Україна (UA), МПК G01M G06F 15/00, G06F 5/16, G01M 17/00. Система діагностування керованих мостів колісних сільськогосподарських тракторів / Борисюк Д.В., Руткевич В.С.; Вінницький національний аграрний університет. — № u2016 01067; Заявл. 08.02.2016; Опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13.

Борисюк Дмитро Вікторович — Вінницький національний технічний університет, інженер кафедри автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ, e-mail: bddv@ukr.net, тел. +380680424184, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3222.

Borisyuk Dmytro V. — Vinnytsia National Technical University, engineer of the department of automobiles and transport management VNTU, e-mail: bddv@ukr.net, tel. +380680424184, Ukraine, Vinnytsya city, Warriors-Internationalists st., 7, r. 3222.

БІОДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО ЯК ПАЛИВО ДЛЯ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто фізико-хімічні властивості біодизельного палива та визначено їх вплив на показники двигунів автомобілів. Розглянуто особливості використання сумішей дизельного та біодизельного палив як палива для двигунів автомобілів.

Ключові слова: біодизельне паливо, густина, кінематична в'язкість, цетанове число, суміш палив.

Abstract

The physical and chemical properties of biodiesel fuel are considered and their influence on the indices of automobile engines is determined. Features of the use of mixtures of diesel and biodiesel fuels as fuel for engines of cars are considered.

Keywords: biodiesel fuel, density, kinematic viscosity, cetane number, fuel mixture.

Вступ

Біодизельне паливо - це вид альтернативних палив, яке використовується в автомобільних двигунах як в чистому вигляді так і в суміші з дизельним. Біодизельне паливо виготовляють із рослинних олій або тваринних жирів. З погляду хімії біодизельне паливо є сумішшю метилових або етилових ефірів та насичених і ненасичених жирних кислот [1].

Біодизельне паливо є перспективним замінником традиційного нафтового дизельного палива. Використання біодизельного палива дозволяє зменшити залежність від нафтових палив викопного походження, запаси якої постійно зменшуються.

Результати дослідження

Фізико-хімічні властивості біодизельного палива обумовлюють особливості організації та протікання робочих процесів в циліндрах двигуна у порівнянні з використанням дизельного палива.

В першу чергу необхідно відмітити більшу густину та кінематичну в'язкість біодизельного палива, завдяки чому погіршуються показники впорскування та сумішоутворення в циліндрах двигуна. Це можна усунути підігрівом біодизельного палива, щоб максимально наблизити значення цих показників до показників дизельного палива [2]. По-друге, нижча теплота згорання біодизельного палива має менше значення, ніж дизельного палива, що призводить до зменшення енергоємності біодизельного палива, потужності двигуна та погіршення динамічних показників автомобіля. Для усунення цієї особливості необхідно або збільшувати циклову подачу біодизельного палива в двигун автомобіля, або при використанні суміші дизельного та біодизельного палив збільшувати долю дизельного палива в суміші.

По-третє, цетанове число біодизельного палива більше ніж у дизельного палива, це покращує його характеристику займання, але скорочує час затримки запалення, тому для забезпечення ефективної роботи двигуна необхідно корегувати кут випередження впорскування палива. Також необхідно відмітити те, що біодизельне паливо має вищу температуру застигання, ніж дизельне паливо, що призводить до ускладнення його використання в умовах низьких температур, особливо в зимній період. Для усунення цього недоліку необхідно встановлювати систему підігріву біодизельного палива в баку.

Тому, на думку фахівців [3], повне заміщення дизельного палива нафтового походження біодизельним в двигунах, які знаходяться в експлуатації на даний час малоефективне. Найбільш перспективним є використання суміші дизельного та біодизельного палив. Навіть завдяки невеликій частці (в межах 5-10%) біодизельного палива в суміші можна зменшити витрату дизельного палива, скоротити витрати на експлуатацію автомобіля та покращити його екологічні показники.

Використання суміші дизельного та біодизельного палива дозволяє в значній мірі нівелювати

негативні особливості біодизельного палива, як палива для двигунів автомобілів. В роботі [3] проведено дослідження по визначенню впливу зміни складу суміші дизельного та біодизельного палив на її фізико-хімічні властивості. Результати дослідження представлені на рис. 1 [3].

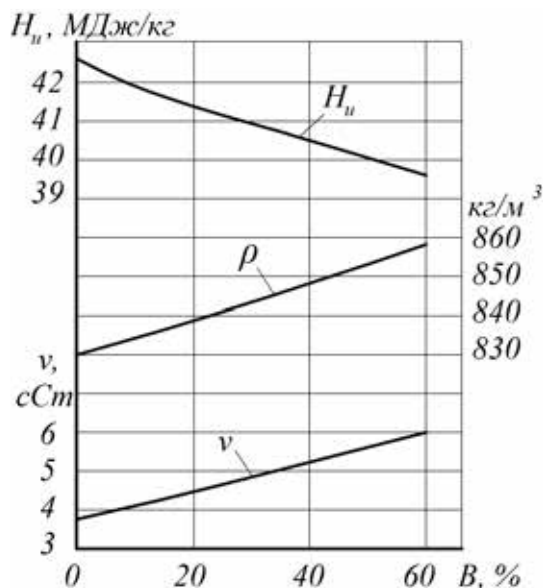


Рисунок 1 - Залежність кінематичної в'язкості ν , густини ρ та нижчої теплоти згорання H_u від складу суміші дизельного та біодизельного палив

Аналіз результатів дослідження показує, що збільшення кількості біодизельного палива в суміші до 60% призводить до збільшення її густини з $\rho = 830$ до $\rho = 858$ кг/м³ (збільшується всього на 3,37%), та кінематичної в'язкості з $\nu = 3,8$ до $\nu = 6,0$ сСт (збільшується на 57,9%), також спостерігається зменшення нижчої теплоти згорання з $H_u = 42,5$ до $H_u = 39,6$ МДж/кг (зменшується на 6,82%), різниця значно менша, ніж в порівнянні з показниками біодизельного палива.

Отже, результати дослідження [3] дозволяють зробити висновок про доцільність використання суміші дизельного та біодизельного палив в якості палива для двигунів автомобілів.

На даний час провідні виробники автомобілів активно ведуть роботу по розробці силових установок для роботи на альтернативних видах палив, зокрема біодизельному.

Наприклад, шведський виробник вантажних автомобілів та автобусів компанія Scania розробив 13-літровий двигун, який відповідає екологічному стандарту Євро 6 та працює на чистому біодизельному паливі. Максимальний крутний момент цього двигуна лише на 8% нижчий, ніж у аналогічних двигунів, що працюють на звичайному дизельному паливі [4].

За даними виробника основною перевагою двигунів, що працюють на біодизельному паливі є майже на 80% менший викид вуглекислого газу. Також слід звернути увагу на те, що всі базові двигуни Scania стандарту Євро 6 можуть використовувати суміш дизельного та біодизельного палива B10.

При використанні біодизельного палива в якості палива для двигунів автомобілів необхідно враховувати не тільки відмінності його фізико-хімічних властивостей від дизельного палива нафтового походження, а й певні особливості, які проявляються під час експлуатації.

До особливостей використання біодизельного палива можна віднести наступне [5]:

- метанол, що знаходиться в біодизельному паливі є потужним розчинником і може викликати набрякання гумових деталей та розчиняти забруднення і наліт в паливній системі та на деталях циліндро-поршневої групи двигуна, що може призвести до засмічення паливних фільтрів та форсунок;
- біодизельне паливо сприяє затвердінню деталей, виготовлених з пластику, які при вібрації можуть розкришитись;
- біодизельне паливо не рекомендується зберігати більше ніж три місяці, оскільки воно розкладається та розшаровується.

За даними багатьох дослідників, дизельне та біодизельне палива добре змішуються один з одним в будь-яких пропорціях та утворюють стабільну суміш [6], проте тривале її зберігання є недопустимим у зв'язку з розшаровуванням, яке обумовлене різними густинами палив.

Висновки

Визначено, що для нівелювання або зменшення негативного впливу біодизельного палива на показники двигунів необхідно здійснювати підігрів біодизельного палива, збільшувати циклову подачу біодизельного палива та корегувати кут випередження впорскування палива.

Результати роботи дозволяють зробити висновок про доцільність використання суміші дизельного та біодизельного палив в якості палива для двигунів автомобілів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Семенов В.Г. Біодизельне паливо для України / В.Г. Семенов // Вісник Національної академії наук України. – 2007. – №4. – С. 18-22.
2. Poliakov A.P. Provision of required viscosity index for bipropellant fuel / A.P. Poliakov, O.O. Galushchak, D.O. Galushchak // New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies, Tehnomus. Suceava, Romania, 2013. – №20. – P. 254-257
3. Марков В.А. Состав и теплота сгорания биотоплив, получаемых из растительных масел / В.А. Марков, С.А. Нагорнов, С.Н. Девянин // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия «Естественные науки». – М., 2012. – № 2. – С. 65-80.
4. Коммерческие автомобили [Електронний ресурс]: Scania представила биодизель стандарта Евро 6. – Режим доступу: <http://trucks.autocentre.ua/news/komavto/scania-predstavila-biodizel-standarta-evro-6-gb-57959.html>
5. Галушак Д.О. Теоретичні підходи щодо поліпшення економічних та екологічних показників автомобіля зміною відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив в залежності від його навантаження / Д.О. Галушак // Вісник ЖДТУ. – Житомир, 2014. – №2 (69). – С. 71-73.
6. Westbrook S.R. An Evaluation and Comparison of Test Methods to Measure the Oxidation Stability of Neat Biodiesel / S.R. Westbrook: National Renewable Energy Laboratory. November 2005. – P. 34.

Галушак Дмитро Олександрович, канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: galuschak.d@gmail.com

Galuschak Dmytro, Ph.D., senior lecturer of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: galuschak.d@gmail.com

АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ ТА АВТОМОБІЛЯ З ДВЗ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Описано витрати на експлуатацію електромобіля та авто з бензиновим ДВЗ, наведені регламентні роботи по ТО і їх вартості, здійснено порівняння вартостей експлуатації електромобілів та авто з ДВЗ.

Ключові слова: електромобілі, Nisan Leaf, Tesla, пробіг на 1 заряді, акумулятор, еко-авто, бензиновий автомобіль, вартість, електрокар, ресурс, експлуатація, ДВЗ.

Abstract

The expenses for the operation of electric cars and cars with gasoline ICE are described, regular maintenance works and their cost are given, comparison of the cost of operation of electric vehicles and cars with ICE is made.

Keywords: electric cars, Nissan Leaf, Tesla, mileage on 1 charge, battery, eco-auto, gasoline car, cost, resource, operation, ICE.

Вступ

Електромобіль - автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів тощо. Електромобіль в Європі уже досить розповсюджений вид транспорту - у Німеччині існує державна програма з популяризації таких транспортних засобів: для них є спеціальні паркувальні місця, а власників звільняють від транспортного збору. У Брюсселі або в Парижі також нерідко можна побачити припарковані електромобілі, що заряджаються від спеціальної зарядної станції. У Японії на деяких з таких станцій можна безкоштовно зарядити електромобіль. Процес зарядки триває 20-30 хвилин, при цьому батарея заряджається на 80%.

Головна перевага електромобіля в порівнянні з автомобілем з ДВЗ - його екологічність. Електромобіль не виділяє вуглекислий газ та інші викиди, крім того, вона є абсолютно безшумною.

Метою даної роботи являється аналіз витрат на експлуатацію електромобілів у порівнянні з бензиновими аналогами. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначення вартості електромобіля та вартості його експлуатації;
- визначення вартості аналогічного автомобіля з ДВЗ та вартості його експлуатації;
- порівняння вартостей експлуатації досліджуваних автомобілів.

Результати дослідження

Для порівняння було вибрано електромобіль Nissan Leaf, оскільки дана модель електромобілів найактивніше продається в Україні [1] та автомобіль цієї ж марки виробника аналогічного класу (клас C) – Nissan Tiida. Експлуатаційна вартість електромобілів порівнювалась з вартістю бензинових авто аналогічного класу, виходячи з місячного пробігу в 2500 км і ґрунтуючись на статистиці про реальну витрату палива та електроенергії на одиницю пробігу, а також про вартість регламентного техобслуговування. В ціну автомобілів включені всі податки та плата за реєстрацію.

Головним недоліком електромобіля Nissan Leaf можна виділити невеликий запас ходу в 135 км (172 км у моделей SL та SV з 2016 року випуску) при тривалому часу зарядки (від 6 годин). Проте зараз даний електромобіль являється однією з найдешевших моделей: новий Nissan Leaf коштує в Україні близько 35 тис. доларів, а вживаний - 15-18 тис. доларів. Акумулятор, який можна купити за 5-7 тис. доларів, офіційно

розрахований на 6 років роботи. Досвід експлуатації показує, що в реальних умовах за 4 роки акумулятор втрачає тільки 10-20% ємності.

В роботі автомобілі будуть порівнюватись за наступними показниками: ціна автомобіля; сумарна вартість ТО з розрахунку на регламентні 120 тис.км експлуатації (прирівнюється до 4 років експлуатації) [2]; вартість витрачених пального/електроенергії за весь період.

Витратні матеріали на ходову частину і гальмівну систему не враховувались, так як автомобілі мають однакові відповідні частини та системи. Величина даних витрат залежить від умов їх експлуатації автомобілів, особливостей водіння водія, якості виготовлених деталей. Отже ці витрати ніяк не впливатимуть на подальші розрахунки.

Ціна автомобіля [3]:

- Nissan Tiida – 15000\$ = 402 850 грн.

- Nissan Leaf – 29990\$ = 809 730 грн.

Сумарна вартість ТО розраховується за формулами:

Nissan Tiida –

$$\sum TO = TO1 + TO2 + TO3 + TO4 + TO5 + TO6 + TO7 + TO8 + M, \quad (1)$$

де М – витратні матеріали (ланцюг ГРМ, пас додаткового обладнання і т.д.) [2].

$$\sum TO = 1888,37 + 6754,28 + 1888,37 + 8184,77 + 1888,37 + 8508,39 + 1888,37 + 8184,77 + (4767,88 + 901,91 + 3744,48 + 4615,39) = 53215,35 \text{ грн.}$$

Nissan Leaf –

$$\sum TO = TO1 + TO2 + TO3 + TO4 + TO5 + TO6 + TO7 + TO8, \quad (2)$$

$$\sum TO = 720 + 1325,77 + 720 + 1807,21 + 720 + 1633,37 + 720 + 1807,21 = 9453,56 \text{ грн.}$$

Витрати на паливо:

Nissan Tiida –

$$I = S_{\text{заг}} * P * \frac{G}{100}, \quad (3)$$

де $S_{\text{заг}}$ – загальний пробіг авто;

P – ціна за 1 літр палива ($P = 29,95$ грн/л - середньостатистична ціна станом на 10.03.2018 [4]);

G – витрата палива на 100 км. пробігу;

$$I = 120000 * 29,95 * \frac{7}{100} = 251580 \text{ грн.}$$

Nissan Leaf –

$$I = S_{\text{заг}} * \frac{N * C}{S_1}, \quad (4)$$

де N - кількість спожитої електроенергії для повної зарядки акумуляторної батареї кВт·год (для Nissan Leaf - $N = 24$ кВт·год);

C – ціна на електроенергію за нічним тарифом ($C = 0,45 \frac{\text{грн}}{\text{кВт·год}}$) [5].

Так як автомобіль вважається міським і в більшості випадків заряд акумуляторів відбувається у нічний час, при поверненні з роботи, розрахунок відбувався з урахуванням «нічного» тарифу на електроенергію, що є найбільш економічним і доцільнішим.

S_1 – середньостатистичний пробіг авто на 1 заряді.

$$I = 120000 * \frac{24*0,45}{135} = 9600 \text{ грн.}$$

Сумарна вартість експлуатації авто визначається за формулою 5:

$$B = \sum TO + I. \quad (5)$$

Для Nissan Tiida:

$$B = 53215,35 + 251580 = 304795,35 \text{ грн.}$$

Для Nissan Leaf:

$$B = 9453,56 + 9600 = 19053,56 \text{ грн.}$$

Таким чином, різниця вартостей експлуатації автомобіля Nissan Tiida та електромобіля Nissan Leaf складає 285 742 грн $\approx$ 10 780\$.

Висновки

1. Результати розрахунків показують, що витрати на експлуатацію електромобіля Nissan Leaf значно менші ніж витрати автомобіля Nissan Tiida за рахунок меншої вартості регламентного техобслуговування та електроенергії в порівнянні з вартістю бензину.

2. Недоліком електромобіля є висока вартість акумуляторної батареї, яку з часом потрібно буде відновлювати (120\$ за 1 з 94 акумуляторних частин) або 5000-7000\$ за нову батарею, в залежності від ємності.

3. Різниця вартостей експлуатації автомобіля Nissan Tiida та електромобіля Nissan Leaf становить 285 742 грн $\approx$ 10 780\$. Тому, навіть при умові заміни акумуляторної батареї на нову, Nissan Leaf являється дешевшим в експлуатації у порівнянні з бензиновим аналогом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Електромобілі в Україні: які? де? скільки?» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zora-irpin.info/elektromobili-v-ukrayini-yaki-de-skilki/>
2. «РЕГЛАМЕНТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ NISSAN» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://nissan-armada.com.ua/service/to/127938/>
3. «Электромобили в Украине без пошлины: где и за сколько купить такую машину» [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://24tv.ua/ru/jelektromobili_v_ukraine_bez_poshliny_kakie_gde_i_za_skolko_kupit_takuyu_mashinu_n634228
4. «Ціни на бензин, ДП, газ на заправках України» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://vseazs.com/>
5. «Тарифи на електроенергію» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://index.minfin.com.ua/tarif/electric/>

Галушак Дмитро Олександрович, канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: galuschak.d@gmail.com

Шпирко Дмитро Андрійович, студент групи ІАТ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kjubyxbr1@gmail.com;

Galuschak Dmytro, Ph.D., senior lecturer of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: galuschak.d@gmail.com

Shpyrko Dmytro, student, Department of Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kjubyxbr1@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВЗ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ ТУРБОНАДДУВУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено опис підвищення характеристик ДВЗ шляхом встановлення турбонаддуву. Наведена порівняльна характеристика та зображено графік зовнішньої швидкісної характеристики двигуна після встановлення турбонаддуву.

Ключові слова: наддув, компресор, двигун, турбонаддув.

Abstract

The description of the increase of the characteristics of the ICE by setting the turbocharger is presented. The comparative characteristic is shown and the schedule of external high-speed characteristics of the engine after the turbocharging is shown.

Keywords: supercharged, compressor, engine, turbocharger.

Вступ

Головна мета встановлення турбонаддува на двигуни – це отримання максимально можливої потужності і крутного моменту при зниженні витрати палива. При одному і тому ж робочому об'ємі турбований мотор може мати майже в 2 рази більшу потужність при приблизно такій самій витраті палива. Так останнім часом в моду увійшли малолітражні турбодвигуни. Fiat вже досить давно буде маленькі міські хетчбеки з турбодвигунами і динамікою седана з атмосферним двигуном 3-3,5 літра. Простий приклад: Fiat Grande Punto з турбодвигуном об'ємом 1,4 л і потужністю від 120 до 150 кінських сил, а в деяких модифікаціях і до 180. На сьогоднішній день аналогічні двигуни з'явилися у багатьох автовиробників.

Загальна характеристика турбонаддува

Спочатку розглянемо способи наддуву ДВЗ. Наддув ДВЗ за способом нагнітання повітря поділяється на механічний (суперчарджер) і на турбонаддув. В обох випадках тиск повітря, що подається в циліндри, створює компресор, встановлений між повітряним фільтром і впускним колектором. Різниця в тому, що саме призводить компресор в дію.

У першому випадку компресор крутить сам двигун. З плюсів – пряма залежність оборотів компресора (а відповідно і створюваного тиску наддуву) від оборотів двигуна, тобто ніякого запізнювання реакції (турбоями). З мінусів – двигун витрачає частину своєї потужності на розкрутку компресора.

Турбонаддув має складнішу будову і складається з турбіни і компресора. Компресор, що нагнітає в двигун більше повітря, приводиться в дію турбіною, яка встановлена відразу за впускним колектором та використовує енергію потоку відпрацьованих газів. Таким чином ланцюжок виглядає наступним чином: вихлопні гази обертають турбіну, яка з'єднана з компресором, що нагнітає повітря в двигун. Плюс турбонаддува в тому, що він має більший ККД тому не вимагає значних витрат енергії двигуна на його обертання. Мінус турбонаддува в присутності ефекту "турбоями". Як це виглядає? При різкому натискні "газ в підлогу" очікується моментальна реакція двигуна. Проте, щоб отримати віддачу від турбодвигуна, потрібно розкрутити турбокомпресор до певної частоти за рахунок збільшення кількості відпрацьованих газів, що призводить до де-якої затримки. За рахунок цього двигун "оживає" при досягненні 3000-3500 об./хв.

Турбокомпресори умовно можна поділити на 2 групи: низького тиску (приблизно до 0,2-0,6 бар) і високого тиску (до 1 бару і вище). Якщо для турбокомпресора високого тиску потрібна досить серйозна доробка двигуна, то для турбокомпресора низького тиску можна залишити практично все заводським.

Встановлення турбонаддува на двигун автомобіля ВАЗ-21083

Розглянемо процес підвищення потужнісних характеристик ДВЗ на прикладі двигуна автомобіля ВАЗ-21083. Турбонаддув на ВАЗ – це безумовно екзотика. Але переваги турбомоторів над атмосферними самі по собі викликають появу все більше і більше автомобілів, на які встановлено турбокомпресор.

Коротко і доступно опишемо приблизний список переробок звичайного атмосферного двигуна ВАЗ 21083 на «турбо», який зображено на рисунку 1.



Рис. 1 – Двигун ВАЗ-21083 з турбонаддувом

Розглянемо більш бюджетний, в плані переробок, варіант встановлення турбокомпресора низького тиску на двигун ВАЗ 21083 з розподіленим упорскуванням.

Блок циліндрів, колінчастий вал і шатуни можна використовувати стандартні. Шток і клапани теж. Різниця може бути в поршнях і голівці циліндрів, адже установка турбонаддува вимагає зниження ступеня стиснення. А цього можна досягти або збільшенням камери згоряння в голівці блоку циліндрів, або спеціальними поршнями. Тому поршні залишимо оригінальні, а обмежимося заміною голівки блоку циліндрів.

Відрізняється і випуск – між випускним колектором і приймальною трубою тепер знаходиться турбокомпресор. Резонатор і глушник можна використовувати стандартні, хоча для отримання більшої потужності можна поставити прямоточний випуск. Системі живлення потрібен збільшений ресивер впускного колектора і нестандартна програма управління. Незначних змін потребує і система мащення.

В якості турбокомпресора низького тиску використаємо Garrett GT17. Турбокомпресор монтують над приводом правого колеса між випускним колектором і приймальною трубою. До компресора підводяться два патрубка для повітря. Перший з'єднаний з повітряним фільтром, а другий з ресивером.

Для модернізованого двигуна ВАЗ 21083 «турбо» виміряно зовнішню швидкісну характеристику, яку зображено на рисунку 2.

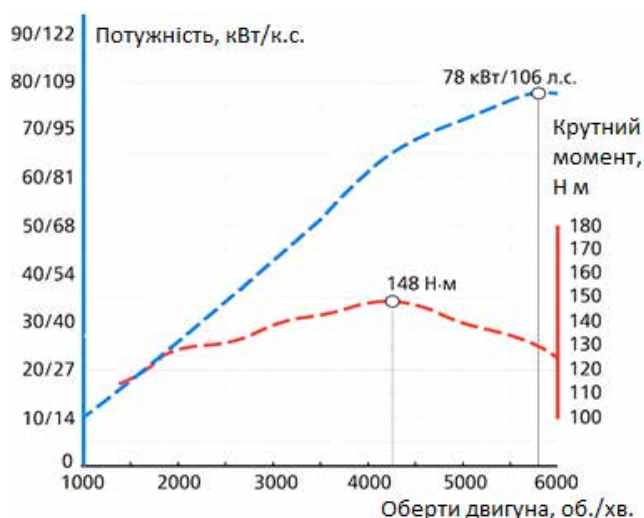


Рис. 2. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна ВАЗ 21083 «турбо»

Для модернізованого автомобіля виміряно показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності та виконано їх порівняння з заводськими. Результати наведено в таблиці 1. «Турбований» автомобіль обладнаний стандартним випуском і не був налаштований на отримання екстремально великої потужності.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика автомобілів ВАЗ-21083 та ВАЗ-21083 «Турбо»

Автомобіль	ВАЗ-21083	ВАЗ-21083 «Турбо»
Потужність, кВт/к.с. при об/хв	51,5/70 при 5600	78/106 при 5600
Максимальний крутний момент, Н·м при об/хв	107 при 3600	148 при 4200
Максимальна швидкість, км/год	155	190
Розгін з місця до 100 км/год, с	13,8	10,6
Витрата палива, л/100км:		
При 90 км/год	5,5	7,5
При 120 км/год	6	7,9

Висновки

За рахунок встановлення турбонаддува на двигун автомобіля ВАЗ-21083 вдалося збільшити максимальну потужність двигуна на 51% та максимальний крутний момент на 38%. Хоча і максимальний крутний момент у модернізованого двигуна досягається при більших обертах колінчастого вала, проте отримана крива є більш пологою, а крутний момент більше 133 Н·м (90% від максимального) досягається в широких межах – 3000-5500 об./хв. При порівнянні показників тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності встановлено, що максимальна швидкість автомобіля збільшилась на 23%, розгін до 100 км/год. скоротився також на 23%, середня витрата палива зросла близько 33%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савельев Г. М. Турбокомпрессоры и теплообменники наддувочного воздуха автомобильных двигателей: Учебное пособие для институтов повышения квалификации / Г. М. Савельев, Е. Н. Зайченко. – Ярославль : Верх.-Волж. кн. изд-во, 1983, – 96 с. с ил.
2. Степанов В.Н. Тюнинг автомобильных двигателей / В.Н. Степанов. – СПб. : ЗАО "Алфамер Паблишинг", 2002. - 82 с. : ил.
3. Афонин С. Как увеличить мощность двигателя. Методы увеличения мощности двигателя. Практическое руководство / С. Афонин. – Батайск, изд-во: «ПОНЧИК», 2004. – 130 с.

Наляжний Володимир Сергійович — студент групи 1АТ-14б, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.14b.naliazhniy@gmail.com

Смирнов Євгеній Валерійович — канд. техн. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Naliazhnyi Volodymyr S. – student of group 1AT-14b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1at.14b.naliazhniy@gmail.com

Smyrnov Yevhenii V. – PhD (Eng), Senior Lecturer of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ОГЛЯД ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ДВИГУНІВ (НА ПРИКЛАДІ ДВИГУНА BMW M57)

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено огляд засобів комп'ютерного діагностування двигунів (на прикладі двигуна BMW M57). Розглянуто і описано функціонал трьох поширених на нашому ринку автомобільних сканерів.

Ключові слова: сканер, адаптер, діагностування, OBD.

Abstract

A review of the tools of computer diagnostics of engines (as an example of the BMW M57 engine) is presented. The functional of the three common car scanners in our market is described.

Keywords: scanner, adapter, diagnostics, OBD.

Вступ

На сьогоднішній день, як метод комп'ютерного діагностування автомобіля, здобуло поширення системне сканування. Системні сканери дозволяють визначати основні параметри та виконувати певні тести за допомогою комп'ютерного з'єднання з блоком керування двигуна через OBD-роз'єм. Розглянемо найбільш сучасні та перспективні OBD-сканери, якими доцільно скористатися при діагностуванні автомобілів BMW, зокрема оснащених двигунами M57.

Огляд Bluetooth міні сканера ELM327 V2.1



Рис. 1. Модуль сканера "ELM327"

Bluetooth міні сканер ELM327 V2.1 (рис. 1) - неймовірно зручний інструмент для діагностики автомобіля. Підтримуються всі протоколи OBD-II і величезна кількість спеціалізованих діагностичних програм. У список підтримуваних автомобілів входять практично всі легкові автомобілі з інжекторним двигуном, випущені після 1996 року.

Дозволяє очистити помилки, відключити MIL.

Читає діагностичні коди (стандартні і коди виробника), відображає їх значення (в базі понад 3000 кодів).

Відображає значення: обороти двигуна, навантаження двигуна, температура охолоджуючої рідини, стан паливної системи, швидкість автомобіля, миттєва і шляхова витрати палива, абсолютний тиск повітря, кут випередження запалювання, температура всмоктуваного повітря, масова

витрата повітря, положення дросельної заслінки.

Підтримка протоколів: ISO 9141, KWP2000, SAE J1850, CAN.

Працює з усіма OBD-II (з 1996 в США) і EOBD автомобілями (на бензині з 2001, дизельні з 2003/2004 в Європі). Підтримка ПО для Android, Symbian, Palm, Windows Mobile, КПК і ПК.

Огляд Адаптера BMW Inpa D + CAN

Адаптер BMW Inpa D + CAN (рис. 2) - є альтернативою дилерським сканерам (GT1, OPS) і надає дилерські функції при діагностиці автомобілів концерну BMW AG. До ноутбука адаптер підключається по USB, а з автомобілем працює через K-лінію або CAN-шину.



Рис. 2 – Адаптер BMW Inpa D + CAN

Варто відзначити високу швидкість роботи адаптера BMW Inpa (БМВ Інпа), чим не можуть похвалитися інші комплекси діагностики BMW (GT1, OPS). Підтримується програмування і кодування блоків управління, їх перепрошивка, активація / деактивація обладнання, виконання адаптацій, перегляд параметрів в реальному часі (live data), читання пам'яті несправностей блоків управління, стирання помилок.

За допомогою цього сканера можна продіагностувати велику кількість систем, серед яких EWS, ABS, AirBag, системи двигуна і автоматичної коробки передач, бортовий комп'ютер і ін. Функції читання параметрів реального часу і тесту виконавчих механізмів дозволять проконтролювати коректність роботи будь-якого модуля управління.

Прилад використовує популярну шину Ediabuss для зв'язку з програмним забезпеченням. Мова

програмного забезпечення Inpa - англійська або німецька.

Підтримувані протоколи: високошвидкісний D-CAN і PT-CAN (500 кбіт/с), низькошвидкісний K-CAN (100 кбіт/с), стандартні протоколи BMW (K-LINE, BMW-OBD-інтерфейс).

Діагностичні можливості:

- Ідентифікація параметрів ЕБУ;
- Зчитування кодів несправностей;
- Видалення кодів несправностей;
- Зчитування параметрів реального часу;
- Зчитування вмісту пам'яті ЕБУ;
- Контроль відповідності кодів VIN і пробігу автомобіля в пам'яті різних ЕБУ;
- Кодування ЕБУ;
- Активація виконавчих механізмів;
- Емуляція роботи різних ЕБУ;
- Активація / деактивація інженерних функцій.

Огляд сканера Launch CReader VII



Рис. 3 – Сканер Launch CReader VII

Launch CReader VII (рис. 3) – це новинка в сімействі компактних персональних автосканерів.

Цей діагностичний прилад призначений для підключення до автомобілів, що підтримує стандартний протокол обміну даними OBDII (включаючи всі OBD протоколи: SO-9141, KWP2000, SAE J1850, а також CAN BUS).

Creader VII зчитує і стирає коди несправностей двигуна, а також може проводити деякі додаткові тести (перевірка стану готовності автомобіля, читання потоку даних, перегляд "стоп-кадру" різних діагностичних даних, тест датчика кисню, спеціальний тест бортових систем автомобіля, тест системи уловлювання парів палива).

Можливість мати повнофункціональну діагностику по одній марці – відмінність Creader VII від попередніх моделей.

Creader VII спеціально розроблений прилад, для роботи з OBDII сумісними автомобілями, включаючи ті, які працюють по шині CAN (CANBUS).

Можливості приладу:

- Зчитування кодів несправностей двигуна;
- Стирання кодів несправностей двигуна;
- Перевірка стану готовності;
- Читання потоку даних;

- Перегляд "стоп-кадру" даних;
- Тест датчика кисню;
- Спеціальний тест бортових систем;
- Тест системи відпрацьованих газів EGR;
- Читання інформації про автомобіль;
- Перегляд описів кодів помилок.

Висновки

За результатами дослідження було описано призначення і функціональні можливості трьох поширених автомобільних сканерів, які доцільно використовувати при діагностуванні автомобілів BMW, зокрема двигунів сімейства BMW M57. За результатами аналізу характеристик цих приладів встановлено, що найбільш ефективнішими автосканерами для діагностування автомобілів BMW є: адаптер INPA BMW та сканер Launch CReader VII, але оскільки ціна у останнього значно вища, доцільніше використовувати для діагностування автомобілів BMW, зокрема оснащеними двигунами BMW M57, адаптер BMW Inpa D + CAN.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А.Соснин, В. Ф. Яковлев. — М. : СОЛОН Пресс, 2005. — 240 с. : ил.
2. Тюнин А. А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей / А. А. Тюнин. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2007. — 352 с.: ил.
3. Диагностика дизельных двигателей / Гюнтер Губертус. Серия «Автомеханик». Пер. с нем. Ю. Г. Грудского, — М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004 —176 с.

Наляжний Володимир Сергійович — студент групи 1АТ-14б, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.14b.naliazhniy@gmail.com

Огневий Віталій Олександрович — канд. екон. наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Naliazhnyi Volodymyr S. - student of group 1AT-14b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1at.14b.naliazhniy@gmail.com

Ogneviy Vitaliy O. - Cand. Econ. Sciences, Senior Lecturer of the Department of Automobile and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

В. П. Кужель
В. В. Ісюк
Ю. П. Гончарук
Р. М. Дмитренко

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ З ГІБРИДНИМИ СИЛОВИМИ УСТАНОВКАМИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовані варіанти застосування гібридних силових установок на автомобілях, проблеми технічного обслуговування та ремонту, повільного розвитку автомобілів з гібридними силовими установками на території України.

Ключові слова: автомобіль, гібрид, силова установка, електромобіль.

Abstract

The variants of hybrid power plants on cars application, problems of maintenance and repair, slow development of cars with hybrid power units in Ukraine are analyzed.

Keywords: car, hybrid, power plant, electric car.

Вступ

Зазначимо, що вже не перший рік у світі загострюються проблеми, пов'язані із суттєвим подорожчанням нафти, та зростаючим попитом на нафтопродукти в усьому світі, особливо в Китаї та Індії. У зв'язку з критичним подорожчанням нафти проблема забезпечення транспорту енергоресурсами визнана в США, у країнах ЄС та більшості інших країн світу проблемою національної безпеки, для вирішення якої втілюють надзвичайні заходи з розширення використання альтернативних видів палива та підвищення енергоефективності.

В свою чергу для розвитку транспорту, який не забруднює навколишнє середовище, необхідно створити інфраструктуру з обслуговування і ремонту перш за все в великих містах. Питання енергетичної залежності України від цінової політики на іноземні енергоносії (нафтопродукти, газ) з кожним днем стає все гострішим [1-2]. Постійно проводяться дослідження в області екологічно чистих силових установок для транспортних засобів. Область пошуку дуже широка починаючи від накопичувачів енергії (механічних, електричних, гідравлічних, пневматичних і комбінованих) до принципово нових установок на паливних елементах та криогенних [3-5].

Тому метою роботи є дослідження проблем технічного обслуговування та ремонту, повільного розвитку автомобілів з гібридними силовими установками на території України.

Результати дослідження

Ринок легкових гібридних автомобілів постійно розширюється, адже в більшості європейських країн заплановано рік початку заборони реєстрації автомобілів з ДВЗ:

- Франція - припинення продажів бензинових і дизельних автомобілів до 2040 року;
- Велика Британія - плани досягти нульової емісії вихлопних газів до 2050 року;
- Норвегія – заплановано здійснити перехід на електротранспорт до 2025 року. 24% автомобілів, що продаються в цій багатій нафтою і газом країні, вже є електричними;
- Нідерланди - у Нідерландах також відносно високий показник продажів електромобілів — близько 6% усього автомобільного ринку. Однак поки що голландський уряд не готовий прислухатися до вимог заборонити ДВЗ вже до 2025 року;
- Німеччина – країна готова зупинити продажі автомобілів на бензині та дизельному паливі вже до 2030 року;.

- Індія – в країні заплановано виконати план до 2030 року;

- Китай - останній учасник «зелених» перегонів поки що не робив жодних офіційних заяв з приводу термінів відмови від ДВЗ. Однак саме Китай є лідером не тільки в Азії, але і всього світу за обсягами продажів електромобілів в абсолютному вираженні. За минулий рік у Китаї продали 351 тисячу нових електрокарів. Це більше, ніж у всіх країнах ЄС і США разом взятих.

Як класифікаційна ознака для гібридних автомобілів сьогодні використовують їх функції, потужність електромотору, потужність регенеративного гальмування, здатність руху на електричній тязі. Такий підхід є логічним та послідовним, з нього випливає, що сучасні автомобілі прагнуть перетворитися у електромобілі, а гібрид є проміжним етапом у їх розвитку (табл. 1) [1].

Таблиця 1 – Класифікація гібридних автомобілів

Назва	Функції
Схеми виконання	
Послідовні гібриди	Електромобіль з бортовим генератором електрики, роль якого і виконує ДВЗ (Chevrolet Volt і BMW i3)
Паралельні гібриди з електромотором між ДВЗ і коробкою передач	Електродвигун не порушує звичну компоновку, бо вбудований в коробку передач, і при необхідності потужності ДВЗ і електромотора підсумовуються. Ця схема називається паралельною, так як мотори обох типів працюють одночасно. Залежно від обраного водієм режиму, бензиновий мотор може або обертати колеса спільно з електродвигуном, або ж останній буде працювати в якості генератора (Porsche Panamera S E-Hybrid і Cayenne S E-Hybrid, Volkswagen Golf GTE і Passat GTE, Mercedes-Benz S500e та C350e, BMW X5 xDrive40e)
Паралельні гібриди з електромотором окремо від ДВЗ і коробки передач	Один або кілька електромоторів не заблоковані з коробкою передач і двигуном (HSD (Hybrid Synergy Drive), Toyota). Крім батареї та електрики, вона складається з двигуна внутрішнього згоряння і двох електромоторів, об'єднаних за допомогою планетарної передачі. (Lexus RX 450h або NX 300h, Peugeot 3008 RXH, BMW i8).
Послідовно-паралельні гібриди	Такі гібридні автомобілі передбачають одночасну спільну роботу моторів – ДВЗ і електричного (Toyota Prius)
Ступінь гібридизації (електрифікації)	
Мікро – гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування до 2 кВт
Мікро-середній-гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування від 4 до 8 кВт. Додатковий крутний момент від 3 до 8 кВт
Середній-гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування від 8 до 15 кВт. Додатковий крутний момент від 6 до 15 кВт.
Повний-гібрид	Старт-стоп функція. Регенеративне гальмування від 20 до 100 кВт. Додатковий крутний момент від 20 до 100 кВт. Автомобіль може рухатись на електричній тязі обмежений шлях.
Електромобіль	Електромобіль з запасом ходу більш 100 км. Додатково, цей автомобіль може мати для збільшення максимальній відстані тепловий двигун або паливні елементи.

В Україні найпопулярніший електромобіль – як і раніше Nissan Leaf (1103 проданих авто). Друге місце з великим відривом займає BMW i3 (54 авто), а третє – електрокар Ford Focus (31 шт.). У сегменті гібридів лідером є кросовер Toyota RAV4 Hybrid, який придбали 666 разів. У трійці кращих – Chevrolet Volt (132 авто) і Kia Niro (123 шт.). За дев'ять місяців 2017 року українці купили 3068 «зелених» авто, що вже більше, ніж за увесь минулий рік (2593 шт.). Усього з початку року в Україні придбано 1354 електромобіля та 1714 гібридів. За один лише вересень було куплено 190 електрокарів і 270 гібридних автомобілів.

Стосовно автомобілів української поліції - в рамках Кіотського протоколу Японія передала Україні тисячі п'ятсот шістьдесят вісім автомобілів Toyota Prius з гібридними двигунами: в 2013-му - 1220 авто, а в 2014-2015 рр. - ще 348 автомобілів.

В 2017 році Національна поліція отримала 635 гібридних кросоверів Mitsubishi Outlander PHEV, переданих японською стороною Україні в рамках Кіотського протоколу. Одержаний кросовер Mitsubishi Outlander PHEV поєднує в собі бензиновий і два електромотора з приводом на всі чотири колеса і можливістю працювати тільки на електричному приводі, зовні він не відрізняється від свого неелектричних прототипу. Автономний пробіг тільки на електричній батареї становить 52 км на швидкості до 120 км / год, загальний запас ходу 897 км. Витрата палива становить - 1,9 л на 100 км. І при цьому викиди CO₂ скорочені в кілька разів і складають від 44 г / км. Повна зарядка батареї від мережі з напругою 220 В і силою струму 10 ампер займає всього 4 години, швидка підзарядка - 30 хв для досягнення рівня заряду 80%.

Вибір послідовної, паралельної чи змішаної схем залежить від режиму руху автомобіля, наприклад: шосе, автострада чи міський рух. Вибір режиму також залежить від функцій транспортного засобу, наприклад: легковий автомобіль, таксі, вантажівка чи автобус. Змішані схеми, а не послідовна чи паралельна схеми, пропонують більші можливості по оптимізації всіх процесів та тягово-швидкісних властивостей. Крім того, у перші роки існування гібридів величина потужності, як вважали, була коефіцієнтом для визначення вибору послідовної чи паралельної схем. Паралельну вважали придатною для потужності до 150 кВт, за звичай для легкових автомобілів. Послідовну схему вважали придатною для потужностей більше 150 кВт для потужних транспортних засобів, таких як вантажні автомобілі великої вантажопідйомності. Вибір заснований на величині потужності сьогодні не застосовується; величина потужності 150 кВт не є обов'язковою. Також від призначення залежить і тип накопичувачів енергії, які на сьогодні складають значну частину вартості гібридного автомобіля (табл. 2). Слід відмітити, що особливим режимом роботи гібридного автомобіля є режим роботи з розрядженими акумуляторами. Наприклад, якщо гібридний автомобіль має електромотор потужністю 30 кВт і двигун 70 кВт, то при розрядженій батареї, двигун може постачати потужність на 70 кВт. Очевидно, тягово-швидкісні характеристики будуть погіршені розрядженою батареєю. Зазвичай співвідношення зарядження та розрядження батареї відстрочене так, щоб вся потужність двигуна була доступна для поступального руху автомобіля [3-5].

Таблиця 2 – Пристрої для зберігання енергії в залежності від типу гібридного автомобіля

Ступінь гібридизації	Потужність, кВт	Пристрій для зберігання енергії
Мікро – гібрид	1,5-3	Свинцево-кислотні батареї
Мікро-середній- гібрид	3-5	Супер конденсатори
Середній-гібрид	5-15	Літієві батареї, або супер конденсатори
Повний-гібрид	більше 20	Малі літієві (полімерні) батареї
Електромобіль	більше 20	Великі літієві (полімерні) батареї

Рейтинг найкращих нових доступних екологічних автомобілів (моделі 2017 року) наведено в таблиці 3. При складанні списку врахували не тільки мінімальну вартість авто, а й такі показники, як запас ходу, час повної зарядки на 220V (напруга у більшості домашніх зарядних станцій), загальну потужність та еквівалент економії палива.

Плагін-гібридні автомобілі, вони ж підключаються гібриди, мають позначення PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle - плагін-гібридний електромобіль).

У плагін-гібридів більш потужні електромотори і більші акумулятори, ніж у їхніх прабатьків - звичайних гібридів (про них мова піде далі), а значить, вони можуть проводити більше часу в виключно електричному режимі. Підключаються гібриди можна заряджати від мережі.

Стосовно електромобілів, то на сьогоднішній день кількість електромобілів в Україні становить 0,02 %. Низька кількість цих автомобілів зумовлена з відсутністю державної стратегії розвитку екологічних ініціатив, так і відсутність сервісного обслуговування. Останні п'ять років, в нашу країну ввозиться не більше 35 таких машин на рік. Популяризацією електромобілів в Україні займаються в основному невеликі приватні компанії. Наприклад, однією з недавніх ініціатив став запуск електро-таксі у Львові та Києві. Крім того, кілька фірм організували постачання та обслуговування електрокарів марок Nissan, Renault і Tesla.

Таблиця 3 – Рейтинг і ціни нових доступних екологічних автомобілів (моделі 2017 року)

Електрокари	Plug-in гібриди	Гібриди (без електротяги)
Chevrolet Bolt EV - \$37 495	Toyota Prius Prime - \$27 985	Toyota Prius - \$25 570
Hyundai Ioniq Electric - \$30 335	Chevrolet Volt - \$34 095	Hyundai Ioniq Hybrid - \$23 035
Volkswagen e-Golf (ціну буде оголошено згодом)	Kia Optima Plug-In Hybrid - \$36 105	Honda Accord Hybrid - \$30 480
Kia Soul EV - \$33 145	Hyundai Sonata Plug-In Hybrid - \$35 435	Kia Niro - \$23 785
Nissan Leaf - \$31 545	Audi A3 Sportback e-tron - \$39 850	Kia Optima Hybrid - \$26 890

Деякі причини повільного розвитку електротранспорту в Україні:

- АЗС та приватний бізнес не орієнтований на обслуговування автомобілів з електродвигунами та акумуляторними силовими установками;
- українські дороги за межами міст мають погану якість. Якщо додати обмежений запас руху від одного перезарядження акумулятора (до 200 км) отримаємо, що в сучасних українських умовах електромобіль може виступати лише як транспортний засіб для пересування містом;
- несприятлива політична і економічна ситуація в країні.

Особливості та можливі проблеми технічного обслуговування [3] та ремонту:

- бортова електроніка - одна з вагомих відмінностей в системі опалення: в електромобілі використовується електронагрівач, подібний фену, або теплообмінник (тепловий насос);
- ходова частина - відмінності невеликі: пружини, амортизатори, важелі, різні втулки, звичні гальма з колодками і гальмівними дисками;
- електричний привід: батарея, електродвигун, вбудований зарядний пристрій (вбудовано в автомобіль). Останні пункти викликають мінімум питань. Вбудований зарядний пристрій досить надійний, у випадку поломки його можна замінити. Для Tesla додатковий зарядний пристрій на 11 кВт коштує 1,25 тис. євро (1,5-1,7 тис. доларів США). Слід врахувати, що згодом з розвитком ринку електромобілів з'являться неоригінальні запасні частини і «розборки». Дороговизна батарей - засновник Tesla Motors буде в США найбільший в світі завод (штат Невада) з виробництва акумуляторних батарей для автомобілів і побутового використання Tesla Gigafactory. Однак завершення будівництва фабрики заплановано на 2018 рік.

Висновки

Для України в першу чергу для вирішення проблем експлуатації електроавтомобілів потрібно змінити законодавчу базу і тоді більшість компаній будуть фінансувати в розвиток транспортної інфраструктури для електроавтомобілів. Європа не повинна поспішати з заборонаю двигунів внутрішнього згоряння, при цьому їй необхідно створювати власні потужності для виробництва батарей, щоб конкурувати з Китаєм, адже автомобільна промисловість забезпечує близько 12,6 млн робочих місць в ЄС або близько 5,7% від загальної кількості

Недоліки гібридних автомобілів:

- гібрид не завжди економічніший за машину з ДВЗ. Наприклад, багато дизельних автомобілів споживають палива менше, ніж гібридні – при цьому вони дешевші;
- автомобіль з гібридним приводом істотно дорожче звичайного, оскільки доводиться доплачувати за батарею, електродвигун, спеціальну трансмісію і електронні блоки управління;
- гібрид складніший за звичайну машину, тому йому потрібен особливий сервіс, навіть ремонт звичайних систем, не пов'язаних з електроприводом, вимагає спеціальної підготовки автомеханіків;
- машина з літій-іонною батареєю на борту сумнівна з точки зору екології. Питання утилізації акумуляторів, які рано чи пізно виходять з ладу, так і не вирішене ні в масштабах окремих країн, ні в масштабах планети.

Переваги гібридних автомобілів:

- гібридний автомобіль виділяє менше шкідливих газів при русі в міських умовах;
- гібридний привід дозволяє збільшити пробіг електромобіля, роблячи його більш пристосованим до реального життя (мова про plug-in-гібриди);

– гібридний привід деяких типів дозволяє поліпшити динаміку автомобіля, причому – що називається, малою кров'ю, без збільшення об'єму ДВЗ і перевитрати палива;
– більшість гібридних автомобілів комфортні при їзді в складних міських умовах. Рушаючи з місця на електроприводі, ці автомобілі рухаються дуже плавно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кужель В.П. Сучасні гібридні силові установки для легкових автомобілів / В.П. Кужель, Д.С. Стаднійчук // Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21–23 жовтня, 2013 р.: Збірник наукових праць. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – С. 145 – 147.
2. Смирнов О. П. Тенденція створення екологічно чистого транспортного засобу / О. П. Смирнов // Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр. Вып.17. – Харьков : РИО ХНАДУ, 2005. – С. 103-107.
3. Кужель В.П. Проблеми та перспективи експлуатації електромобілів на території України // В.П. Кужель, О.В. Харчук // Науково-технічна конференція Вінницького національного технічного університету. XLV Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту, 10-11 березня 2016 р. : Збірник наукових праць / Вінницький національний технічний університет. – Вінниця: ВНТУ, 2016. Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2016/paper/view/1213>
4. Кужель В.П. Основні проблеми експлуатації електромобілів в Україні та шляхи їх вирішення / В.П. Кужель, В.В. Красиленко //Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 19–21 жовтня, 2015 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 132 – 135.
5. Кужель В.П. Варіанти застосування гібридних силових установок на автомобілях / В.П. Кужель, Д.П. Комар, А.А. Кашканова // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23–25 жовтня, 2017 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 116 – 119.

Кужель Володимир Петрович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Ісюк Володимир Васильович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Гончарук Юрій Петрович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Дмитренко Родіон Миколайович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Kuzhel Volodimir P., Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Isiuk Volodimir V. – student of 1АТ-17м, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Goncharuk Yuri P. – student of 1АТ-17м, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Dmitrenko Rodion M. – student of 1АТ-17м, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ВИПРОБУВАННЯ НА НАДІЙНІСТЬ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ ПЛАВАЮЧОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано програму випробування на надійність несучої системи плаваючого транспортного засобу, яка дозволила визначити напружений стан при статичному навантаженні та втомній довговічності несучої системи.

Ключові слова: несуча система, жорсткість, надійність, втомнадовговічність, напружений стан.

Abstract

A test program for the reliability of the carrier system of a floating vehicle was proposed, which allowed to determine the tense state of static loading and fatigue longevity of the carrier system.

Keywords: bearing system, rigidity, reliability, fatigue life, stressed state.

Розроблена програма призначена для випробування несучої системи тривісного транспортного засобу на міцність та надійність.

Об'єктом випробувань є інтегральна несуча система плаваючого транспортного засобу. В комплект системи входять: корпус, який виготовлений з композиційного матеріалу; алюмінієва рама; кронштейни підвіски.

Мета випробувань – отримати картину напружень, які виникають в корпусі при збиранні несучої системи та її експлуатації; оцінити ресурс несучої системи за втомною міцністю.

Випробування об'єкта проводяться за даною програмою одноразово на спеціальному стенді.

Тривалість випробувань обумовлена ресурсом несучої системи.

Випробування проводяться в два етапи: статичні та втомні при квазістатичному навантаженні.

При цьому на першому етапі реєструються такі показники:

- напруження в корпусі;
- відносні кути закручування перерізів, які проходять через осі автомобіля;
- амплітуди переміщень опор.

На другому етапі визначається кількість циклів навантаження до настання граничного стану; періодично контролюється жорсткість несучої системи на закручування та рівень напруження в корпусі.

Жорсткість несучої системи характеризується відношенням прикладеного до неї крутного моменту до відносного кута повороту перерізів, що проходять через задню та передню осі.

Контроль жорсткості проводиться спочатку через кожні 500 циклів, а після того, як будуть визначені характер й швидкість її падіння, через таку кількість циклів, які приблизно відповідають падінню жорсткості на 10% від початкової.

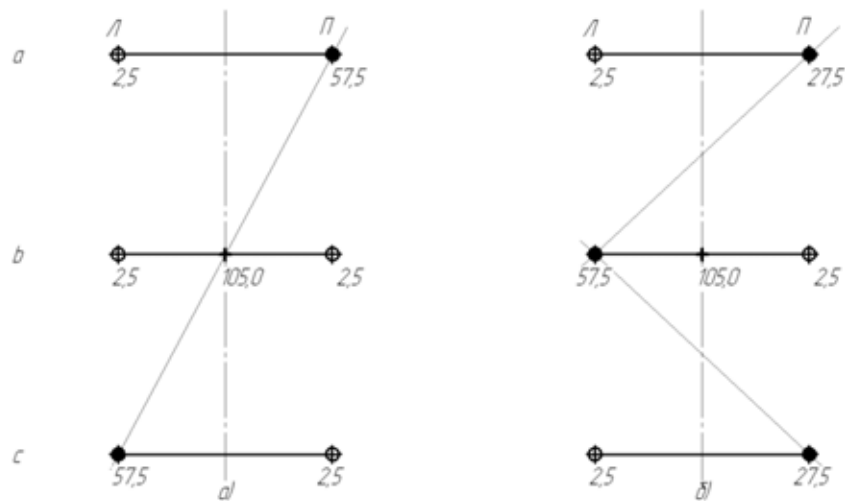
Навантаження несучої системи здійснюється за допомогою контрваги, яку закріплено на рамі вздовж її вісі відповідно до схемисил, які діють на несучу систему.

На першому етапі необхідно виконати такі види навантажень:

А. Сумісний згин з закручуванням, який досягається тим, що вся вага автомобіля переноситься на дві крайні опори, які розташовані кососиметрично. При цьому реакції всіх інших опор змінюють свій напрямок, що відповідає випадку вивішування коліс. Величини цих реакцій на кожній опорі дорівнюють вазі колеса. Схема розташування сил наведена на рисунку 1а.

Б. Сумісний згин з закручуванням, який досягається тим, що вага автомобіля сприймається двома крайніми опорами з однієї сторони автомобіля та середньою опорою з іншої сторони.

Реакції інших опор, за аналогією з видом А навантаження, створюються від вивішених коліс, дивись рисунок 1б.



а) вид навантаження А; б) вид навантаження Б

Рисунок 1 – Схема розташування сил, які діють на несучу систему при статичних випробуваннях (величини сил в кН)

На другому етапі випробувань виконується циклічне навантаження несучої системи закручуючими та згинаючими моментами. Цикл навантаження складається з чотирьох фаз. Перша та друга фази циклу відповідають А та Б видам навантажень на першому етапі, але величини моментів, які діють в них, задаються меншими за величиною. Схема прикладання та величини сил, які діють на несучу систему в III та IV фазах, здійснюється аналогічно I та II, але величини сил змінено симетрично поперечній осі автомобіля.

Сформований таким чином цикл можна представити на графіку переміщень кожної з опор за часом, рисунок 2. Величини переміщень наведено умовно, а форми кривих вказують на те, що реакції кожної опори змінюються за лінійним законом. Період циклу дорівнює 2 секундам.

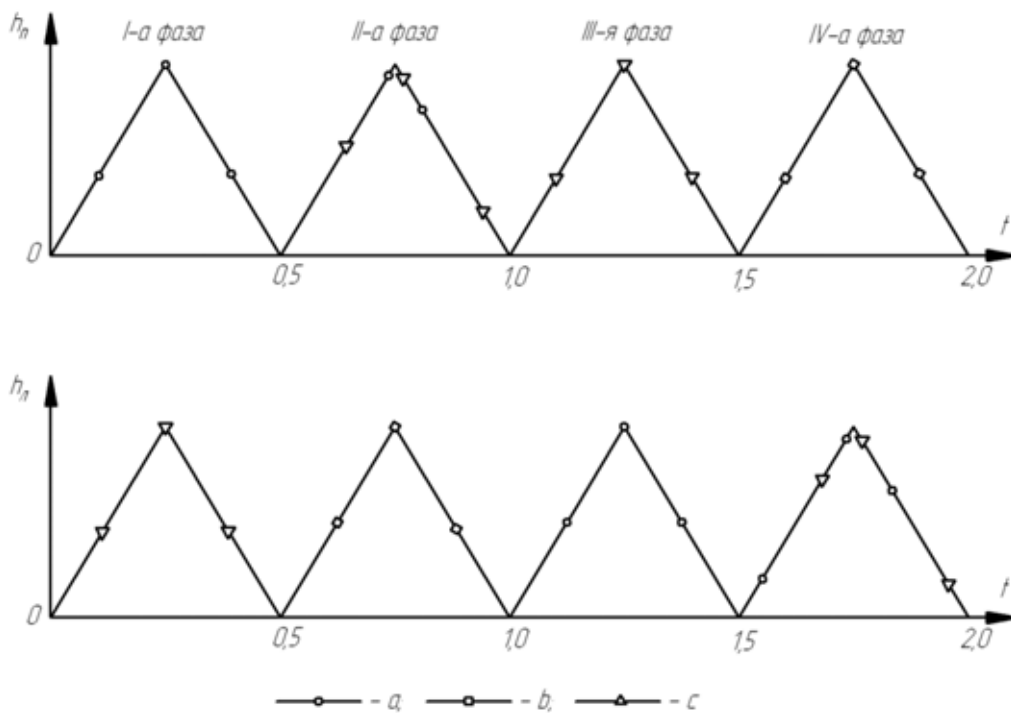


Рисунок 2 – Графіки умовних переміщень опор передньої (а), середньої (б) і задньої (с) вісей лівого та правого бортів ($h_{\text{л}}$, $h_{\text{п}}$) за часом

Критерієм граничного стану несучої системи при втомних випробуваннях є момент виникнення наскрізних тріщин в корпусі.

Порядок проведення випробувань:

1. Визначають складальні напруження.
2. Реалізується вид А навантаження для випадків лівого та правого закручування.
3. Реалізується вид Б навантаження для двох випадків симетричного прикладання навантаження.
4. Проводяться втомні випробування несучої системи.

При втомних випробуваннях можливі руйнування елементів рами, що призведе до деякої втрати жорсткості всієї несучої системи. Необхідно зафіксувати ці моменти та продовжити навантаження до настання граничного стану.

Після завершення випробувань несучої системи проведено її розбирання та огляд.

За результатами випробувань виявлена необхідність вдосконалення конструкції рами. Результати проведених випробувань викладені в звіті, в якому описані всі зміни що виникли в несучій системі та представлені фотографії цих змін.

Розроблена програма випробувань на надійність дозволяє проводити їх при повній імітації дорожніх умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Цымбалін В.Б. и др. Испытания автомобилей. – М. : Машиностроение, 1978

Сергій Миколайович Севостьянов — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: sev-sn@ukr.net;

Sergey Sevostyanov — assistant of the Department of automobiles and transport management, Vinnytsia national technical University, Vinnitsa, e-mail: sev-sn@ukr.net.

АНАЛІЗ АКТИВНОЇ ТА ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто питання активної та пасивної безпеки електромобілів.

Ключові слова: електромобіль, активна безпека, пасивна безпека, дорожньо-транспортна пригода.

Abstract

The questions of active and passive safety of electric vehicles are considered.

Keywords: electric car, active safety, passive safety, road accident.

Вступ

За статистикою, близько 80-85% всіх дорожньо-транспортних пригод (ДТП) стаються за участю автомобілів. Саме тому автовиробники, при розробці конструкцій автомобілів, надають максимум уваги його безпеці – адже від безпеки окремого автомобіля напряду залежить і загальна безпека руху на дорогах. Необхідно передбачити весь спектр потенційно небезпечних ситуацій, в які теоретично може потрапити автомобіль, а вони залежать від безлічі різних факторів [1-3].

В цілому безпека транспортного засобу поділяється на активну та пасивну. Активна безпека включає в себе всі ті властивості конструкції автомобіля, за допомогою яких запобігає або зменшує вірогідність виникнення ДТП. Завдяки активній безпеці автомобіля, водій може змінити характер руху – іншими словами, автомобіль не стане некерованим в екстремній ситуації.

У випадку, якщо аварія все-таки відбувається, ведуча роль у ситуації переходить до заходів пасивної безпеки. В поняття пасивної безпеки входять такі властивості конструкції транспортного засобу, які допомагають зменшити ступінь тяжкості ДТП, якщо таке станеться. Пасивна безпека проявляє себе, коли водій все-таки не може змінити характер руху автомобіля для запобігання аварії, незважаючи на прийняті заходи активної безпеки.

При розробці електромобілів питання безпеки вимагають від конструкторів не менше, а навіть більше уваги, ніж при створенні звичайного автомобіля [4].

Результати досліджень

Електричний автомобіль, хочемо ми цього чи ні, є безумовним і невідворотним майбутнім автомобілебудування, при цьому майбутнім найближчим. Багато виробників по всьому світу вкладають значні кошти в розробку електромобілів, чому сприяє неухильне зростання цін на нафтопродукти, необхідність зниження шкідливих викидів від автомобіля, а також розробки пристроїв зберігання енергії, технологій енергоспоживання.

Незважаючи на зовнішню схожість, електромобіль настільки відрізняється від традиційного автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння, що питання активної і пасивної безпеки в ньому доводиться починати вирішувати мало не з нуля. У електромобіля інші динамічні характеристики, тому що у нього і маса розподілена по-іншому, і двигун функціонує принципово інакше. По-друге, електромобіль по-іншому поводить себе при зіткненні з перешкодою, що вимагає нового підходу до питань пасивної безпеки. І, нарешті, зовсім новий і дуже важливий аспект – це електробезпека, може статися так, що в результаті дорожньо-транспортної пригоди за участю електромобіля сам він майже і не постраждає, але через порушення електроізоляції струмоведучих компонентів кузов виявиться під напругою.

Вже декілька років поспіль електромобілі проходять ті ж самі краш-тести, що й традиційні автомобілі. У Європі це випробування EuroNCAP, у США – тести Страхового інституту дорожньої

безпеки (IIHS). Так само, як і машини з двигуном внутрішнього згоряння, різні моделі електрокарів показують різні результати. Проте в основному їх рівень безпеки високий.

Для прикладу – результати першого в Північній Америці краш-тесту електромобілів від 2011. Chevrolet Volt та Nissan Leaf отримали найвищу оцінку безпеки після фронтального і бічного зіткнень, при ударі ззаду і у випробуванні, що імітує переворот. 2013 році їх успіх повторила Tesla Model S: Національна адміністрація безпеки дорожнього руху США (NHTSA) присудила цьому авто найвищі 5 зірок в усіх категоріях тестування. Тоді ж Euro NCAP випробувала серед інших електромобіль BMW i3, і той набрав за захист дорослих пасажирів і дітей 86% та 81% відповідно, щоправда, щодо безпеки пішоходів – лише 57% [5].

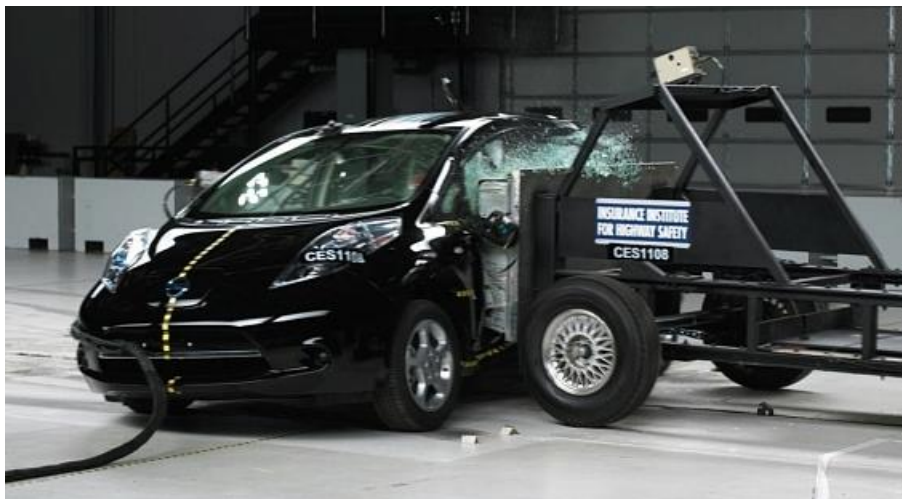


Рисунок 1 – Тестування електромобіля Nissan Leaf, що імітує бічне зіткнення [4]

Конструкція будь-якого електромобіля зумовлює більшу безпеку у разі зіткнення, оскільки літій-іонні батареї розташовані під днищем автомобіля, в межах колісної бази. У порівнянні з традиційними автомобілями, центр ваги електромобіля розташований нижче, і відповідно, йому набагато важче перекинутися у разі зіткнення.

В електромобілі немає великого баку з паливом, тому з'явилася можливість зробити більш довгі зони деформації для поглинання енергії удару на високій швидкості. І, на відміну від великих двигунів традиційних автомобілів, двигун електромобіля, в середньому діаметром 30-40 сантиметрів, не перетворюється на «смертельне залізне ядро», що дробить кістки людей при зіткненні й сплюсненні кузова.

Піку популярності електромобілів можна очікувати тільки тоді, коли цей вид транспорту по запасу ходу досягне показників автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння. А для цього необхідно істотно підвищити ємність їх акумуляторних батарей. Батареї електромобілів можуть спалахнути. Самі виробники приділяють цьому ризику значну увагу з тих пір, як 2011 році в США спалахнув розбитий Chevrolet Volt. Це сталося через витікання рідини з контуру охолодження батарей. Згодом було ще інциденти, коли автомобілі Tesla спалахували через наїзд на металеві уламки, що траплялися на дорозі. Після чого компанія почала ставити на всі Model S титаново-алюмінієві плити для захисту днища і, за зверненнями клієнтів, модифікувати днище вже проданих автомобілів [5].

Найважливішим напрямком у підвищенні пасивної безпеки є використання найбільш досконалих спеціальних утримуючих засобів (систем). В даний час наука і практика досягла великих успіхів в роботах зі створення засобів, що мають високий рівень захисту від наслідків ДТП: ременів безпеки (застосування систем попереднього натягу, обмежувачів зусиль і ін.), підголовників (зниження зазору між підголовником і головою за рахунок використання з автоматичним режимом дії – активних підголовників), дитячих сидінь (безпечне кріплення в автомобілі за рахунок використання системи «isofix», забезпечення захисту при бічних зіткненнях і т.д.), надувних подушок (регулювання ступеня наповнення в залежності від швидкості руху автомобіля в момент зіткнення, підвищення надійності спрацьовування (розкриття) при ДТП та ін.). Однак питання про використання перерахованих вище пристроїв віддано на розгляд виробникам транспортних засобів. Відсутні міжнародні приписи про їх

обов'язкове використання, а по надувним подушкам навіть немає нормативів, що регламентують їх функціональні характеристики і методи випробування.

Висновки

Безпека при ДТП в електромобілях забезпечується не тільки властивостями кузова, який виготовляється з високоміцних сортів металу і має кілька зон деформації, що поглинають енергію удару, але і наявністю безлічі пристроїв, що спрощують керування автомобілем і страхують водія від несподіваних моментів в поведінці автомобіля. У сучасних електромобілях використовують безліч засобів з активної і пасивної безпеки, а також і специфічної для них післяаварійної безпеки.

До числа особливостей будови електромобілів, що забезпечують безпеку людини, яка знаходиться в салоні, можна віднести відсутність масивного ДВЗ і низький центр ваги, що дозволяє автомобілю більш стійко вести себе в крутих поворотах. В цілому рейтинги безпеки електромобілів займають найвищі позиції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях : монография / Волков В.П., Торлин В.Н., Мищенко В.М., Кашканов А.А., Кашканов В.А., Кужель В.П., Ксенофонтова В.А., Ветрогон А.А., Скляр Н.В. – Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2010. – 476 с.
2. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП : монографія / Кашканов В.А., Ребедайло В. М., Кашканов А.А., Кужель В.П. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 128 с.
3. Кашканов В.А. Сучасні методи підвищення безпеки конструкції легкових автомобілів / В.А. Кашканов, Т.В. Люзак // Матеріали II-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 8 квітня 2014 року: збірник наукових праць – Вінниця: ВНТУ, 2014. – С. 29. Режим доступу [http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2014\(1\).pdf](http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2014(1).pdf)
4. Электромобиль как источник повышенной опасности [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.dw.com/ru/электромобиль-как-источник-повышенной-опасности/a-4621471> (Дата звернення 05.03.2018р.)
5. ТОП-5 міфів про безпеку електромобілів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/TOP-5-mifiv-pro-bezpeku-elektromobiliv/> (Дата звернення 05.03.2018р.)

Кашканов Віталій Альбертович, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kash_2004@ukr.net

Kashkanov Vitaly, Ph.D., associate professor, assistant professor of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: kash_2004@ukr.net

Діагностична модель системи електропостачання автомобіля

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовані способи діагностування системи електропостачання автомобіля. Наведені основні можливі несправності та їх причини.

Ключові слова: автомобіль, генератор, експлуатація, діагностування.

Abstract

The methods of diagnosing the car's power supply system are analyzed. The basic problems and their possible causes

Keywords: car, generator, operation, diagnostic.

Вступ

Частина несправностей автомобіля залежить від приладів електроустаткування, які значною мірою впливають на надійність автомобіля. До таких приладів також відноситься генератор, який є основною складовою системи електропостачання автомобіля. Метою дослідження є виявлення причин та наслідків несправностей системи електропостачання автомобіля, завдяки чому можливо скласти діагностичну модель, що значно збільшить термін служби та надійність електроустаткування.

Основна частина

Для підвищення терміну експлуатації системи електропостачання автомобіля необхідно вчасно проводити діагностування. Діагностування проводиться за допомогою спеціальних стендів і приладів. На стенді генератор діагностують під номінальним і максимальним навантаженням, після чого генератор розбирається всі його компоненти перевіряються на спеціальному обладнанні. Стенд дозволяє провести діагностику за допомогою вольтметра, амперметра, осцилографа та інших вбудованих приладів. За допомогою стенду перевіряються такі діагностичні параметри: величину опорів, ємність конденсатора, висоту щіток, величину напруги спрацювання реле-регулятора.

Технічне обслуговування елементів системи електропостачання автомобіля проводиться як на автомобілі, так і в електротехнічних дільницях. Під час ТО автомобіля проводять перевірку автоматичного ремінного натягувача, перевірку кріплення, напруги, робочої температури та шумності генератора. При поточному ремонті також проводять очистку генератора від бруду, заміну щіток, пружин, підшипників, якоря, регулятора напруги.

На разі, для більш чіткого і зрозумілого отримання інформації при діагностуванні використовують ПК, з підключенням до мотор-тестера. Під час діагностування відбувається збір інформації по переліку необхідних параметрів з подальшою передачею їх у ПК для опрацювання. Сучасне програмне забезпечення дає можливість обробити та проаналізувати отриману інформацію, завдяки її перетворенню у зручний для користувача вигляд, а саме таблиця, графіків та діграм. У результаті чого, користувач завжди може запросити саме необхідну йому, в процесі діагностування, інформацію. При сучасних методах діагностування використовується цифрова обробка сигналів, що стало можливим через залучення до процесу збору інформації (параметрів)

інформаційних технологій на базі ПК. Під час дослідження даних першим кроком є зчитування аналогових сигналів сенсорами. Далі ці сигнали проходять процес дискретизації, тобто перетворення з аналогового виду у цифровий, для подальшого передавання їх в пам'ять ПК та обробки. За отриманими даними визначається справність елементів системи електропостачання автомобіля.

На зміну технічного стану генераторної установки впливають декілька факторів. Зокрема:

1. Термін експлуатації – при дотриманні правил експлуатації відбувається спрацювання щіток, підшипників якоря, поломка регулятора напруги.
2. Якість та своєчасність обслуговування – при несвоєчасному та неякісному обслуговуванні відбувається забруднення колектора, ослаблення пружин, які притискають щітки до кілець, спрацювання щіток, кілець, заїдання щіток в щіткотримачах.
3. Якість експлуатаційних матеріалів – при використанні неякісних деталей може статися замикання в обмотці ротора або статора, швидке спрацювання підшипників та щіток.
4. Якість водіння – при великій кількості ввімкнених електроприладів збільшується навантаження на генератор, що, як наслідок, зменшує його ресурс.
5. Зовнішні фактори – при підвищеній вологості повітря, несприятливих кліматичних умовах може статися замикання в обмотках, а також корозія металу.

Висновки

У процесі розвитку автомобілебудування також удосконалюються елементи електричного та електронного обладнання автомобілів, серед яких важливу роль відіграє система електропостачання автомобіля. Завдяки удосконаленню конструкції електричного та електронного устаткування значно покращуються техніко-експлуатаційні показники автомобіля в цілому. Але також постає проблема пов'язана з удосконаленням процесів діагностування такого обладнання, з чого слідує необхідність нових підходів до визначення технічного стану його складових. Існує великий вибір діагностичного обладнання, яке базується на різних методах діагностики.

Найбільш прогресивними методами є методи, що базуються на застосуванні діагностичної моделі системи електропостачання автомобіля. Такий підхід є більш інформативним, оскільки визначаються найбільш значимі діагностичні ознаки. Дослідження і аналіз цих діагностичних параметрів дають інформацію про технічний стан всіх елементів системи електропостачання автомобіля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кукурудзяк Ю. Ю. Електричне та електронне обладнання автомобілів : лабораторний практикум / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. А. Кашканов, В. Й. Зелінський – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 110 с.

Новицька Юлія Вікторівна – студентка групи 1АТ-14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.14b.novitskiy@gmail.com.

Науковий керівник: **Кукурудзяк Юрій Юрійович** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: uk34@ukr.net.

Novitskaya Yulia V. – student of group 1AT-14b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1at.14b.novitskiy@gmail.com.

Supervisor: **Kukurudzyak Yuri Y.** – Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, email: : uk34@ukr.net.

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СКЛАДОВОЇ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виокремлена роль транспорту в логістичному ланцюзі постачань. Охарактеризований процес транспортного обслуговування логістичних ланцюгів та запропоновані заходи його покращення.

Ключові слова: логістика, ланцюг, транспорт, перевезення, витрати.

Abstract

The role of transport in the supply chain was highlighted. The process of transportation of logistic chains was offered and measures to improve it were proposed.

Keywords: logistics, chain, transport, transportation, expenses.

Вступ

Зростання обсягів виробництва і світової торгівлі та зміна парадигми розміщення виробництва вплинули на збільшення кількості переміщень товарів і відповідно зростання товарної маси в процесі обігу. Наведені фактори визначили актуальність логістики і важливу роль транспорту в глобальній логістичній системі. Для збереження та подальшого посилення своєї конкурентоспроможності, сучасному транспортному підприємству необхідно постійно покращувати процес переміщення матеріальних потоків. У вирішенні наведеної і багатьох інших логістичних задач повинні брати участь різні підприємства, які забезпечують товарорух (постачальники, виробничі, транспортно-експедиційні та торговельні) створюючи ланцюги поставок. Застосування різними суб'єктами господарювання технології управління ланцюгами постачань дозволить забезпечити збільшення швидкості переміщення вантажів, підвищення якості, надійності й безпечності перевезень за рахунок спільної економічної, соціальної й технічної інтеграції їх учасників. Конкурентоспроможні ланцюги постачань сприяють розвитку транспорту, торгівлі та економіки держави в цілому.

В економічно розвинених країнах за десятирічний розвиток науки логістики та подальше формування концепції управління ланцюгами постачань, транспортна ланка залишається найбільш проблемною [1].

Метою роботи є аналіз особливостей процесу транспортування в ланцюгах постачань та визначення напрямів його покращення.

Результати дослідження

На початковому етапі свого розвитку, логістика займалася таким об'єктом як склад готової продукції при виробництві, а саме організацією його роботи. З часом в логістичну систему підприємства інтегрував й склад сировини при виробництві. Транспорт почав забезпечувати роботу всієї постачальницько – збутової діяльності з урахуванням складської інфраструктури підприємства. Наступний етап передбачає вихід логістики за межі підприємства і включення в логістичний простір постачальників й торгових посередників різних рівнів [2]. Останній етап інтегрує в логістичну систему виробництво в тому числі з точки зору його раціонального розміщення. Отже, автомобільний транспорт на різних етапах формування логістичного простору відіграє ключову роль.

Наприкінці XX сторіччя процеси глобалізації і інтернаціоналізації обумовили бурхливий розвиток концепції управління ланцюгами поставок SCM (Supply Chain Management) в США, Європі і Японії. Вона передбачає ефективну побудову міжорганізаційних зв'язків і управління ними за принципами системності, взаємозв'язку та взаємозалежності бізнес-партнерів у рамках ланцюга поставок [3]. SCM поєднує ключові бізнес-процеси на протязі усього життєвого циклу продукту: від

зародження ідеї до побудови конструкції, виробництво, розподіл, продаж, післяпродажне обслуговування й знову повторення циклу виробництва продукту відповідно до нових запитів покупців. Як заявив відомий американський вчений M.Christopher: «Конкурують не компанії, а ланцюги поставок» [4]. Посилення співробітництва організацій, що входять у ланцюг поставок, стає однією з головних тенденцій сучасного бізнесу. Ланцюг поставок – це глобальна мережа, яка перетворює вихідну сировину в продукти і послуги, необхідні кінцевому споживачеві, керуючи потоками інформації, матеріальних цінностей та грошових коштів.

Дослідники виділяють шість основних областей, на яких фокусується увага управління ланцюгами поставок: виробництво, поставки, місце розташування, запаси, транспортування, інформація [5]. Одним з важливих елементів ланцюга поставок є транспорт, який охоплює весь ланцюг безпосередньо від видобутку сировини до кінцевого споживача (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурна схема логістичного ланцюга

Витрати на транспортування, як правило, формують найбільш значну частину витрат і становлять від однієї до двох третин бюджету логістики. Логістичні витрати на транспортування продукції в міжнародних ланцюгах поставок у середньому на 15% вище ніж при реалізації продукції усередині країни. Це пов'язане, насамперед, з митними витратами, більш складним і дорогим перевезенням, наявністю великої кількості посередників, без яких складно організувати доставку, підвищеними вимогами до логістичного сервісу, більш високою кваліфікацією перевізників тощо [6].

Отже, транспорт відіграє значну роль у структурі логістичних витрат при керуванні ланцюгами поставок на національному та міжнародному рівнях. До основних завдань транспортного забезпечення міжнародних ланцюгів поставок відносяться наступні:

- вибір транспортно-технологічної схеми доставки;
- вибір перевізника (транспортно-експедиційного підприємства), який має відповідні тип та кількість транспортних засобів;
- узгодження транспортного процесу з роботою складу;
- розміщення вантажів усередині транспортного засобу;
- маршрутизація перевезень і контроль руху вантажу в шляху;
- забезпечення схоронності вантажу під час переміщення;
- спільне планування функціонування різних видів транспорту у випадку мультимодальних перевезень.

Процес переміщення матеріальних потоків у ланцюгах поставок неоднорідний та складається із сукупності тісно зв'язаних елементів. Перевезення автомобільним транспортом у ланцюзі поставок змінюються за часом (від декількох хвилин до днів) та простором (від декількох кілометрів до тисяч кілометрів). У процесі перевезення окрім переміщення з вантажем здійснюються наступні логістичні операції: консолідація, розукрупнення, видача одержувачеві тощо. Усе це обумовлює необхідність безперервного й ефективного управління транспортним потоком, включаючи планування перевезень, їх раціоналізацію з виключенням зайвих пробігів, зустрічних і повторних перевезень.

При плануванні й організації процесу перевезення вантажу в ланцюгах поставок важливу роль відіграє вибір рухомого складу та маршрутів руху транспорту. Основними критеріями раціонального маршруту є час і собівартість доставки вантажу, а також надійність транспортування. Вибір рухомого складу для перевезення залежить від обсягу вантажопотоку та виду вантажу.

Аналіз інформаційних джерел визначив наступні головні проблеми транспортного обслуговування в ланцюгах постачань:

- низька якість;
- значущий період попереднього терміну експлуатації транспорту;
- недостатня інформаційна підтримка перевезень;
- недовантаження рухомого складу;
- складність страхування вантажу і транспортних засобів;
- складності організації взаємодії декількох видів транспорту.

Для подальшого вдосконалення процесу транспортування в логістичних ланцюгах з урахуванням Європейської спрямованості України, необхідно реалізувати наступні заходи:

- участь України в розробці загальної стратегії розвитку мережі міжнародних транспортних коридорів, в рамках формування нових транзитних магістралей континентального значення, оснащення транспортних коридорів достатньою мережею комплексів, об'єктів, пунктів транспортного й автотранспортного сервісу;
- подальший розвиток логістичних технологій, інформаційних систем, всієї інфраструктури транзитних перевезень в цілях прискорення доставки транзитних вантажів, забезпечення гарантій їх збереження, загального підвищення якості сервісу;
- удосконалення нормативно-правової бази з інтермодальних та мультимодальних перевезень;
- підвищення рівня технічної взаємодії між різними видами транспорту під час здійснення міжнародних перевезень;
- збільшення переліку логістичних послуг.

Висновки

Встановлено, що більш якісне перевезення матеріальних потоків досягається в раціонально інтегрованих логістичних ланцюгах постачань за рахунок ефекту синергії. Особливістю роботи транспорту в сучасному конкурентному середовищі є розширення спектра його діяльності й підвищення сервісного обслуговування користувача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Владимиров С.А. Об основных направлениях развития мировой транспортной системы и логистики // Вестник транспорта. 2016. № 2.
2. Логистика. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / [И.И. Полещук и др.]; под ред. И.И. Полещук. - 2-е изд. - Минск: БГЭУ, 2014. - 362 с.
3. Difference between Logistics & Supply Chain [Електронний ресурс]/ P.A. Crosby // All experts questions and answers. – 01.14.2008. – Режим доступу: <http://en.allexperts.com/q/Logistics-Supply-Chain-2414/2008/1/Difference-Logistics-Supply-Chain.htm>.
4. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок. С-Пб.: Питер, 2004.
5. Пруненко Д. О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Управління ланцюгом постачань» / Д. О. Пруненко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 140 с.
6. Проценко О.Д., Проценко И.О. Логистика и управление цепями поставок – взгляд в будущее: макроэкономический аспект. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012.

Макарова Тамара Володимирівна, канд. екон. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tomamakarova@ukr.net;

Терентієв Юрій Михайлович — студент групи 1ТТ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Makarova Tamara V., Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tomamakarova@ukr.net;

Terentyev Yuriy M., student group 1ТТ-16ms, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЯКІСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ У МІСТАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано найважливіші чинники та показники, що дозволяють оцінити роботу міських пасажирських перевезень в цілому, а також кожного перевізника або підприємства вибраного міста.

Ключові слова: громадський транспорт, пасажирські перевезення, якість перевезення, транспортна послуга, дорожній транспортний засіб, міська система транспорту, рухомий склад.

Abstract

The analysis of the most important factors and indicators, allowing to estimate the work of city passenger transportations in general, as well as each carrier or enterprise of the selected city.

Key words: public transport, passenger transportation, quality of transportation, transport service, road vehicle, urban transport system, rolling stock.

Вступ

Транспорт загального користування в містах, подібних м. Вінниці, представлений тролейбусами, трамваями, автобусами що працюють у звичайному режимі руху та маршрутними таксі, а особистий – власними легковими автомобілями. Решта альтернатив в системі підтримки переміщень міського населення має незначну питому вагу.

Число способів переміщення пасажирів залежить від ступеня розвинутої міської транспортної інфраструктури, рівня забезпеченості особистим транспортом та його економічних можливостей. Вибір того або іншого альтернативного варіанту переміщення визначатиме рівень попиту на систему міських пасажирських перевезень (МПП).

Основна частина

Найважливішими показниками, що дозволяють оцінити роботу МПП в цілому і кожного підприємства або перевізника, є: загальний об'єм перевезень, пасажирообіг, коефіцієнт використання пасажиромісткості, коефіцієнт споживання послуг міських пасажирських перевезень.

Зростання цих показників може бути викликано підвищенням добробуту населення; його культурного рівня; збільшення території міста та концентрацією місць праці. Здійснюють вплив і кліматичні умови.

Чинники, що впливають на процес МПП, сполучені в наступні групи: містобудівні [5]; соціально-економічні [7] та техніко-економічні [4].

До містобудівних чинників відносяться: площа міста; пропускна здатність вулиць; чисельність і густина населення; структура розподілу густини населення за площею міста; відносне розміщення центрів тяжіння і центрів розселення та інші.

Соціально-економічні чинники описують характеристики населення міста: середній дохід на душу населення і його розподіл; структуру населення по соціальних групах і зайнятості; рівень ділової активності.

Серед техніко-економічних чинників, як характеристик транспортної системи міста, є такі: рівень транспортної пропозиції по видах та її якісні характеристики; об'єми перевезень; вартість проїзду транспортом та вартість експлуатаційних ресурсів особистого транспорту; густина та сумарна довжина маршрутної мережі МПП; експлуатаційна кількість одиниць рухомого складу МПП; експлуатаційна швидкість і швидкість сполучення; швидкість легкового автомобіля в потоці; величина річних постійних витрат на експлуатацію автомобіля; середнє число поїздок в рік та вартість постійних витрат на одну поїздку на особистому автомобілі.

Пріоритетним напрямом в процесі надання транспортних послуг населенню є якість обслуговування пасажирів [1]. Структурні схеми різних показників якості транспортного обслуговування пасажирів наведено на рис. 1,2,3.



Рисунок 1 - Структурна схема показників зручності використання та результативності при обслуговуванні пасажирів міським транспортом загального користування

Під підвищенням якості пасажирських перевезень можна розуміти і комплекс заходів, що припускають скорочення витрат часу населення на пересування і поліпшення комфортабельності поїздок.

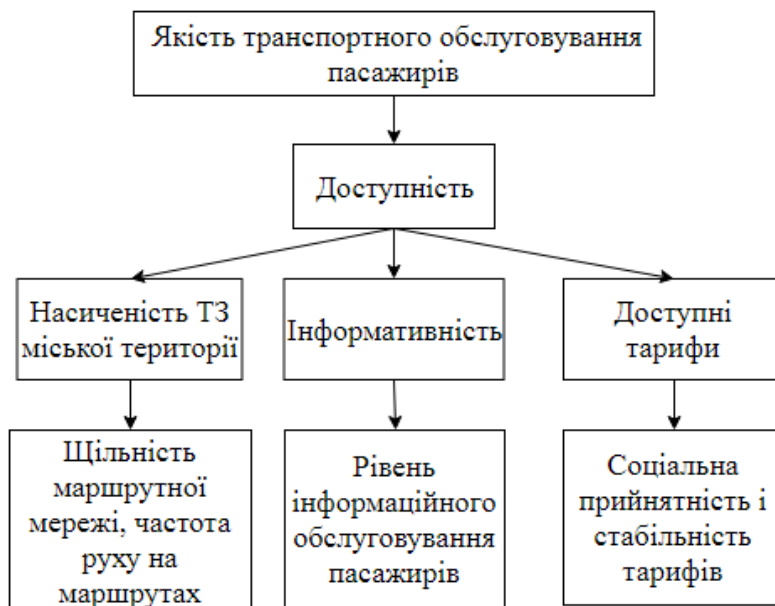


Рисунок 2 - Структурна схема показників доступності при обслуговуванні пасажирів міським транспортом загального користування



Рисунок 3 - Структурна схема показників надійності при обслуговуванні пасажирів міським транспортом загального користування

Комфортабельність рухомого складу визначається зручністю пристроїв для посадки-висадки пасажирів, якістю сидіння, поручнів і покриття підлоги в салоні, вентиляцією і мікрокліматом, освітленістю і оглядовістю, рівнем внутрішнього шуму і вібрацій, прискореннями при русі, наявністю додаткового обладнання.

Згідно роботи [6], якість роботи ТЗ, можна характеризувати по наступних показниках: коефіцієнт випуску транспортних засобів на лінію; коефіцієнт наповнення; коефіцієнт використання часу в наряді; швидкість сполучення; інтенсивність руху; інтервал руху; коефіцієнт регулярності; показник ефективності обслуговування; коефіцієнт ефективності витрат; узагальнений показник.

Для оцінки якості перевезень пасажирів А.В.Шабанов в роботі [7] пропонує зовсім іншу систему показників: надійність, комфортність, безпека, ввічливість, доступність, взаєморозуміння, комунікабельність. Зрозуміло, що одним з найголовніших критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування населення є загальні витрати часу жителів від початкового пункту до кінцевого. Цей критерій безпосередньо або опосередковано включає такі показники, як швидкість сполучення, густина транспортної мережі, наявність або відсутність пересадок, число рухомого складу на лінії і т.д.

Система показників якості пасажирських перевезень потребує удосконалення, систематизації, врахування сукупності методів дослідження транспортного процесу перевезень та прогресивних технологій перевезень, а також можливостей обробки бази даних на електронно-обчислювальних машинах.

Крім цього, при оцінці якості пасажирських перевезень, необхідно враховувати складність і небезпеку маршруту, залежного від інтенсивності руху і безпосередньо від організації дорожнього руху, а також чинники, що впливають на витрату палива і викиди шкідливих речовин.

Висновки

Для оцінки умов пасажирських перевезень в містах використовують цілий ряд кількісних показників, які можна розглядати як реакцію на дію чинників, що визначають поведінку системи пасажирських перевезень. З одного боку, вони є достатньо чутливими ознаками характеру протікання процесу міських пасажирських перевезень, а з іншого - визначають пропускну спроможність тих елементів вулиць, які використовуються певними категоріями учасників руху. Відбір чинників, що

формують режим дорожнього руху, заснований на оцінці ступеня їх дії, а також даних раніше проведених досліджень і натурних спостережень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вельможин А.В. Теорія організації і управління автомобільними перевезеннями: логістичний аспект формування перевізних процесів: Монографія/ А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Міротін. - Волгоград, РПК Політехнік, 2001. – 298 с.
2. Зирянов В.В. Критерії оцінки умов руху і моделі транспортних потоків / В.В. Зирянов. - Кемерово, 1993. – 198 с.
3. Ліфшиц В.Н. Оптимізація планування і управління транспортними системами / В.Н. Ліфшиц. -М.: Транспорт, 1987. - 224 с.
4. Лежнева О.І. Ефективність експресних маршрутних перевезень пасажирів у найбільших містах: автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / О.І. Лежнева. - Харків, 2007. - 21 с.
5. Міротін Л.Б. Організація комерційної роботи на автомобільному транспорті / Л.Б. Міротін. - М.: АОЗТ «ЭКМИ», 1997. - 311 с.
6. Мун Е.С. Організація перевезень пасажирів маршрутними таксі/ Е.С. Мун, А.Д. Рубець. -М.: Транспорт, 1986. – 163 с.
7. Шабанов А.В. Методологічні основи і моделі формування і управління регіональних логістичних систем громадського транспорту: дис. д. екон. наук/ А.В. Шабанов. - Ростов-на-Дону, 2002. – 358 с.

Біліченко Віктор Вікторович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. , e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Коробов Сергій Сергійович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету, e-mail: dabl-s@ukr.net

Лановий Роман Сергійович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Свершок Антон Васильович – студент групи 2AT-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

BilichenkoViktor V. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Academician of the Transport Academy of Ukraine, Excellence in Education in Ukraine, Head of the Department of Automobile and Transport Management of Vinnytsia National Technical University

Korobov Serhii S. – graduate student of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Lanoviy Roman S. – graduate student of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,

Svershok Anton V. - student of 2AT-17m group, faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

АНАЛІЗ І ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ НА ПОКАЗНИКИ ЇХ РОБОТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Підвищено ефективність технічної експлуатації міських автобусів за рахунок обліку чинників складності маршруту руху рухомого складу при оперативному коригуванні основних нормативів технічної експлуатації і нормуванні витрати палива.

Ключові слова: технічна експлуатація, автобусні пасажирські перевезення, працездатність, відмови.

Abstract

The efficiency of the technical operation of city buses has been increased due to the account of the factors of the complexity of the route of the rolling stock movement in the operative adjustment of the basic norms of technical exploitation and normalization of fuel consumption.

Keywords: technical exploitation, bus passenger transportation, working capacity, refusal.

Вступ

Сьогодні неможливо уявити жодну країну без стабільного функціонування транспортного комплексу. Життя ставить високі вимоги до рівня мобільності населення, крім того з кожним роком зростають потреби економіки в транспортних послугах. Тому ефективне функціонування транспортного комплексу має важливе соціальне значення для країни.

Результати дослідження

Пасажирський автомобільний транспорт - важлива складова частина виробничої інфраструктури України. Його стійке і ефективне функціонування є необхідною умовою стабілізації, підйому і структурної перебудови економіки, забезпечення цілісності країни а також покращення умов і підвищення рівня життя населення.

Проведений аналіз роботи міського пасажирського транспорту свідчить про те, що провідне місце в міських пасажирських перевезеннях займає автобусний транспорт. Підвищення рівня автомобілізації ускладнює організацію пасажирських перевезень. Введення ринкових відносин на міському пасажирському транспорті потребує удосконалення методів організації перевезень з урахуванням наявності приватних перевізників, які працюють разом з комунальними. Окрім того, удосконалення методів організації пасажирських перевезень повинно супроводжуватись удосконаленням підсистем фінансового забезпечення, а також контролю за роботою транспорту. Таким чином, проблеми міського пасажирського транспорту являються комплексними. Результати виконаного дослідження вказують на актуальність удосконалення міських пасажирських перевезень з урахуванням ринкових відносин та сучасних способів і методів регулювання пасажирських перевезень [1].

Технічна експлуатація як підсистема автомобільного транспорту, яка впливає на ефективність перевізного процесу, вимагає постійного вдосконалення, зокрема, за рахунок об'єктивного нормування (коригування) показників роботи з урахуванням умов експлуатації рухомого складу. Істотна відмінність маршрутів руху міських автобусів вимагає диференційованого підходу при плануванні та організації роботи рухомого складу на лінії та розрахунку основних нормативів технічної експлуатації міських автобусів, зокрема, норм витрати палива, періодичності ТО, питомих трудоемкостей ПР, пробігів до капітального ремонту, тощо.

Сукупність індивідуальних техніко-експлуатаційних властивостей кожної моделі міського автобуса, їх практично постійне закріплення за маршрутами руху дозволяє в якості об'єкта нормування основних параметрів технічної експлуатації вибирати кожен окремо взятий автобус, який працює на конкретному маршруті руху.

При вирішенні питань індивідуального нормування параметрів технічної експлуатації необхідно використовувати програмно-цільовий і системний підходи, які розглядають міський автобус у взаємодії з умовами експлуатації, як багатофакторну взаємопов'язану систему, аналіз зв'язків якої необхідно виконувати сучасними математичними методами (кореляційно-регресійний, компонентний і факторний аналіз).

Для визначення впливу факторів умов експлуатації на основні нормативи технічної експлуатації необхідно використовувати індивідуальні показники складності маршруту руху міських автобусів, які визначаються за звітними даними АТП.

У зв'язку з вищевикладеним актуальним є дослідження, пов'язане з вдосконаленням методу оперативного коригування основних нормативів технічної експлуатації і витрати палива міських автобусів за рахунок врахування індивідуальних особливостей маршруту руху на основі статистичної інформації [3].

Метою роботи є підвищення ефективності технічної експлуатації міських автобусів за рахунок обліку чинників складності маршруту руху рухомого складу при оперативному коригуванні основних нормативів технічної експлуатації і нормуванні витрати палива. Об'єктом дослідження є міські автобуси, оснащені нейтралізаторами відпрацьованих газів.

Практика показує, що в умовах міста режими руху маршрутного автобуса істотно відрізняються від режимів руху звичайного автомобіля. Досить зауважити, що кількість гальмувань, що припадають на 1 км шляху, виконується водієм в 1,35 рази більше, виключень зчеплення - в 2,48 рази, вимушених зупинок - в 1,54 рази.

Істотна відмінність в умовах експлуатації спостерігається як між маршрутною мережею декількох автобусних парків, так і в рамках одного парку. Наприклад, в умовах міста Вінниця спостерігається наступна варіація в експлуатаційних характеристиках маршрутів, зокрема: експлуатаційна швидкість змінюється від 11,5 км/год до 26,5 км/год; коефіцієнт використання пасажиромісткості, побічно характеризує завантаження салону по перегонам маршруту, також змінюється від 0,21 до 0,61. Істотні відмінності спостерігаються і в перешкодонасиченості на трасі маршрутів (кількості пунктів світлофорного регулювання - відмінність у 4,3 рази; перехресть і поворотів - в 3,3 рази); щільності транспортного потоку - в 5 разів. Встановлено, що умови експлуатації та тип маршруту (табл. 1 і 2) істотно впливають на цілий ряд техніко-експлуатаційних показників роботи автобусів, зокрема, витрата палива, ресурс шин, втрати лінійного часу, напруженість праці водіїв, викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах, тощо. Серед них найбільший вплив доводиться на умови руху (50%, 33%, 50%, 33% і 33% відповідно), транспортні умови (33%, 17%, 33%, 50% і 50% відповідно) і дорожні умови (17%, 50%, 17%, 17% і 17% відповідно) [2].

Таблиця 1 – Зміна деяких показників працездатності автобуса великого класу на лінії в залежності від типу маршруту руху

Найменування показників	Тип маршруту	
	міські	приміські
Втрати лінійного часу	100	100
- з експлуатаційних причин	36	75
- з технічних причин	64	25
Втрати лінійного часу з технічних причин	100	100
- запізнення з виходом	8	4
- простої на лінії	26	16
- повернення в парк	66	80
Втрати лінійного часу, що припадають на автобус протягом місяця, вип. /год	5,3/15,9	1,6/9,5
Напрацювання на операцію ремонту,%	100	162
Напрацювання на лінійний відмову,%	100	170

Таблиця 2 – Розподіл лінійних відмов по системам і агрегатам автобуса великого класу в залежності від типу маршруту руху, %

Найменування системи	Тип маршруту	
	міські	приміські
Гідромеханічна передача	23,1	23,8
Двигун	17,5	18,2
Колеса і шини	7,9	12,1
Гальма	10,5	7,7
Електрообладнання	8,6	5,7
Підвіска	11,8	11,0
Задній міст	9,5	10,1
Кузов	4,9	5,1
Рульове керування	2,5	2,6
Передня вісь	2,5	1,7
Карданна передача	0,5	1,2
Прилади освітлення і сигналізації	0,5	0,4
Інші	0,2	0,4
Всього	100	100

Серед факторів умов руху найбільш значущими є частота планових і позапланових зупинок, довжина перегону технологічного циклу і швидкість руху автобуса на перегоні. Серед факторів транспортних умов найбільш значущими є наповнюваність салону автобуса на перегонах, інтенсивність руху транспортного потоку і вид перехрестя. Серед чинників дорожніх умов найбільш значущими є стан і тип дорожнього покриття.

Дослідження по вище розглянутих питань проводилися в НТУ, ХНАДУ, ВНТУ та інших вузах і НДІ країни. Результати досліджень підтверджують залежність зміни технічного стану автотransпортних засобів і надійності роботи основних агрегатів і вузлів автомобілів і автобусів від режимів їх експлуатації, які, в значній мірі, визначаються умовами експлуатації.

Найбільшу увагу в роботах було приділено питанням розробки маршрутних норм витрати палива. Реалізація методів маршрутного нормування витрат палива для автобусів проводилася під керівництвом Гарбера А.З., Говорущенко М.Я., Зіміна К.Б., Кузнецова Е.С., Максимова В. А., Фаробіна Я.Е. та ін.

Управлінню технічною експлуатацією автомобілів з урахуванням умов експлуатації і режимів роботи основних систем і агрегатів були присвячені роботи Авдонькіна Ф.Н., Аринина І.М., Бідняка М.Н., Белякова Е.А., Болдіна А.П., Воронова В.П., Іверкіна В.Н., Кузнецова Е.С., Максимова В.А., Миротина Л.Б., Прудівського Б.Д., Ротенберга Р.В., Соколова В.С., Ухарського В.Б., Шейнина А.М. та ін. Більшість авторів розглядали зв'язок ефективності ТЕА з коефіцієнтом технічної готовності, були побудовані математичні залежності коефіцієнта технічної готовності від різних факторів (забезпеченості виробничої бази, рівня механізації, потужності АТП, деяких факторів умов експлуатації, середньодобового пробігу, віку РС, форми організації ТО і ТР, плинності кадрів та ін.). Частина робіт була присвячена розробці нормативів ТЕА і її ефективності при проведенні робіт по ТО і ПР [4].

На підставі досліджень автора і численних літературних даних [1-4]. Зі всієї великої кількості факторів умов експлуатації можна вибрати наступні фактори, що характеризують складність маршруту руху міського автобуса і впливають на його техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники:

- питома кількість технологічних зупинок на маршруті;
- питома кількість світлофорів на маршруті;
- питома кількість поворотів на маршруті;
- щільність транспортного потоку;
- середня відстань між зупинками;
- середня довжина перегону;
- коефіцієнт використання пасажиромісткості.

Висновки

Облік об'єктивно існуючих умов роботи рухомого складу можливий при подальшому вдосконаленні класифікації умов експлуатації, що може послужити основою для раціоналізації використання матеріальних і трудових ресурсів АТП, підвищення надійності рухомого складу і якості обслуговування пасажирів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В.В. Перспективи розвитку перевезень пасажирів автобусами в містах України / В.В. Біліченко, С.С. Коробов / Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. - № 2 (9). – С. 12-17
2. Максимов В.А. Научные основы повышения эффективности использования городских автобусов средствами инженерно-технической службы: Дисс. д.т.н. - М.:, 2000. - 442 с.
3. Говорущенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива с учетом конкретных условий работы автомобилей / Говорущенко Н.Я., Шаша И.К. // Автом. трансп.: Респ. межвед. научн.-техн. сб. - 1987. - Вып. 24. - Киев: Техника. - С. 16 - 21.
4. Кузнецов Е.С. Методы повышения надежности автобусных перевозок средствами инженерно-технической службы автотранспортных предприятий / Кузнецов Е.С., Максимов В.А. - М.:МАДИ, 1989. - 46с.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Баран Анастасія Василівна — студент групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: baran.a@gmail.com.

Павленко Віталій Вікторович — студент групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: v_pavlenko@ukr.net.

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko_v@mail.ru;

Baran Anastasia V. — student group 2AT-17m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : baran.a@gmail.com.

Pavlenko Vitaliy V. — student group 2AT-17m, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : v_pavlenko@ukr.net.

ФОРМУВАННЯ ВАРІАНТІВ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З ЗАПРОВАДЖЕННЯМ НОВИХ ВИДІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сформоване визначення стратегії розвитку автотранспортних підприємств. Визначено ознаки підприємства яке в подальшому можна було б розглядати як типове або базове при формуванні стратегії розвитку. Сформовані варіанти стратегії розвитку автотранспортних підприємств, пов'язаної з запровадженням нових видів перевезень.

Ключові слова: стратегія, розвиток, автотранспортне підприємство, новий вид перевезень.

Abstract

The definition of a strategy for the development of motor transport enterprises has been formed. The features of the enterprise that can be considered as typical or basic during the formation of the development strategy are determined. Shaped variants of the strategy of development of motor transport enterprises, connected with introduction of new types of transportations.

Keywords: strategy, development, a motor transport company, a new type of transportation.

Стратегія розвитку автотранспортного підприємства (АТП) – довготривалий, якісний, визначений напрямок розвитку підприємства, спрямований на будь-який вид виробничої діяльності для максимальної реалізації можливостей підприємства та зайняття ним відповідного або запланованого становища на ринку.

Пропоноване поняття відображає колективний підхід до розробки стратегії, дає відомості про місію АТП, розкриває сутність як стратегії, так і розвитку. Як стратегія – це набір засобів, використовуваний для досягнення перспективних цілей. Розвиток підприємства обумовлений, по-перше, ефективним використанням ресурсів у певному середовищі, по-друге, поліпшенням кількісних і якісних показників внаслідок мінімізації рівня ризику і, по-третє, переговори та угоди між рівнями з метою вироблення єдиної мети сприяють удосконалюванню організаційної системи управління підприємством.

Стратегії розвитку автотранспортних підприємств визначаються факторами внутрішнього та зовнішнього середовища які є специфічними для кожного окремого підприємства. Проте більшості автотранспортних підприємств України притаманні певні спільні характеристики або ознаки які дозволяють на етапі формування стратегії розвитку використовувати спільні підходи та прийоми. З цієї точки зору доцільним є визначення ознак підприємства яке в подальшому можна було б розглядати як типове або базове при формуванні стратегій розвитку.

На початку 90-х років XX століття у Вінницькій області нараховувалось 59 вантажних, пасажирських та змішаних автотранспортних підприємств. Кількість рухомого складу, яка експлуатувалась на автотранспортних підприємствах, суттєво відрізнялась: були підприємства як з кількістю рухомого складу менше 100 одиниць, так з кількістю рухомого складу понад 600 одиниць. Розподіл автотранспортних підприємств за кількістю наявного на той час рухомого складу представлений на рис. 1.

Як видно з рисунку 1, 17% підприємств мали кількість рухомого складу від 50 до 100 одиниць, 27% – від 100 до 150 автомобілів, 37% – від 150 до 200 автомобілів. При цьому 14% підприємств мали кількість рухомого складу від 200 до 250 автомобілів та 5% – більше 250 автомобілів. Слід також відзначити, що практично усі автотранспортні підприємства з кількістю автомобілів понад 200 одиниць розташовувались у місті Вінниця.

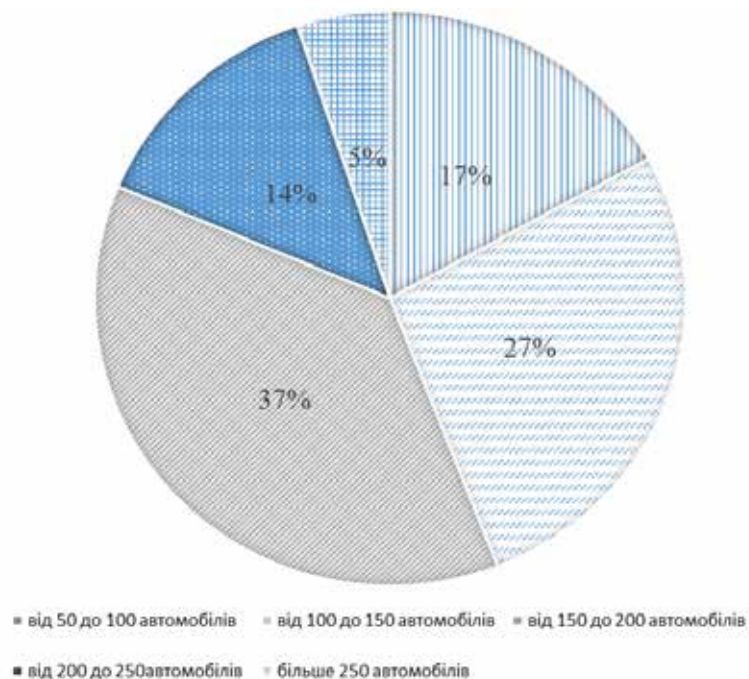


Рисунок 1 – Структура автотранспортних підприємств Вінницької області за кількістю автомобілів на початок 90-х років XX століття

Автотранспортним підприємствам Вінницького регіону, як і інших регіонів України, була притаманна значна різномарочність рухомого складу. Так, навіть для найбільш чисельної моделі автомобілів ГАЗ тільки на 7% підприємств їхня кількість перевищувала 100 одиниць, а на 65% була меншою 30 одиниць. Ще гірше становище спостерігається щодо решти моделей автомобілів.

Традиційний розвиток виробничо-технічної бази, який був притаманний автотранспортним підприємствам того часу, обумовлює наявність на кожному АТП всього комплексу обладнання і оснащення, призначеного для виконання робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу, а також приміщень, необхідних для розташування всіх виробничих підрозділів. Слід зазначити, що в умовах великої різномарочності рухомого складу використання наявної виробничо-технічної бази (ВТБ) було неефективним.

Таким чином, для автотранспортних підприємств Вінницького регіону на початок 90-х років XX століття характерним є наявність всієї номенклатури виробничих підрозділів та технологічного обладнання для ТО та ПР рухомого складу, велика різномарочність рухомого складу, низька ефективність використання наявної ВТБ, з однієї сторони, та відставання розвитку ВТБ з іншої. Середній розмір автотранспортного підприємства при цьому для районних центрів складав від 100 до 150 автомобілів, а для міста Вінниці – від 300 до 400 автомобілів.

Після приватизаційних процесів відбулося перетворення більшості державних автотранспортних підприємств в акціонерні товариства. Значна частина комплексних автотранспортних підприємств при цьому перетворились на дрібні транспортні фірми. В результаті цих перетворень на ринку автотранспортних послуг з'явилася значна кількість суб'єктів господарювання різних форм власності та розмірів. Якщо раніше у Вінницькій області функціонували 59 великих автотранспортних підприємств, то сьогодні господарську діяльність здійснюють понад 500 автомобільних перевізників. Автотранспортні підприємства отримали фінансову та виробничу самостійність, проте через недостатню обґрунтованість прийнятих рішень щодо їхнього розвитку, вони в більшості випадків почали занепадати. Це стало суттєвою проблемою в першу чергу для пасажирського автотранспорту, оскільки саме пасажирський транспорт загального користування несе на собі соціальне навантаження і не може нормально здійснювати процес перевезення без підтримки з боку місцевих органів влади.

Проведені дослідження показали, що в результаті розукрупнення автотранспортних підприємств суттєво змінились їхні розміри, частка підприємств з кількістю автомобілів від 3 до 10 на даний час складає приблизно 41% від загальної кількості (рис. 2), тоді як у 1991 році таких підприємств взагалі не було.

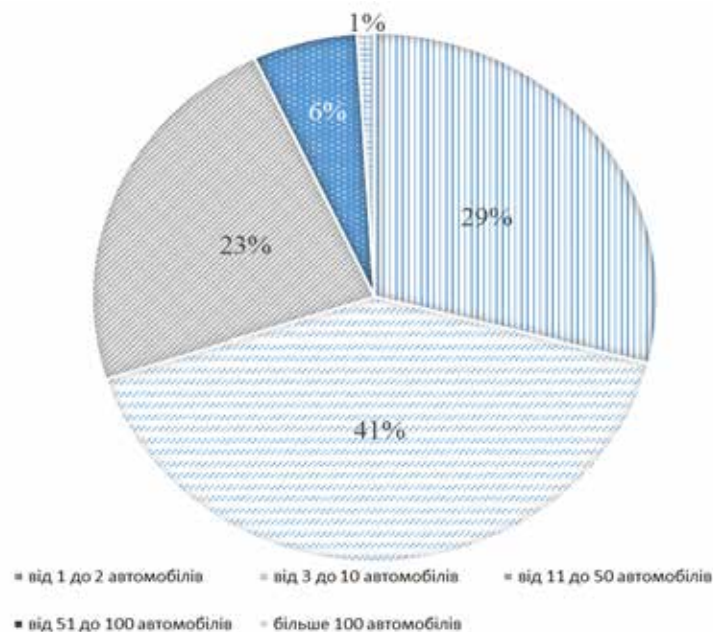


Рисунок 2 – Структура автотранспортних підприємств Вінницької області за кількістю автомобілів на кінець 2017 року

Середній розмір автопідприємства, відповідно, змінився зі 162 одиниць рухомого складу в 1991 році до 25 у 2017 році.

Як видно з рисунку 2, 41% підприємств мають кількість рухомого складу від 3 до 10 одиниць та 23% – від 11 до 50 автомобілів. Ці підприємства, як правило, розташовані у районних центрах Вінницької області та утворились від тих підприємств, які мали раніше кількість рухомого складу від 100 до 200 автомобілів. Також 6% автотранспортних підприємств, які мають кількість рухомого складу від 51 до 100 автомобілів, та 1% підприємств з кількістю більше 100 автомобілів розташовані у місті Вінниця і утворились в результаті розукрупнення підприємств з кількістю рухомого складу понад 200 автомобілів.

Як правило, підприємства з кількістю рухомого складу до 10 автомобілів не мають власної виробничо-технічної бази для обслуговування та ремонту свого рухомого складу. Керівництво цих підприємств зосереджене на вирішенні лише своїх внутрішніх проблем, які виникають з частою зміною зовнішнього середовища (споживачі, конкуренти) та вирішенні проблем ремонту та обслуговування рухомого складу. Внаслідок цього порушуються організація та технологія виконання робіт технічного обслуговування і ремонту, не дотримуються періодичність та якість виконуваних робіт. У результаті знижуються основні техніко-експлуатаційні показники: коефіцієнти технічної готовності, випуску рухомого складу на лінію, використання пробігу та вантажопідйомності. Зменшується обсяг перевезень і вантажообіг, погіршується технічний стан транспортних засобів, тому ростуть витрати на поточний ремонт, особливо на запасні частини, агрегати й матеріали.

На кінець 2017 року для районів Вінницької області типовим автотранспортним підприємством можна вважати підприємство з кількістю рухомого складу від 30 до 50 автомобілів, а для міста Вінниця типовим є автотранспортне підприємство з кількістю рухомого складу від 75 до 100 автомобілів. Для цих підприємств є характерним те, що наявна виробничо-технічна база була розрахована на обслуговування та ремонт від 100 до 300 автомобілів і в даний час не використовується в повній мірі.

На основі результатів SWOT-аналізу типових автотранспортних підприємств Вінницької області можна зробити висновок, що перспективними є наступні варіанти розвитку стратегії, пов'язаної з новим видом перевезень:

- міські пасажирські перевезення;
- таксомоторні перевезення;
- перевезення і виготовлення будівельних сумішей у бетонозмішувачах;
- перевезення борошна борошновозами;

- перевезення вантажів малотоннажними автомобілями;
- перевезення вантажів, що потребують спеціальних температурних умов транспортування;
- міжнародні пасажирські перевезення;
- міжміські та приміські пасажирські перевезення;
- перевезення палива;
- перевезення небезпечних вантажів.

Моделювання усіх наведених варіантів потребує значних затрат часу і є недоцільним. Серед наведених варіантів необхідно визначити найбільш прийнятні і в подальшому методом моделювання визначити найкращі за прийнятим критерієм ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бідняк М. Н. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: [монографія] / М. Н. Бідняк, В. В. Біліченко. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 176 с.
2. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку: [монографія] / В. В. Біліченко. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 308 с.

Цимбал Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Tsymbal Serhii V., – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО КВИТКА В МІСТАХ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вивчено досвід різних міст України по впровадженню та використанню єдиного електронного квитка. Проаналізовано різні системи оплати за проїзд у громадському транспорті.

Ключові слова: електронний квиток, оплата за проїзд, інформаційна система.

Abstract

The experience of different cities of Ukraine in introducing and using a single electronic ticket has been studied. Different systems of payment for travel through public transport are analyzed.

Keywords: e-ticket, fare, information system.

Електронний квиток – це реальний приклад впровадження світового досвіду використання сучасних ефективних електронних автоматизованих методів обліку пасажирських перевезень в міському транспорті. Автоматизована система оплати проїзду надає чимало економічних переваг, серед яких – можливість оцінити реальний оборот коштів, кількість пільговиків і зрозуміти фактичну картину завантаженості маршрутів. Для пасажирів це зручна і швидка оплата проїзду, можливість використання різних гнучких тарифних систем. Для водіїв – скорочення часу затримки громадського транспорту на зупинках. Єдиний квиток для всіх видів громадського транспорту на основі безконтактної електронної пластикової карти. Мета цієї інновації – спростити та зробити більш прозорою оплату за проїзд в автобусах, маршрутних таксі, тролейбусах, трамваях і метро. А платити за проїзд потрібно буде не кондукторам, а валідаторам. Кондуктори стануть консультантами та контролерами.

Можливості / способи оплати проїзду після впровадження електронного квитка:

- за допомогою транспортної карти (електронного проїзного);
- за допомогою пільгової соціальної карти;
- за допомогою банківської безконтактної картки;
- за допомогою смартфона (через мобільний додаток, екран або NFC).

Над методикою роботи та взаємодії з електронним квитком працюють в десяти містах України. Таким чином, QR-кодом в транспорті можна розплатитися у Львові, Запоріжжі, Маріуполі, Івано-Франківську, Черкасах.

У Житомирі, Харкові, Тернополі, Хмельницькому, Дніпрі вже діють валідатори в громадському транспорті. У цих містах також є QR-коди.

У Києві електронний квиток у метрополітені вже запущений і є можливість розрахуватися безконтактною платіжною карткою. На даний момент було розпочато встановлення обладнання для запровадження електронного квитка у наземному транспорті. Система проїзду за електронним квитком в столиці має повноцінно запрацювати вже у квітні 2018 року. Для разової поїздки можливо буде придбати квиток з QR-кодом на папері або екрані смартфона, розрахувавшись готівкою в електронному терміналі поповнення на зупинці або банківською карткою в салоні транспортного засобу.

Оформлення та поповнення різноманітних варіантів проїзних квитків (на види транспорту, на час, на кількість поїздок, на відстань) планується здійснювати зокрема через кабінет пасажирів на відповідному сайті або через електронні термінали поповнення.

Кондуктори на час перехідного періоду також працюватимуть, продаючи разові квитки безпосередньо в салоні та допомагаючи пасажирів користуватися технічними засобами систем електронного квитка.

Здійснення контролю оплати проїзду передбачається за допомогою спеціальних терміналів, які будуть контролювати останню валідацію засобів сплати за проїзд у пасажирів. Або за допомогою валідатора, через який було зафіксовано проїзд: потрібно лише повторно піднести смартфон або картку до відповідного валідатора, і він підтвердить сплату або несплату за проїзд.

Пільговики так само мають зафіксувати свій проїзд в громадському транспорті, скориставшись Карткою киянина. Це необхідно для забезпечення прозорості та точності обліку фактично наданих послуг з перевезення пасажирів.

Валідатори буде розміщено в салоні за принципом "кількість дверей + 1", а в автобусах малої місткості – 2 одиниці. Така концепція є спільною для усіх міст, які впроваджують електронний квиток.

Головне, що електронний квиток дає інструмент, який дозволяє по-іншому побудувати підхід в стосунках між організатором перевезень, транспортними компаніями і пасажирами. Запровадження безготівкової оплати змінить систему: пасажир платитиме місту, а місто платитиме найнятому перевізнику. Платитимуть за кілометраж, а не за кількість перевезених пасажирів. Не буде так званих «жирних маршрутів», на яких багато пасажирів. Перевізники будуть зацікавлені їхати за графіком. Добре виконана робота – належна оплата. Поїздки не за графіком або взагалі невіїзд на маршрут – каратиметься штрафом.

Проектом передбачена інтеграція з уже існуючими електронними системами – наприклад, системою АСДУ (автоматизована система диспетчерського управління) і бортовими електронними інформаційними системами. В результаті, водії за допомогою монітора бортового комп'ютера зможуть самостійно контролювати свій рух відповідно до розкладу. У транспортних засобах, обладнаних повнофункціональною бортовою інформаційною системою, зупинки будуть оголошуватися і виводитися на табло автоматично.

Наприклад, у Харкові з 1 грудня 2017 року, почав діяти єдиний електронний квиток. За допомогою якого можна оплатити проїзд у трамваях і тролейбусах, через місяць система розпочала дію в метрополітені. Вартість єдиного електронного квитка становить 30 гривень, а терміналів для купівлі електронних квитків встановлено 323 одиниці. Переважно вони стоять в тих місцях, де раніше були кіоски для покупки паперових квитків. В терміналах можна купити як електронний квиток, так і паперовий квиток для разового проїзду в транспорті, що дійсний протягом доби.

Такий принцип використовується також у Львові, Тернополі та Дніпрі. Передбачаються різні види квитків – разовий і пільговий квиток, короткостроковий абонемент та довгостроковий абонемент. Чим на триваліший термін абонемент, тим дешевшою буде разова поїздка. При цьому протягом 60-70 хвилин пасажири зможуть безкоштовно пересідати з одного транспортного засобу на інший. А у Дніпрі пілотний проект впровадження електронного квитка розпочнеться вже цього року – спеціальними турнікетами та іншим обладнанням оснащать метро і трамвай. У 2018 році обладнають весь електротранспорт – тролейбуси і трамваї, а в 2019-му – автобуси та маршрутні таксі. Зараз у Дніпрі реалізовується комплексна реформа всього міського транспорту. Лише після завершення аналізу пасажиропотоків у місті визначаться, як працюватиме система з електронним квитком.

Схожа ситуація і в інших українських містах, які планують запровадити систему оплати через електронний квиток. Якщо їхній досвід виявиться вдалим, очевидно, реформа надалі суттєво розширить свою географію.

З 2 січня 2017 року у Тернополі запровадили диференційовану систему оплати за проїзд у громадському транспорті. Власники «Соціальної карти Тернополянина» та ті, хто придбали неперсоніфікований електронний гаманець оплачують проїзд по три гривні у тролейбусі і чотири у маршрутці. Пасажири, які не мають картки або електронного гаманця оплачують проїзд по 4 гривні у тролейбусі і 5 гривень у маршрутці. Стосується це і пільгових категорій населення – пенсіонерів, учасників АТО, студентів та учнів, які не виготовили соціальну карту.

Щоб оплатити проїзд, у Тернополі потрібно притулити до валідатора єдиний квиток. На ньому відображається дата, номер маршруту та підтвердження оплати проїзду. Залишок на карті на екрані валідатора не відображається. Також через валідатор необхідно відсканувати разовий квиток, куплений у терміналі.

Що стосується міста Вінниці, то у 2018 році розпочнеться впровадження електронного квитка і на його базі – муніципальної картки вінничанина (таблиця 1). Сьогодні триває серйозна підготовча робота по цьому проекту і пошук ресурсів.

Таблиця 1 – Методи оплати за проїзд

Таблиця 1. Методи оплати за проїзд								
Назва	Разовий квиток	Безконтактна банківська картка	За допомогою смартфона	Проїзний квиток тривалого користування		Електронний квиток - Соціальна карта Вінничанина		
			через мобільний додаток, екран або NFC	на проїзд у трамваї, тролейбусі, автобусі	Електронний квиток	загальний	учнівський	пільговий
Тип	Готівка	Електронний гаманець	Електронний гаманець	Тарифні пакети поїздок	Електронний гаманець	Електронний гаманець	Електронний гаманець	Безлімітний
Як отримати				Купується/поповнюється у пунктах продажу та поповнення електронних квитків (ППЕК)		Оформлюється та отримується у ЦНАП, управління соціальної політики, об'єктах ЖКГ, Оператора електронних систем міста		
Опис	Пасажир оплачує вартість проїзду готівкою кондуктору /водію та отримує разовий друкований квиток з інформацією про час поїздки. Або купує квиток на зупинці у спеціальному автоматі.	З рахунку будуть списані кошти за проїзд, а в підтвердження оплати виданий талон.	Необхідно піднести свій смартфон екраном до валідатора, або відсканувати QR - код для оплати за проїзд. Електронний зразок квитка зберігатиметься протягом години, або до кінця поїздки.	Поповнюється за отриманим тарифним пакетом на визначену кількість поїздок ПКТК можна поповнити по закінченню терміну дії та достроково, коли баланс поїздок рівний 0. Після валідації знімається поїздка та друкується квиток про інформацію про поїздку, термін дії пакету та залишковою кількістю поїздок.	Запрограмовані у вигляді "електронного гаманця". Поповнюється на довільну суму в гривнях. Після валідації відбувається списання коштів відповідно до вартості тарифу за обраним видом транспорту (трамвай, тролейбус, автобус) та друкується квиток з інформацією про поїздку, залишок коштів.			Поповнюється автоматично кожного 1-го місяця. Після валідації відбувається реєстрація поїздки та друкується квиток з інформацією про поїздку.
	Тимчасова міра				У випадку втрати невідновлюється	У випадку втрати карти її можна відновити		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://www.vmr.gov.ua/Lists/CityNews/ShowNews.aspx?ID=744>
2. <https://vn.20minut.ua/DTP/elektronniy-kvitok-dizayn-vzhe-e-a-koli-zyavitsya-u-vinnitsi--nevidomo-10659135.html>
3. <https://kiev-ukr.segodnya.ua/ktransport/v-kieve-vnedryayut-e-bilet-kak-budem-platit-za-proezd-1097962.html>

4. <https://economics.unian.ua/transport/2273111-harkiv-vidsogodni-perehodit-na-ediniy-elektronniy-kvitok-u-transporti-foto.html>
5. <http://zz.te.ua/elektronnyj-kvytok-problemy-i-vyrishennya/>
6. <https://www.radiosvoboda.org/a/e-ticket-how-where-when/28336962.html>
7. <http://portal.lviv.ua/news/2018/01/17/peredayte-na-odin-chi-vdastsya-lvovu-ne-stati-autsayderom-u-gonitvi-za-e-kvitkom>
8. <https://www.ukrinform.ua/rubric-kyiv/2354157-ekvitok-u-transporti-kieva-zapracue-z-kvitna-2018.html>
9. <https://vn.depo.ua/ukr/vn/elektronniy-kvitok-u-vinnici-vprovadzhuvatime-kompaniya-z-chehiyi-20180313741591>
10. <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/elektronnij-kvitok-v-kijevi-u-transporti-pochali-vstanovljувати-obladnannja-2337299.html>
11. <https://dniprorada.gov.ua/uk/articles/item/22429/elektronnij-kvitok-vidteper-u-dnypri-oplatiti-proizd-u-elektrotransporti-mozhna-za-dopomogoyu-bankivskoi-kartki>

Цимбал Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Чумак Василь Юрійович – студент групи 1ТТ-17мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1tt.17ms.chumakv@gmail.com.

Tsymbal Serhii V. – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Chumak Vasil Y. — student group 1TT-17ms, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : 1tt.17ms.chumakv@gmail.com.

СВІТОВИЙ ДОСВІД РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вивчено світовий досвід розвитку і впровадження інтелектуальних транспортних систем. Виділено чотири покоління розвитку ІТС. Виконано оцінку ефекту від створення повнофункціональної ІТС.

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи, проект розвитку.

Abstract

The world experience in the development and implementation of intelligent transport systems has been studied. Four generations of ITS development have been identified. The effect of the creation of a full-featured ITS is fulfilled.

Keywords: intelligent transport systems, development project.

Вступ

В зв'язку з ростом транспортних сполучень та зі збільшенням мобільності населення, які супроводжуються зростанням кількості транспортних засобів і їх швидкостей руху, виникає необхідність забезпечення безпеки руху та реалізації методів ефективного управління транспортними потоками ІТС мають зменшити попит на використання індивідуального транспорт та заохочувати мешканців міста більше користуватись громадським транспортом і транспортними засобами, розрахованими на більшу кількість пасажирів [1,2].

Результати дослідження

Світовий досвід розвитку проектів ІТС нараховує на сьогоднішній момент більше 40 років для Японії, близько 30 років - для Європи і Америки.

Як найбільш ефективні виділяється ряд проектів у світовій практиці проектування ІТС [3,4,5]. У 90-х роках в США були чітко сформульовані основні етапи за рішенням проблем розвитку і впровадження ІТС: математичне моделювання руху автомобілів і транспортних потоків (так зване мікро - та макромодельовання); єдина система інформування; електронна система вибору і вказівки маршруту; система надання допомоги водіям.

В даний час вся мережа автомобільних магістралей, що примикають до великих міст (Чикаго, Детройт, Лос-Анджелес, Нью-Йорк та ін.) Оснащена ІТС.

У США і Канаді велика увага приділяється взаємним зв'язкам міської системи з системою доріг і автомагістралей в приміських зонах. Хорошим прикладом є міська мережа в Монреалі, де в міську систему управління рухом транспортних потоків входять і автомагістралі приміської зони, тобто приблизно до 70-100 км від міста.

В Японії практично вся дорожня мережа, як в містах, так і на трасах, обладнана локальними ІТС різного ступеня складності.

У сучасній практиці прийнято відносити ІТС до одного з чотирьох поколінь розвитку цих систем:

Покоління 1. Розрахунок керуючих параметрів і введення їх в ІТС виконуються вручну.

Покоління 2. Розрахунок керуючих параметрів автоматизований, введення їх в АСУД виконуються вручну.

Покоління 3. Розрахунок керуючих параметрів і введення їх в ІТС автоматизовані. Управління (реагування на зміни транспортного потоку) проводиться з урахуванням динаміки транспортних потоків (TR-метод) за допомогою зміни заздалегідь розрахованих тимчасових таблиць.

Покоління 4. Розрахунок керуючих параметрів і введення їх в ІТС автоматизовані. Управління проводиться в реальному часі (з короткостроковою затримкою реагування або прогнозуванням транспортних потоків), з урахуванням локальних змін транспортних потоків.

В даний час ІТС 3-го і 4-го поколінь встановлені в декількох десятках міст: в 53 містах Великобританії, в Мадриді, Гонконгу, Токіо, Торонто, Бордо, Бахреїні та ряді інших. Найважливішою складовою ІТС є система інформування учасників руху, особливо глобально розповсюдилася з розвитком Інтернет-мереж. В даний час значна частина території, наприклад, США чи Франції, охоплена інформаційними системами, які передають кількісні дані про транспортні потоки в реальному часі.

В останні роки знаходять все більшого поширення системи, що прогнозують середню швидкість і час проїзду по тим чи іншим маршрутами. Подібні системи надають досить істотний вплив на перерозподіл транспортних потоків.

У штаті Техас силами Техаського департаменту транспорту успішно впроваджена система ІТС, що базується на поєднанні центрального погодинного і центрального адаптивного управління з використанням бібліотеки заздалегідь розрахованих ПК.

Японія є передовою країною в області розробок і використання вищих форм автоматизованих систем управління рухом (перейшла на рівень інтелектуальних транспортних систем управління). Крім Японії та інших країн Азіатсько-Тихоокеанського регіону цілеспрямовано вкладають кошти в розвиток систем управління. У деяких містах Австралії для зонального керування транспортними контролерами використовується керуюча система SCATS, часто комбінованих і з іншими підсистемами. Велика увага цим питанням приділяється і в Південній Кореї. У Китаї існує комісія з управління розвитком досліджень інтелектуальних транспортних систем. Розроблено програму, що включає загальну стратегію розвитку ІТС та перелік пілотних демонстраційних проектів.

У ці пілотні проекти в першочерговому порядку включені міські центри управління рухом і електронні системи оплати за проїзд.

Спираючись на світовий досвід можна стверджувати, що розвиток ІТС в сучасних умовах є одним з найбільш ефективних шляхів вирішення складних транспортних проблем, як в містах, так і на заміських дорогах.

Тому питання розробки обґрунтованих технічних вимог до ІТС є найважливішим, і особливо для України, де є значна нерівномірність у розвитку транспортної інфраструктури по регіонах. Істотними є і історико-архітектурні особливості, особливо в міській забудові: відомо, що топологія українських міст дуже відрізняється від топології європейських та американських.

Основними цілями використання ІТС є:

1. Підвищення ефективності управління транспортно-дорожнім комплексом (регіону, міста, дорожньої мережі) в параметрах забезпечення необхідного рівня безпеки та організації дорожнього руху за рахунок застосування комплексу автоматизованих інформаційних управляючих підсистем, функціонально і технічно об'єднаних в ІТС.

2. Досягнення необхідного рівня мобільності населення, підвищення якості його життя шляхом забезпечення гарантованої надійності, безпеки, стійкості, адаптивності та ефективності функціонування транспортно-дорожнього комплексу.

3. Забезпечення заданої якості контролю за станом дорожньої мережі за рахунок застосування апаратних засобів контролю, які є складовою частиною ІТС.

Пріоритетами при реалізації ІТС є:

- розробка принципів побудови державної стратегії в області ІТС, визначення основних модулів стратегії;

- визначення сфери компетенції в області здійснення діяльності з технічного регулювання, розробки проектних рішень, розмежування функцій контролю в ІТС;

- визначення місця, ролі та обсягів наукових досліджень в задачах побудови та експертизи проектів ІТС, а також при обґрунтуванні і підготовці комплексу документів технічного регулювання та правового забезпечення розвитку ІТС в країні;

- розробка принципів поетапного впровадження підсистем ІТС, що забезпечують максимальну техніко-економічну, соціальну і екологічну ефективність;

- обґрунтування стратегій розвитку ІТС в країні у всіх елементних складових з урахуванням світових тенденцій.

Опис принципів формування державної стратегії в області ІТС включає основні напрямки діяльності, які передбачають розвиток державної системи регулювання всіх рівнів діяльності в області ІТС на основі програмно-цільового підходу, в тому числі:

- розробку системного правового забезпечення для формування організаційної структури державного регулювання в галузі розвитку ІТС, що включає скоординовану взаємодію органів виконавчої влади (міністерств, відомств), що мають відповідно до чинного законодавства компетенції і функції в сфері розвитку ІТС, завдання і зміст наукових досліджень в області опрацювання технічних і технологічних аспектів розвитку ІТС, принципи регулювання ринку прикладних технологій ІТС;

- опис побудови структури завдань в області розвитку ІТС в країні, а також принципів їх реалізації в системі державного регулювання в галузі розвитку ІТС;

- здійснення розмежування компетенцій і відповідальності в ферсі ІТС між державними органами виконавчої влади на загальнодержавному і регіональному рівнях;

- опис принципів формування формалізованого інструментарію визначення потенційного замовника на виконання наукових, дослідницьких, проектних, підрядних та інших видів робіт з визначенням принципів фінансування проектів ІТС;

- обґрунтування і опис плану науково-дослідних напрямків в області розвитку ІТС;

- опис принципів технічного регулювання в області ІТС;

- опис стратегії інтеграції в європейські і світові інститути стандартизації;

- опис стратегії розвитку ринку фахівців в області ІТС;

- опис принципів формування програми взаємодії з міжнародними громадськими інститутами в області ІТС.

Оцінка ефекту від створення повнофункціональної ІТС включає необхідність моніторингу індикаторів ефективності з наступних складових.

Соціальний ефект.

Полягає в створенні умов для скорочення часу проїзду населення усіма видами наземного транспорту за рахунок:

- збільшення пропускної здатності доріг міста за рахунок регулювання транспортних потоків (автоматичне керування роботою світлофорних об'єктів);

- отримання можливості вибору пасажиром оптимального маршруту руху громадським транспортом від початкової до кінцевої точки з урахуванням маршрутів і розкладів руху всіх видів громадського транспорту, а також дорожньої ситуації і транспортних потоків;

- оптимізації маршруту руху транспортних засобів з урахуванням актуального стану організації дорожнього руху та стану транспортних потоків.

Важливою складовою соціального ефекту є своєчасне інформування населення та учасників дорожнього руху про організацію транспортного обслуговування, а також про поточний стан і короткостроковий прогноз розвитку транспортної ситуації як на конкретних ділянках, так і місті в цілому.

Інформування полягає в доведенні до населення та учасників дорожнього руху в режимі часу, близькому до реального, з використанням засобів телекомунікацій такої інформації:

- інформація про ділянки доріг з утрудненим рухом (затори);

- зміни в організації дорожнього руху (перекриття вулиць, тимчасові знаки, аварійні ділянки і т.п.);

- схеми об'їзду проблемних ділянок;

- розрахунок часу на проїзд з початкової до кінцевої точки з урахуванням дорожньої ситуації;

- стан дорожнього полотна (сніг, дощ, ожеледиця);

- рекомендований швидкісний режим;

- прокладка оптимального маршруту руху транспорту з урахуванням дорожньої ситуації;

- розкладу руху громадського транспорту;

- схеми руху громадського транспорту;

- вартість проїзду і провозу багажу;

- прокладка оптимального маршруту руху для пасажирів з початкової до кінцевої точки різними видами транспорту з урахуванням реальної дорожньої ситуації.

Підвищення безпеки транспорту та на транспорті.

Підвищення безпеки транспорту та на транспорті за рахунок впровадження регіональних ІТС дозволить підвищити безпеку дорожнього руху, а також безпеку всіх видів перевезень.

Безпека дорожнього руху досягається за рахунок:

- оперативного, повного і достовірного доведення інформації до спеціальних служб при виникненні кримінальних або надзвичайних ситуацій на транспорті. У разі виникнення такої ситуації інформація в реальному масштабі часу від спеціальних пристроїв, змонтованих на ТЗ, надходить до Єдиного чергового диспетчерського центру;

- забезпечення безперешкодного руху спецтранспорту до місця ДТП або кримінальної ситуації. За рахунок автоматизованого управління світлофорними об'єктами досягається можливість створення «зеленої» вулиці для проїзду спецтранспорту;

- інформування водіїв про поточний стан і короткостроковий прогноз стану дорожнього полотна. У разі погіршення дорожньої ситуації (випадання опадів, утворення ожеледі і т.п.) водії вчасно отримують про це інформацію і мають можливість підготуватися до такої ситуації;

- забезпечення автоматичної фіксації фактів порушення ПДР з виявленням і покаранням винних осіб. Досягається впровадженням відповідних автоматизованих систем;

- підвищення уваги водіїв, що обумовлено зниженням втоми водіїв через тривалі затори.

Безпека при перевезеннях пасажирським транспортом досягається за рахунок установки в пасажирському транспорті фото, відеокамер, датчиків задимлення, температури, здатних фіксувати кримінальні (наприклад, факти злодіяства) або надзвичайні ситуації (наприклад, факти загоряння в салоні автобуса). Інформація про такі факти в реальному часі надходить в диспетчерські пункти, де оперативно реалізуються заходи щодо їх усунення.

Безпека вантажних перевезень досягається установкою в автомобілях спеціальних датчиків, які контролюють стан вантажів, що перевозяться. Наприклад, датчики температури встановлюються в холодильні камери, в яких перевозяться продукти харчування (шкільні сніданки). У разі несправності холодильної установки інформація про це надходить до диспетчерського пункту, де приймаються відповідні заходи.

Економічна ефективність.

Полягає в створенні умов для забезпечення заданої мобільності громадян, своєчасного і достовірного контролю виконання муніципальних замовлень на здійснення транспортної роботи підприємствами, що здійснюють пасажирські перевезення, прибирання вулиць, вивезення твердих і рідких побутових відходів.

Впровадження ІТС в регіональні органи управління дозволить підвищити ефективність управління державним і муніципальним транспортом за рахунок отримання замовниками і виконавцями цілісної, актуальної картини з планування та виконання транспортної роботи підприємств.

Екологічний ефект.

Інтелектуальна транспортна система з використанням технологій перерозподілу завантаженості доріг за рахунок ефективної роботи ряду підсистем (підсистеми управління світлофорними об'єктами, підсистеми непрямого управління транспортними потоками, підсистеми обмеження в'їзду на окремі ділянки доріг, підсистеми управління завантаженням паркувань, інших підсистем) дозволяє вирішити це завдання перенесення або перерозподілу місць концентрації транспорту (заторів) в місця, де екологічна ситуація не така вагома, як в житлових масивах, або місцях відпочинку городян.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Редзюк А. М. Проблеми міського автобусного транспорту / Редзюк А. М. // Автошляховик України. – 1998. – № 4. – С. 7-9.
2. Ігнатенко О.С. Організація автобусних перевезень в містах/ О.С. Ігнатенко, В.С. Маруніч. – К.: УТУ, 1998. – 196с.
3. Saul Wordworth. Will and sentiment: the automated highway to heaven/ Saul Wordworth//Traffic Technology International.-2006.- October/ November.- pages 54-58.
4. Wolfgang Scherr. Big picture, small picture/ Wolfgang Scherr, Kiel Ova// Traffic Technology International.-2005.- Fev/Mar.- pages 28-30.
5. Жанказиев, С.В. Интеллектуальные дороги - современный взгляд/ С.В.Жанказиев, А.А. Тур, Р.Ф. Халилев// Наука и техника в дорожной отрасли.- 2010 – 2 - стр. 1-7.

Біліченко Наталія Олександрівна, – канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: atm-vntu@ukr.net;

Цимбал Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Крупський Ярослав Юрійович — студент групи 1ТТ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: jarik_kr@ukr.net.

Bilichenko Nataliya A. – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: atm-vntu@ukr.net.

Tsymbal Serhii V. – Ph.D., Associate Professor of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Krupsky Yaroslav Y. — student group 1TT-16ms, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : jarik_kr@ukr.net.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто методи розрахунку маршрутних мереж без застосування комп'ютерних потужностей, використання системного аналізу із застосуванням спрощених моделей розподілу пасажиропотоків маршрутною мережею та стандарти транспортного обслуговування. Запропоновано використовувати систему підтримки прийняття рішень, яка дає можливість проводити вибір серед рішень в деяких неструктурованих та слабо структурованих задачах.

Ключові слова: пасажирський транспорт, маршрутна мережа, система підтримки прийняття рішень.

Abstract

Methods of calculation of route networks without using computer facilities, use of system analysis with application of simplified models of distribution of passenger traffic by route network and standards of transport services are considered. It is proposed to use a decision support system that allows choices among decisions in some unstructured and weakly structured tasks.

Keywords: passenger transport, route network, decision support system.

Вступ

Основне призначення міського пасажирського транспорту – перевезення пасажирів. Процеси урбанізації в Україні, швидкі темпи зростання населення, особливо у великих містах, потребують постійного розвитку міського транспорту. Від ефективності його роботи значною мірою залежать ритмічність функціонування всього господарського комплексу країни, узгодженість і взаємодія магістральних транспортних ліній. Зростання масштабів перевезень, енергетична криза, екологічні проблеми призводять до постійної структурної перебудови міського транспорту.

В організації стабільної роботи міського пасажирського транспорту загального користування чільне місце посідає розв'язання задачі маршрутизації, оскільки за його допомогою створюється база можливих варіантів, і на її основі приймаються наступні, детальніші рішення, які стосуються роботи міського транспорту. Аналіз багатьох робіт, що присвячені дослідженню маршрутних мереж, показує, що задача розробки нової схеми маршрутів полягає у тому, щоб визначити провізні можливості маршрутів та раціонально сформувати траси, при використанні яких критерій ефективності досягне оптимального значення.

Результати дослідження

В якості найпростіших інструментів маршрутизації використовують методи, розроблені для розрахунку маршрутних мереж без застосування комп'ютерних потужностей. До них належать найбільш ранні розробки [1], а також ряд проведених останнім часом робіт, виконаних у період комп'ютеризації [2]. В аналітичних методах під час основного розрахунку береться до уваги досвід транспортних працівників, а також використовується системний аналіз із застосуванням спрощених моделей розподілу пасажиропотоків маршрутною мережею та стандарти транспортного обслуговування.

Однак застосування цих методів на практиці обмежене малою кількістю альтернатив, які можна розглядати при розв'язанні задачі. Шляхом використання засобів реалізованої на ЕОМ інтерактивної графіки можливості аналітичних методів значно розширюються [3]. Таким чином, можливості проектувальника суттєво зростають, однак через відсутність формальних вказівок стосовно вибору раціональної маршрутної мережі одержання результатів, придатних для практичної реалізації,

виявилось неможливим. Однак таке спрощення не відповідає дійсності і призводить до мимовільного зсуву маршрутів, що проектуються, до вже існуючих маршрутних мереж, які потребують реформування.

Найрадикальніший зі способів усунути недоліки, притаманні аналітичним методам, – це використання суворих математичних методів розв'язання екстремальних задач для досягнення максимального або мінімального значення функціоналу, який виступає в ролі цільової функції.

Всі процедури оцінки та формування маршрутних мереж значно обмежуються обов'язковим спрощенням існуючих в реальному транспортному процесі складних явищ стохастичного характеру та точністю вихідної інформації. Отже, навіть процедури математичної оптимізації дозволяють лише отримувати вказівки на шляхи вдосконалення маршрутів, і евристичні способи цілком придатні для того, щоб з їхньою допомогою отримувати саме такі вказівки. Саме з цієї причини евристичні алгоритми формування маршрутних мереж отримали найбільшого розвитку в нашій країні та за кордоном.

Відлік розробці вченими СРСР евристичних алгоритмів маршрутизації поклав метод, відомий як "метод НДІАТ", що був запропонований у 1963 році Б. Геронімусом, В. Паршиковим та А. Єгоровою і згодом набув найбільшого розповсюдження [5].

Свій подальший розвиток ця методика отримала в роботі [6] та низці інших, а також була широко застосована при розробці маршрутизації в малих російських містах. Основні риси даної роботи – жорсткий алгоритм пошуку раціональних варіантів маршрутних мереж, незаперечна перевага найкоротшого шляху пересування пасажирів та використання топологічної схеми в якості моделі маршрутної мережі.

Наступним етапом на шляху розвитку методів розробки і вдосконалення маршрутних мереж стала робота [7]. В ній розв'язання задачі маршрутизації розглядається з точки зору підвищення економічної ефективності роботи міського пасажирського транспорту.

В результаті спроб застосування різноманітних математичних моделей до вирішення задачі маршрутизації була отримана наступна група методів, які детально описані в роботі [8]. Вони мають багато спільних рис з іншими евристичними алгоритмами з позиції підходу до моделювання транспортної системи.

В роботі [9] також розглядається проблема маршрутизації, але тут вона носить постановочний характер і тому не знайшла свого відображення серед існуючих методик формування маршрутних мереж міського пасажирського транспорту.

З точки зору можливості формування маршрутів у найбільших містах найбільший інтерес становлять більш пізні роботи [10], оскільки вони відповідають основним вимогам, які висуваються до максимальних розмірностей задачі, в них розглянуті питання підвищення ефективності маршрутної системи міського пасажирського транспорту з урахуванням всіх видів громадського пасажирського транспорту, наявних в заданому місті.

Питання організації роботи автобусних маршрутів в межах заданої маршрутної мережі на прикладі м. Кривий Ріг розглядаються в роботі [11]. Критерій якості міських автобусних перевезень, запропонований у роботі, представляє для спеціалістів галузі певний науковий інтерес.

В огляді методів маршрутизації, які розроблені за межами колишнього СРСР, наявні також роботи, які були виконані у Сполучених Штатах [13], та роботи західноєвропейських вчених [14], що загалом мають вельми незначні відмінності від вище перерахованих підходів до вирішення різноманітних завдань, які розв'язуються в межах задачі маршрутизації.

Інше питання, яке не знайшло задовільного відображення в згаданих роботах, – метод вибору раціональної сукупності маршрутів та його обґрунтування. Систематичні процедури, що приводять до визначення раціональної, з точки зору їхніх авторів, маршрутної мережі, складають більшу частину пропонованих варіантів. На жаль, в роботах не надається переконливих аргументів на користь будь-якої з описаних процедур, і тому є необхідним проведення більш детального аналізу методів вибору раціонального варіанту маршрутної мережі.

Таким чином, вітчизняні і зарубіжні підходи до формування маршрутної мережі можна вважати ідентичними, за виключенням питань перевезень пасажирів індивідуальними автомобілями, виходячи з різної кількості приватних автомобілів.

За кордоном розроблено цілий ряд програмних комплексів, за допомогою яких можна формувати маршрутну мережу. До найпоширеніших програмних продуктів відносяться VIPS (Швеція, Volvo Group), EMME2 (STAN, ENIF, Dynameq, Канада) [15-18] і VISUM (Германія) [21], а також інших

менш значущих (TRANUS - система управління і розрахунку транспортних мереж [19-20]. Всі вони володіють розвинутим інтерфейсом, і дозволяють працювати з достатньо різноманітними і складними маршрутними мережами.

Проведений аналіз свідчить, що на даний момент не існує такої методики, за якою б з достатньою достовірністю можна змодельовати маршрутну мережу з урахуванням поточного і перспективного попиту різних груп пасажирів міст України в ринкових умовах функціонування міських пасажирських транспортних систем.

Більшість вітчизняних розробок є незакінченими і здебільшого не враховують сучасний стан міських пасажирських транспортних систем та тенденції його зміни.

Зарубіжні розробки побічно враховують витрати при виборі пасажиром шляху переміщення і транспортного засобу, але їх не можна адекватно переносити на транспортну ситуацію в містах України, оскільки вони базуються на застосуванні розкладу і не враховують ймовірнісний підхід до пасажирських перевезень.

Найбільш ефективним способом одержання раціонального варіанта маршрутної мережі є евристичні алгоритми, з активною участю проектувальника в процедурі формування раціонального набору маршрутів.

Це обумовлено тим, що навіть самі досконалі математичні моделі функціонування маршрутної мережі не в змозі відбити всі сторони і наслідки роботи маршрутного транспорту в містах. Спроби створити досконалу модель маршрутизації в даний час не є перспективними, оскільки настроювання настільки точної моделі для одержання конкретного рішення вимагає значних матеріальних витрат і за часом порівнянне з тривалістю циклів природної зміни основних характеристик транспортного процесу. Тому основним завданням математичної моделі в даний час варто вважати точний розрахунок транспортних характеристик роботи маршрутів і пересувань пасажирів для заданого варіанта маршрутної мережі, котрий є складовою частиною всіх алгоритмів маршрутизації.

Вибір того або іншого варіанта маршрутної мережі як раціонального рішення задачі маршрутизації варто залишати за проектувальником, який має можливість оцінити невраховані в моделі фактори і запропонувати варіанти рішень з урахуванням особливостей конкретного міста. Основним недоліком інтерактивних алгоритмів вважається тяжіння отриманих у такий спосіб рішень до діючого варіанту маршрутної мережі. Однак, ця тенденція цілком обумовлена прагненням до одержання практично придатного варіанта рішення. У той же час за допомогою проектувальника нестандартні варіанти можуть бути отримані навпаки швидше, ніж за допомогою жорстко заданого алгоритму вибору раціонального варіанта маршрутної мережі. Проектувальнику потрібно лише задатися відповідною метою і будуть отримані результати, що володіють не тільки практичною цінністю а й науковою.

У цьому контексті досить актуальним є використання сучасних систем підтримки прийняття рішень [22].

Системою підтримки прийняття рішень називають комп'ютеризовану систему, яка має можливість збирати та аналізувати велику кількість інформації та при застосуванні в бізнесі або підприємстві впливати на процес прийняття управлінських рішень.

Сучасні системи підтримки прийняття рішень були створені в результаті взаємодії управлінських інформаційних систем та систем управління базами даних. Вони виявились максимально пристосованими до розв'язання задач повсякденної управлінської діяльності, і на даний час є ефективним допоміжним інструментом для тих, хто приймає рішення або робить вибір. Система підтримки прийняття рішень дає можливість проводити вибір серед рішень в деяких неструктурованих та слабко структурованих задачах, враховуючи і ті, що мають багато критеріїв.

Подібна необхідність використання системи підтримки прийняття рішень виникає, зокрема, коли потрібно обрати найкращу альтернативу серед множини не існуючих реально, а згенерованих штучно пропозицій. При формуванні маршрутної мережі міського пасажирського транспорту також постає задача вибору найкращого варіанту серед великої кількості віртуальних можливостей, і саме завдяки системі підтримки прийняття рішень можна визначити найкращий із запропонованих варіант для втілення його в життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Самойлов Д.С. Принципы построения и координации маршрутов городского пассажирского транспорта / Д.С. Самойлов. - М.: ОНТИ АКХ им. К.Д. Памфилова, 1959, 74 с.
2. Акулова А.Я. Совершенствование маршрутной системы массового пассажирского транспорта. - В кн.: Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов на примере г. Москвы. / Акулова А.Я., Ниедолс И.Р. - М., 1985, с. 82 - 83.
3. Rapp M. Transfer Optimisation in an Interactive Graphics System for Transit Planning. In Highway Research Record 619, HRB, National Research Council / Rapp M., Gehner C.D. - Washington, D.C., 1976, pp. 27 - 33.
4. Rapp M. Transit System Planning: A Man-Computer Interactive Graphic Approach. In Highway Research Record 415, HRB, National Research Council / Rapp M. - Washington, D.C., 1972, pp. 49 - 61.
5. Hasselstroem D. Public transportation Planning: A Mathematical Programming Approach, Department of Business Administration / Hasselstroem D. - University of Gothenburg, Sweden, 1981.
6. Геронимус Б.А. Математическая методика определения схемы автобусных маршрутов в городах. - В кн.: Использование ЭВМ при организации автобусного сообщения в городах. / Геронимус Б.А., Егорова А.В., Паршиков В.В. - М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1965, с. 43-79.
7. Антошвили М.Е. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ / Антошвили М.Е., Варелопуло Г.А., Хрущев М.В. - М.: Транспорт, 1974, 103 с.
8. Вейцман В.М. Задачи по пассажирским перевозкам решает ЭВМ. / Вейцман В.М., Пережогин А.В. - Автомобильный транспорт, 1985, - 9, с. 12 - 14.
9. Хрущев М.В. Совершенствование методов организации перевозок пассажиров автобусами в городах. Дис... канд. эконом. наук. - М., 1970, 203 с.
10. Макаров И.П. Модели проектирования сети маршрутов городского пассажирского транспорта. - В кн.: Моделирование процессов управления транспортными системами / Макаров И.П., Яворский В.В. - Владивосток, 1977, с. 92-95.
11. Крейсман Е.А. Удосконалення методики організації автобусних перевезень в транспортній системі міст: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.01/Націон. трансп. унів. - К., 2002, 24 с.
12. Hsu J. Decomposition Approach to Bus Network Design. Transportation Engineering Journal of the ASCE / Hsu J. and Surti V.H. - Vol. 103, 1977, pp. 447 - 459.
13. Sonntag H. Ein heuristisches Verfahren zum Entwurf nachfrage orientierter Linienführung im öffentlichen Personennahverkehr / Sonntag H. - Vol. 23, 1979, pp. B15 - B23.
14. Горбачев П.Ф. Основы теории транспортных систем / Горбачев П.Ф., Дмитриев И.А. – Харьков: Изд-во ХНАДУ. – 200 с.
15. Програми комплекс Index [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inro.ca/en/index.php INRO>.
16. Програми комплекс Dynameq [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inro.ca/en/products/dynameq/index.php INRO Dynameq>.
17. Програми комплекс Emme 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inro.ca/en/products/emme2/index.php INRO EMME/2>.
18. Програми комплекс Enif [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inro.ca/en/products/enif/index.php INRO Enif>.
19. Програми комплекс Dualg [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.modelistica.com/papers/dualg/dualg.htm> Dual Graph Representation of Transport Networks. - 1994.
20. Програми комплекс Tranus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.modelistica.com/tranus/tranus2.htm> TRANUS Транспортные модели.
21. Програми комплекс Visum [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.visum.de/VISUM>.
22. Біліченко В.В. Система підтримки прийняття рішень по вдосконаленню маршрутної мережі міських пасажирських перевезень / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал, Н.О. Біліченко // Збірник наукових праць за матеріалами VII-ї Міжнародної науково-практичної конференції, Сєвєродонецьк-Одеса, 26-28 квітня 2017р. – Сєвєродонецьк: вид-во Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2017. – С. 5-9.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko.v@gmail.com;

Коробов Сергій Сергійович – аспірант кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dabl-s@ukr.net

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko.v@gmail.com;

Korobov Serhii S. – graduate student of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dabl-s@ukr.net

ОЦІНКА КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ РУХУ ЗА ДИНАМІКОЮ ЗМІНИ ВІДВЕДЕННЯ ЕЛАСТИЧНОЇ ШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено аналіз структури стенду, який дозволяє вимірювати відведення еластичного колеса під час руху по колу. Пропонується комп'ютерна модель стенду для дослідження курсової стійкості руху.

Ключові слова: відведення, курсова стійкість руху, еластична шина, динаміка, протектор.

Abstract

An analysis of the structure of the stand is provided, which allows measuring the removal of the elastic wheel while moving in a circle. The computer model of the stand for studying the course of motion stability is offered.

Key words: displacement, course sustainability, elastic tire, dynamics, protector.

Вступ

Шини в залежності від умов роботи повинні володіти певними експлуатаційними якостями. Для роботи автомобілів у важких дорожніх умовах і по бездоріжжю, транспортні засоби повинні бути обладнані шинами, що володіють високою прохідністю і надійністю.

Під раціональним вибором шин для дорожніх автотransпортних засобів мається на увазі вибір таких типів, розмірів і моделей шин, які володіли б в конкретних умовах експлуатації сукупністю найбільш високих якостей.

На транспортних засобах встановлюють шини одного розміру, моделі, конструкції (радіальної, діагональної, камерної, безкамерної і ін.) з однаковим рисунком протектора.

Існують дослідження в яких розглядаються залежності курсової стійкості руху від кутів установки коліс, зносу протектора, матеріалу гуми.

Аналіз курсової стійкості руху, показав що є важливою експлуатаційною властивістю легкового автомобіля показав, а також що нерівномірні або змінні характеристики еластичних рушіїв великою мірою впливають на курсову стійкість руху.

Основна частина

Основою для аналізу або синтезу КСР, з метою її поліпшення, є узагальнена (повна) система, що дозволяє оцінити вплив на курсову стійкість множини значущих конструктивних та збурюючих чинників.

Шляхом аналізу характеристик курсової стійкості руху, оцінюється значущість впливів на курсову стійкість руху автомобіля окремих факторів множини: стабілізуючого моменту, положення центру мас, асиметричних характеристик шин, жорсткості шин, кута розвалу.

Різні збурюючі чинники, можуть викликати порушення курсової стійкості руху автомобіля.

Для випробування шин використовується велика кількість різних стендів, пристроїв, приладів і т.п., які виготовлені в різних країнах вищими навчальними і дослідницькими закладами, заводами і концернами.

Цей великий перелік обладнання містить дуже складні дослідні комплекси, які дозволяють вирішувати кардинальні завдання розвитку шин, а також нескладні, але оригінальні пристрої, призначені для вирішення локальних завдань. Все різноманіття обладнання об'єднує мета цього - створення інтелектуальних еластичних пневматичних шин.

Починаючи з самих ранніх стадій проектування можна бачити як буде працювати машина (механізм) і покращувати її функціонування.

Широкі можливості програмного пакету, висока надійність і мала трудомісткість його використання дозволяють досліджувати десятки, сотні і навіть тисячі варіантів конструкції складних машин і механізмів, моделюючи на комп'ютері реальні умови їх роботи, порівнювати і вибирати кращий варіант, удосконалювати і удосконалювати майбутній виріб, витрачаючи на це у багато разів менше часу і коштів, ніж традиційним старим шляхом.

При відсутності можливості проведення випробувань на існуючих стендах потрібно визначитися зі способом і обладнанням для дослідження відведення еластичного колеса.

Основною метою роботи є обґрунтування можливості використання комп'ютерної моделі стенду карусельного типу для визначення кута відведення при русі колеса по колу.

Для досліджень відведення еластичних шин Донецької академії автомобільного транспорту була розроблена установка карусельного типу, яка також дозволяє визначити кут відведення еластичного колеса по значенням двох параметрів.

Однак виготовлення, комплектування та експлуатація даної установки вимагає великих витрат. Крім того, бігова опорна поверхня колеса, з різними елементами, і значна площа для дослідницького обладнання теж ускладнюють розвиток лабораторії.

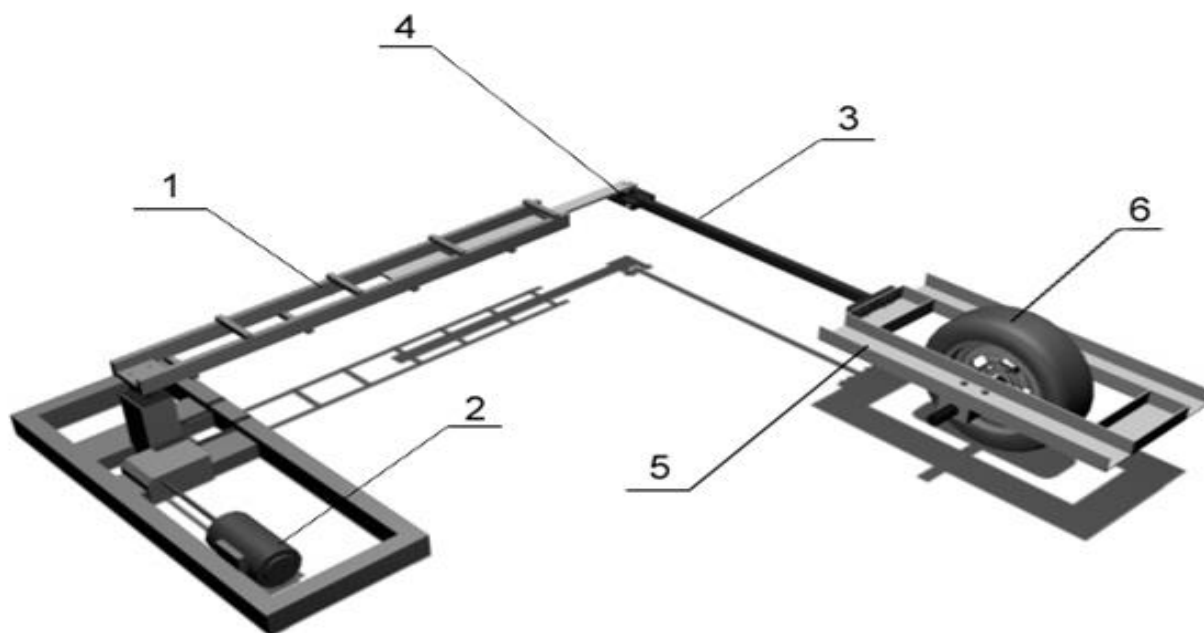
Виходячи з цього, комп'ютерне моделювання доцільно використовувати для аналізу впливу факторів на відведення і бічну силу.

Можливо вирішувати такі основні завдання:

- прогнозування курсової стійкості руху на шинах з різним навантаженням;
- дослідження відведення еластичних шин з різними конструктивними параметрами.

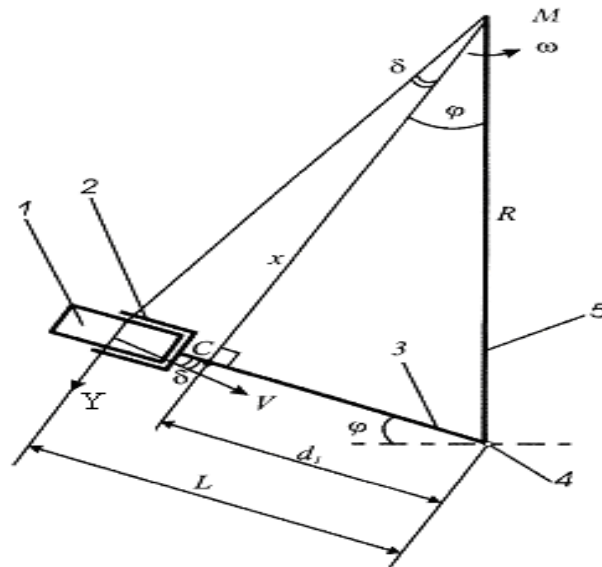
При побудові даної моделі враховувалася модель кочення колеса Рокара.

Для більш докладного обґрунтування комп'ютерної моделі розглянута принципова кінематична схема стенду карусельного типу на рис. 1.1 і 1.2.



1-водило; 2- рушій; 3 – ведена ланка; 4- шарнір; 5 – ступиця; 6 – колесо

Рисунок 1.1 – Модель стенду карусельного типу



1 – колесо, яке випробовується; 2 - ступиця; 3 – ведена ланка; 4 - шарнір; 5 - водило;
 P - центробіжна сила; V - вектор швидкості; δ – кут відведення; φ - кут складання; ω - частота обертання водила; R - довжина водила; L - довжина веденої ланки; x – відстань від миттєвого центру обертання M до центру мас веденої ланки; d_1 – відстань між центром мас C і шарніром 4;
 Y - бокова сила; C - центр мас.

Рисунок 1.2 - Принципова кінематична схема стенду карусельного типу для вимірювання кута відведення колеса

При побудові комп'ютерної моделі використовувалися представлені нижче математичні залежності. Виходячи з рівняння, що описує обертальний рух веденого ланки щодо водила отримана залежність:

$$m_1 \cdot \omega^2 \cdot x \cdot d_1 = Y \cdot L, \quad (1.1)$$

Кут відведення і бічна сила привірюються:

$$\delta = \arctg \frac{L - R \cdot \sin \varphi}{R \cdot \cos \varphi}, \quad (1.2)$$

$$Y = \frac{m_1 \cdot \omega^2 \cdot x \cdot d_1}{L}, \quad (1.3)$$

де Y - бічна сила;

m_1 - маса веденого ланки;

x - відстань від миттєвого центру обертання M до центру мас веденого ланки;

d_1 - відстань між центром мас C і шарніром 4;

L - довжина веденого ланки.

Тому що загальна маса колеса з маточиною в кілька разів перевищує масу веденого ланки, прийнято що центр мас колеса 3 знаходиться на осі обертання колеса. Це дозволяє перетворити вищеприписану залежність в такий вигляд:

$$Y = m_1 \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \cos \varphi, \quad (1.4)$$

На рисунку 1.2 - представлений зовнішній вигляд моделі стенду, виконаної в програмі «Autodesk 3ds Max».

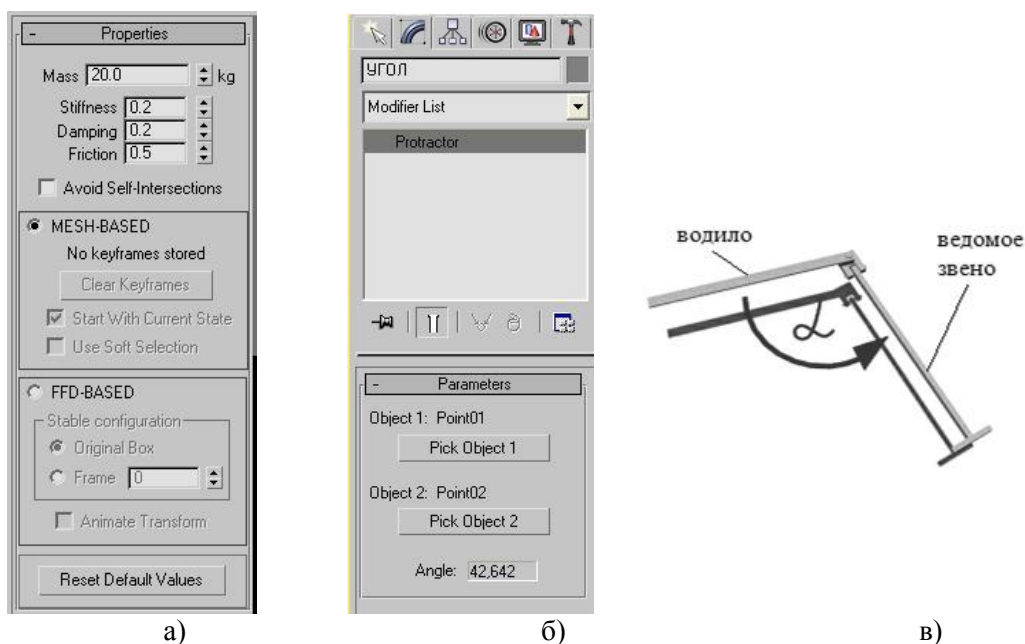
Дана модель розроблена з урахуванням маси і розмірів окремих вузлів і деталей стенду. Один з головних його елементів - водило, виконаний з можливістю зміни його довжини, отже, можна задавати різний радіус повороту колеса.

Відмінною рисою даної моделі в порівнянні з подібними комп'ютерними моделями, присвячених темі визначення кута відведення при русі колеса по колу, є те, що з'явилася можливість анімації роботи стенду з урахуванням визначальних фізичних і механічних властивостей.

Забезпечити реальність схеми взаємодії колеса з опорною поверхнею допоміг спеціальний вбудований в програмну систему модуль «Reactor 3.0.0.20», призначений для дослідження фізичних взаємодій. Виходячи з поставленого завдання, вивчення взаємодії еластичного колеса з опорною поверхнею при його русі по колу, використовувався двигун прорахунку динамічних взаємодій Havok і утиліти «Reactor».

Можливість змінювати навантаження на колесо представлена у віконці Properties (властивості). Крім маси, в цьому ж віконці можна задавати еластичність колеса (Elasticity), і коефіцієнт зчеплення колеса з опорною поверхнею (Friction) (рис. 1.2)

Можна спостерігати зміну кута складання між відомою ланкою і водилом (рис. 1.2 в) у віконці Modify (модифікатори) головній панелі завдань (рис. 1.2 б). Значення кута, в свою чергу, дозволяє бути визначеним за формулою (1.4), враховуючи бічну силу при заздалегідь визначених параметрах.



а – визначні фізичні параметри панелі Properties; б – відображення кута в панелі Modify; в - схема кута

Рисунок 1.2 - Схема і панелі для виміру кута збирання

Використання імітаційної моделі стенду карусельного типу, може досліджувати еластичний рушій при різних значеннях основних параметрів конструкції і науки величин коефіцієнта зчеплення колеса з опорною поверхнею і еластичності колеса.

Комп'ютерне моделювання дозволяє оцінити вплив параметрів шини на характеристики, що обумовлюють безпеку руху.

Висновки

Вирішення проблеми підвищення курсової стійкості руху виконується різними шляхами, у тому числі й за рахунок використання шин зі змінною жорсткістю, яка є функцією бічної сили, а також за рахунок використання шин зі змінною жорсткістю, яка є функцією бічної сили, а також за рахунок використання на задній осі шин з більш широким поперечним профілем.

Проведений аналіз курсової стійкості руху легкового автомобіля за допомогою математичного моделювання дозволяє зробити наступні висновки: використання шин з більшою шириною профілю на задній вісі автомобіля приводить до того, що п'ятковий момент на цій вісі не змінює знак на більш широкому діапазоні кутів відведення, ніж п'ятковий момент на передній вісі, що сприяє підвищенню курсової стійкості руху автомобіля; поява п'яткових моментів приводить до значного поліпшення курсової стійкості руху моделі автомобіля; використання шин зі змінною жорсткістю суттєво покращує показники курсової стійкості руху автомобіля.

Практика автомобілебудування показала, що усунення негативного впливу на курсову стійкість руху автомобіля збурюючих факторів можна здійснити також шляхом регулювання розвалу коліс у процесі руху автомобіля на поворотах, які мають різну кривизну. Таким чином стабілізуючий ефект підсилюється. Після проведення відповідного математичного аналізу зроблено висновок, що поворотом передніх коліс у належний бік можна усунути вплив бічної сили й одержати бажаний режим руху.

Якщо використовувати дію означених вище факторів цілеспрямовано, то можна компенсувати негативний вплив на курсову стійкість руху таких факторів як зсув положення центру мас автомобіля або нерівномірне вертикальне навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зирянов В.В. Критерії оцінки умов руху і моделі транспортних потоків / В.В. Зирянов. - Кемерово, 1993. – 198 с.
2. Макаров В.А. Про один підхід до оцінки впливу жорсткісної неоднорідності еластичної пневматичної шини на стійкість руху дорожнього транспортного засобу / В.А. Макаров, В.Г. Хребет, В.М. Дугельний // Вісник Центрального наукового центру Транспортної академії України. – 2000. – Вип. 3. – С. 95-96.

Макаров Володимир Андрійович – доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Свершок Антон Васильович – студент групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

Makarov Volodymyr A. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automobile and Transport Management of Vinnytsia National Technical University

Svershok Anton V. - student of 2AT-17m group, faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ СТРУКТУРОЮ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕРВІСУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано основні структури організації управління персоналом на підприємствах автомобільного сервісу. Визначені їх недоліки і переваги у застосуванні для різних організаційних систем в автобізнесі.

Ключові слова: управління, механізм, персонал, структура, автомобільний сервіс.

Abstract

The basic structures of personnel management organization at automobile enterprises are analyzed service. Their disadvantages and advantages in application for various organizational systems in autobusiness are defined.

Keywords: management, mechanism, personnel, structure, automobile service.

Вступ

Організаційна структура управління підприємством є засобом сприяння досягненню керівниками поставлених цілей. Оскільки цілі є похідними від загальної стратегії підприємства, тісний зв'язок стратегії та структури цілком логічний. Відповідно організаційна структура має дотримуватися певної стратегії. І якщо менеджери здійснюють вагомі зміни у своїй організаційній стратегії, вони мають модифікувати організаційну структуру задля пристосування до цих змін та їх підтримання. Відповідно до організаційної структури підприємства розробляється система управління підприємством.

Механізм управління підприємствами автомобільного сервісу формується під впливом загальних особливостей і закономірностей розвитку ринкової економіки. Водночас цей механізм визначається такими особливостями діяльності підприємств, як переважання малих і середніх підприємств у структурі галузі та швидкість обертання капіталу; чутливість до ринкової інфраструктури; індивідуальність і нестандартність технологій виробництва продукції та послуг; динамічність організаційних форм і структур управління.

Результати дослідження

Організаційна структура управління підприємством - основа системи управління, яка визначає склад, підпорядкованість та взаємодію її елементів окреслює необхідну кількість управлінського персоналу, здійснює його розподіл за підрозділами, регламентує адміністративні, функціональні та інформаційні взаємовідносини між працівниками апарату управління та підрозділами, встановлює права, обов'язки і відповідальність менеджерів тощо.

Для розробки організаційних структур компаній, що працюють в автобізнесі, рекомендується використовувати моделі побудови класичних структур і їх специфіку [1]:

- 1) безпосереднє управління, при якому керівник віддає пряме розпорядження кожному виконавцю;
- 2) при лінійній структурі кожен начальник керує нижчими підрозділами відповідно до закріплених за ними напрямками діяльності;
- 3) для функціональної структури характерне управління нижчими рівнями, здійснюване керівником, який координує реалізацію і виконання закріплених функцій;
- 4) в лінійно-функціональній структурі основними за принципом єдиновладдя є лінійні керівники, яким надається допомога відповідних функціональних органів адміністрування.

Так, система на основі механізму безпосереднього управління може проектуватися і

застосовуватися в невеликих компаніях – авторемонтних майстернях, фірмах прокату автомобілів тощо, зображення якої наведено на рисунку 1.

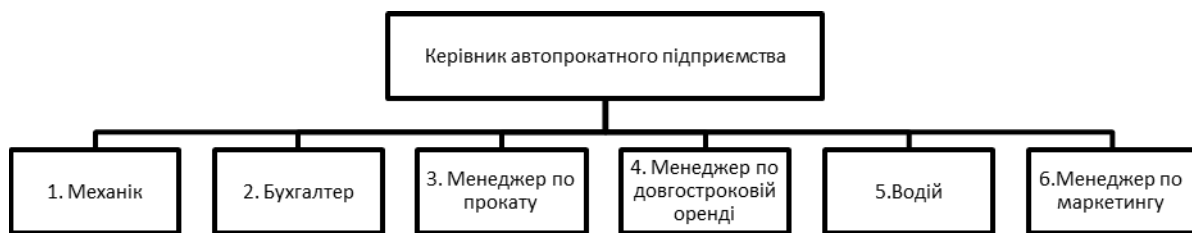


Рисунок 1 - Організаційна структура при безпосередньому управлінні

У компаніях, виробнича діяльність яких більш масштабна і, отже, характеризується великою чисельністю працівників, може застосовуватися лінійна структура управління, яка наведена на рисунку 2 .

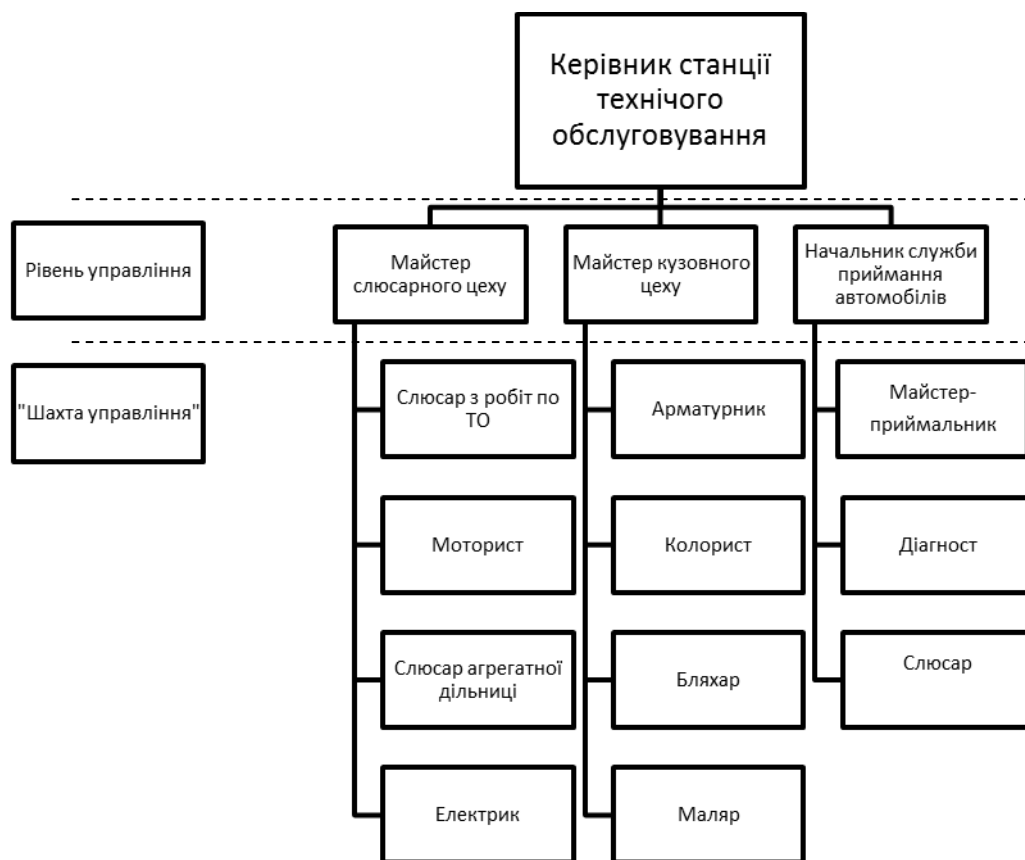


Рисунок 2 – Лінійна структура управління

При проектуванні і використанні такої моделі виконавці поділяються на окремі структурні підрозділи, на чолі яких стоїть безпосередній керівник, який підпорядковується в свою чергу вищому керівництву. Така схема управління, наприклад, часто застосовується при створенні ділянок виробничих робіт, до складу яких входять ділянки майстрів-керівників.

Як видно з рисунку 2, основою лінійних структур в цілому є так званий «шаховий» принцип побудови і спеціалізація управлінського процесу по функціональних підсистемах організації (слюсарні, жерстяно-малярні роботи, роботи з приймання транспортного засобу у ремонт і т.д.). У кожній такій виділеній підсистемі формується відповідна ієрархія служб («шахта»), що пронизує всю організацію від верху до низу. Якість самої такої структури, кадрового забезпечення та окремі

результати роботи кожної служби рекомендується оцінювати за показниками, що характеризують виконання ними цілей і завдань, які випливають з функціонального та ієрархічного закріплення[2].

В лінійній системі кожен керівник вирішує всі питання, що стосуються діяльності колективу, який йому підпорядковується. Тому від начальника підрозділу потрібні різнобічні знання і досвід, що є важкодосяжним, особливо при високодиверсифікованій діяльності і великих обсягах роботи.

Зазначених недоліків позбавлена функціональна структура побудови компаній в автобізнесі, представлена на рисунку 3.

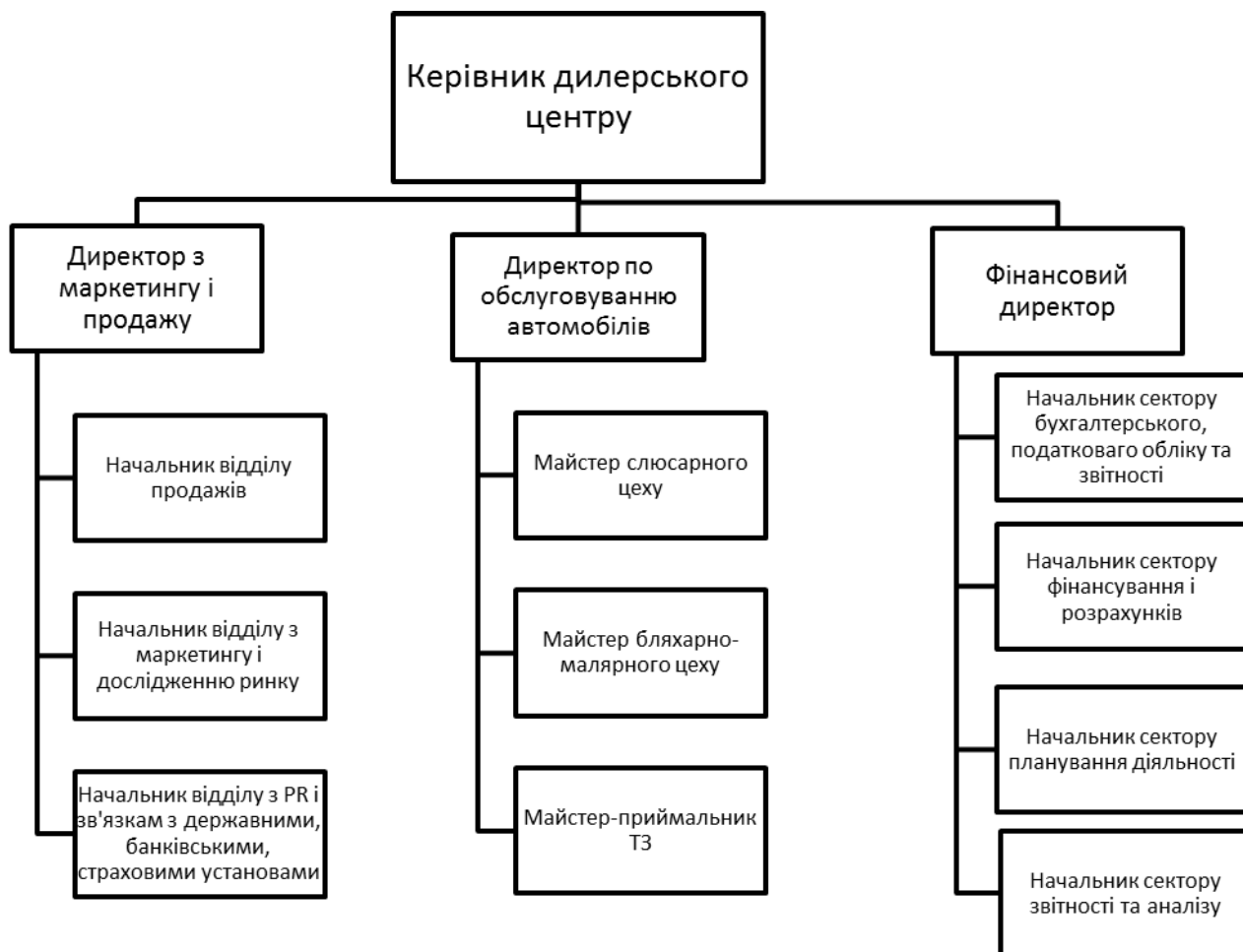


Рисунок 3 – Функціональна організаційна структура управління

Загальні для декількох підрозділів функції передаються для виконання відділам і ділянкам, що спеціалізуються на виконанні однієї з них. Відповідне застосування функціональних структур доцільне при широкій диверсифікації, значному обсязі виконуваних функцій і великій кількості операцій, багато в чому схожих за технологією виконання.

Створення спеціалізованих підрозділів з маркетингу та продажу, планування, обліку та аналізу діяльності, сервісного обслуговування автомобілів – приклад функціональної побудови підрозділів дилерського центру.

Не менше поширення набула змішана лінійно-функціональна структура, приведена на рисунку 4 [3]. Вона має на увазі, що основні бізнес-процеси компанії (продаж автомобілів і їх сервісне обслуговування) виконуються лінійними підрозділами, тоді як контроль і координація з питань роботи персоналу, мотивації, планування, бюджетування, обліку та звітності, фінансування, маркетингу та взаємодії з зовнішніми контрагентами здійснюються одночасно відповідними функціональними організаційними одиницями компанії.

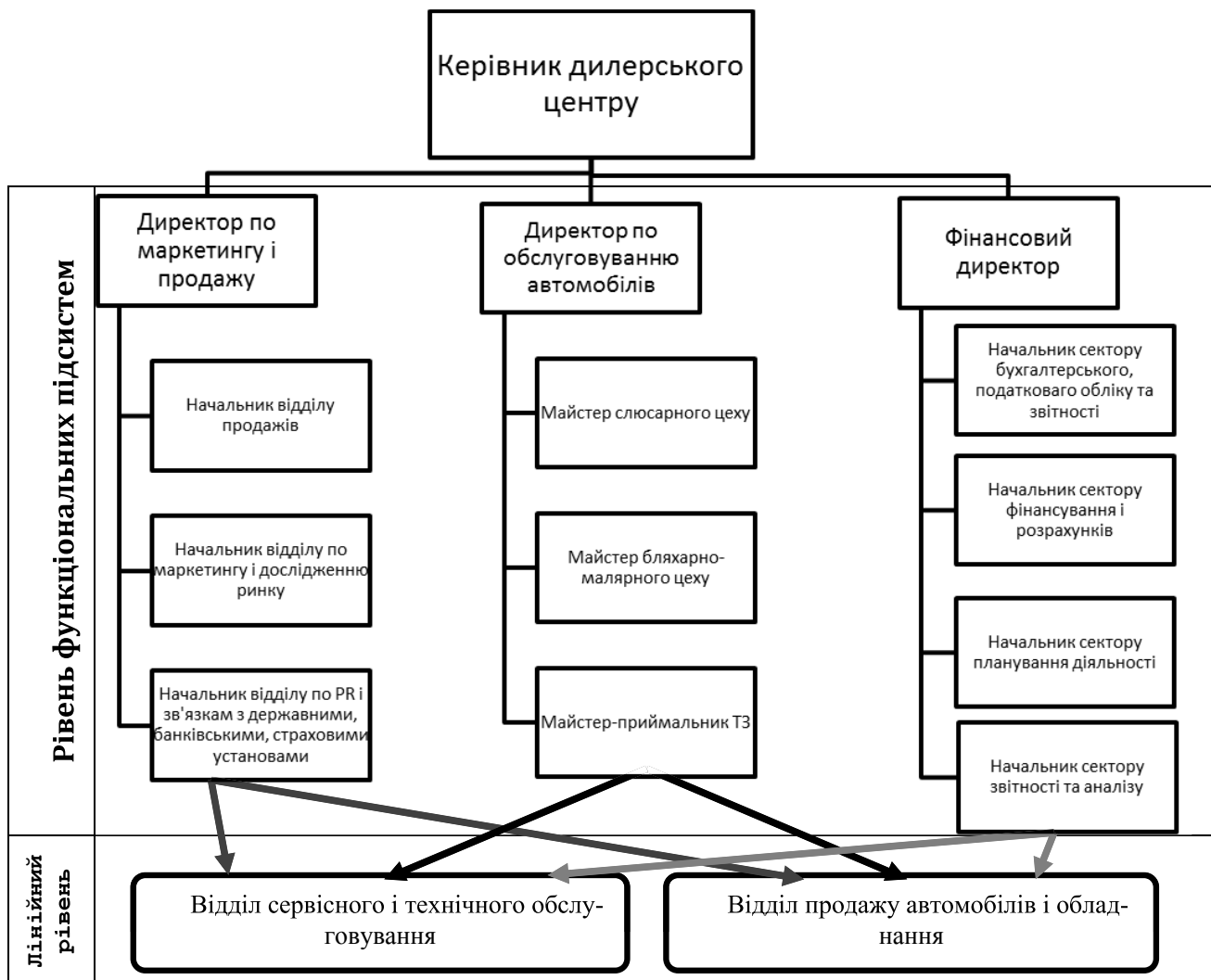


Рисунок 4 – Лінійно-функціональна структура управління

Висновки

Організаційна структура управління персоналом забезпечує стабільність функціонування системи управління організації, завдяки чому підприємство ритмічно працює незалежно від впливу зовнішніх і внутрішніх факторів. Створення організаційної структури управління зумовлене необхідністю розподілу прав і обов'язків між окремими підрозділами організації. Оптимальною є структура, що дає змогу підприємству ефективно взаємодіяти з зовнішнім середовищем, продуктивно та доцільно розподіляти та спрямовувати зусилля працівників, задовольняючи попит споживачів послуг і продукції та досягаючи визначених цілей з високою ефективністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванов В. В. Автомобильный менеджмент / В. В. Иванов, В.П. Богаченко. – Москва : ИНФРА-М, 2007. – 430 с.
2. Нив Г. Р. Пространство доктора Деминга: принципы построения устойчивого бизнеса: Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2015.
3. Burennikov Yu. Business processes perfection of small motor transport enterprises /Yu. Burennikov, S. Kryva // Bulletin of the polytechnic institute of Iasi. 2011.Tomul LVII, Fasc.2 , p. 237-243

Бурєнніков Юрій Юрійович, канд. економ. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: burennikov@gmail.com
Василяка Валентин Олександрович – студент групи 1АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: valintin2009@mail.ru
Burennikov Yuri - Ph.D., associate Professor of automotive and transport management department, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia e-mail: burennikov@gmail.com
Vasyliaka Valentyn – student of 1AT-17m, automotive and transport management department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: valintin2009@mail.ru

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАРКЕТИНГОВОЇ СЛУЖБИ В АВТОБІЗНЕСІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено основні складові організації діяльності маркетингової служби в автобізнесі. Запропоновані шляхи підвищення ефективності роботи даних підрозділів на підприємства які займаються збутом автомобілів та наданням відповідних сервісних послуг з їх ремонту та обслуговування.

Ключові слова: управління, маркетинг, ефективність, структура, автомобільний сервіс.

Abstract

The main components of the organization of the marketing service in the auto business are investigated. The ways of improving the efficiency of these divisions for companies engaged in the sale of vehicles and the provision of appropriate services for their repair and maintenance are offered.

Keywords: management, marketing, efficiency, structure, automotive service.

Вступ

Організація і управління комплексом маркетингових процесів в автобізнесі насамперед переслідують цілі, пов'язані з отриманням доходів і їх максимізації. Для цього, по-перше, вирішуються завдання вибору найбільш прибуткових ринкових ніш. На основі досліджень автомобільних ринків встановлюються параметри затребуваності різними групами споживачів автомобілів конкретного виробника, послуг з ремонту та обслуговування автомобіля, запасних частин до транспортних засобів. По-друге, маркетинг не тільки повинен оперувати кількісними показниками попиту, а й акцентувати свою увагу на цінових факторах. Ефективне ціноутворення на реалізовані автомобілі, запчастини до них і послуги з технічного обслуговування і ремонту фахівцями виділяється як один з основних механізмів регулювання продажів компанії.

Звичайно ж, для формування стабільного попиту і закріплення на ринку компанія-автодилер зобов'язана піклуватися про підвищення популярності пропонованої автомобільної марки. Багато в чому цьому сприяють розробка і реалізація програм по просуванню автомобільного бренду, послуг автоцентрів, вибудовування позитивних комунікацій з клієнтами, громадськістю та формування сприятливого іміджу автодилерського центру. З іншого боку, утримання частки ринку або захоплення інших в конкурентних умовах неможливе без ефективного стимулювання продажів в цільових сегментах. Попри всю різноманітність відомих методів реклами та стратегій просування товарів маркетинговим службам доводиться вибирати саме ті, які можуть дати найбільший ефект на одиницю витрачених коштів. В іншому випадку ціною збільшення продажів буде значне зменшення рівня прибутковості, а з часом і фінансової стійкості компанії-автодилера.

Результати дослідження

Ефективно сумістити маркетинговими службами тактичні зусилля, визначити політику ціноутворення та витіснення конкурентів, а також принципи клієнтського підходу до покупців навряд чи вдасться без ретельного опрацювання маркетингової стратегії і формування системи контролю за її реалізацією. Успішна реалізація амбітних планів продажів автомобілів або своєчасне розширення сервісних потужностей будуть нагородою за точність прогнозування кон'юнктури і планування дій автодилера на ринку на кілька ходів уперед.

Комерційною метою бізнесу є використання сприятливих ринкових можливостей і розвиток компанії на ринку. Однак в автобізнесі для цього необхідно відповісти на три ключових питання: хто є покупцем автомобілів компанії-автодилера і/або послуг з їх обслуговування; яке позиціонування компанії серед конкурентів; яким чином і засобами яких комунікацій компанія намагається донести своє позиціонування до потенційних споживачів?

Щоб відповісти на ці питання, потрібно виконати наступну послідовність дій[1]:

- 1) сегментують авторинок і на виділених ділянках проводять маркетингове дослідження та прогноз їх розвитку;
- 2) аналізують діяльність і ринкові позиції конкурентів;
- 3) досліджують споживачів і їх переваги;
- 4) вивчають характеристики каналів збуту автомобілів і запчастин;
- 5) оцінюють методи і форми стимулювання продажів, найбільш вживані і ефективні для конкретного ринкового сегменту;
- 6) досліджують комерційну привабливість найбільш затребуваних ринком наборів послуг та автомобільних марок, визначаючи рентабельність їх продажу;
- 7) аналізують сильні і слабкі сторони компанії за ринковими сегментами;
- 8) вибирають пріоритетний сегмент ринку для просування послуги або автомобіля на ньому;
- 9) позиціонують компанію, її послугу і моделі автомобіля на ринку;
- 10) формують маркетингові цілі компанії в кількісному виразі;
- 11) розробляють шляхи і порядок їх досягнення з точки зору маркетингових дій, тобто реалізують маркетингову стратегію.

Виконання зазначених завдань здійснюється за допомогою комплексного безперервного управління процесами, які реалізуються в маркетинговому циклі.

Основними процесами в маркетинговому циклі є наступні [2]:

- проведення маркетингових досліджень;
- ціноутворення і формування маркетингової політики;
- організація реклами, PR-заходів і маркетингових комунікацій;
- розробка і впровадження додаткових послуг та заходів з управління брендом;
- регулювання асортименту та портфеля продаваних автобрендів;
- організація і вибір каналів збуту і просування реалізованих автомобілів і послуг з їх обслуговування.

Висновки

Завдання по розробці і контролю за реалізацією маркетингової політики автодилерською компанією рекомендується покладати на спеціальний центр відповідальності - відділ маркетингу (відділ маркетингу та продажів).

Крім того, велике значення приділяється співробітництву маркетингових підрозділів з фінансово-економічними, основна мета якого – отримати максимальну інформацію про комерційну привабливість виведення на ринок нових послуг.

Завдяки маркетингу формуються плани продажів, які потім через технологію надання послуг та особливості поведінки витрат проектується економічними службами до бюджетів собівартості. За допомогою прогнозу показників обсягів реалізації відділи та служби автодилерською компанією можуть спланувати обсяги закуповуваних автомобілів і запчастин, матеріальних засобів, підготувати плани залучення та навчання персоналу, сформувати показники затрат на оплату праці автосервісних служб, оцінити доцільність заміни обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванов В. В. Автомобильный менеджмент / В. В. Иванов, В.П. Богаченко. – Москва : ИНФРА-М, 2007. – 430 с.
2. Волгин В. В. Автосервис. Маркетинг и анализ / В. В. Иванов. – Санкт-Петербург : Издательский дом «Дашов и К», 2009. – 282 с.

Буренніков Юрій Юрійович, канд. економ. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: burennikov@gmail.com

Burennikov Yuri - Ph.D., associate Professor of automotive and transport management department, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia e-mail: burennikov@gmail.com

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ДІЇ ТЕХНІКИ НА ПРИРОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній статті визначено та сформовано мнемосхему теперішнього стану існування планетарної системи Землі, тому що автомобільна складова в життєвому циклі Землі є дуже важливою, а також розглядається можливість використання філософської підтримки для аналізу впливу автомобільної техніки на систему.

Ключові слова: планетарна система, автомобіль, техніка, філософія, природа, суспільство, наука.

Abstract

In this article, a mnemonic diagram of the current state of the existence of the planetary system of the Earth is defined and formed, as the automobile component in the life cycle of the Earth is very important, as well as the possibility of using philosophical support for analyzing the influence of automotive technology on the system.

Key words: planetary system, car, technology, philosophy, nature, society, science.

Вступ

Планетарна система (ПС) Землі, що розглядається в даній роботі, прискорено змінювалася протягом останніх десятиріч, коли наша планета переходила з епохи розвитку індустрії до інтелектуального періоду існування свого життєвого циклу. Для визначення теперішнього стану ПС та прогнозування напряду подальшого раціонального функціонування системи, яка розглядається, слід розробити варіант моделі.

Основна частина

В структурі схеми ПС використано два значущих чинники, які визначають натеper стан даної системи: техніка і наука (зображено на рис.). Такі висновки прийняли філософи Німеччини, яка знаходиться на етапі інноваційного розвитку техніки. Вони визнали за необхідне використання філософського підходу для пізнання стану техніки, яка є «колосальним» фактором, що впливає на ПС [2]. Окрім того, в джерелі [2] було визнано важливою ту обставину, що свої точки зору відносно впливу техніки на всі складові планетарної системи, висловлюють різні вчені та спеціалісти. Згідно з останніми висновками, для формування моделі ПС Землі слід розглянути різні філософські, політичні, технічні, художні джерела інформації, які включають відомості з питання, яке розглядається. Висновки філософів Німеччини, що досліджують питання розвитку техніки, ініціювали вибір в якості діючих факторів в ПС поряд з наукою та технікою також природу, суспільство і культуру. Далі проблемою було формування варіанту моделі планетарної системи в цілому, з урахуванням місця такої важливої складової техніки, як автомобільна техніка.

На мнемосхемі (див. рис.) зображено два поля уяви (поле потреба людства і поле духовності людства), які з'єднують сфери ПС в єдине ціле й утримують систему в стійкому стані. Ці поля протидіють одне одному і є межа, яка визначає границю можливого зміщення. Якщо «перемагає» будь-яке поле, то існування системи порушується.

Джордж Оруелл не міг визначити, що страшніше: доведене до абсурду суспільство споживачі чи доведене до абсолюту суспільство ідеї [1].

На схемі візуалізовано дію автомобільної техніки (АТ), що є одною з найбільш розповсюджених на планеті. Без автомобільної техніки не може працювати жоден з елементів планетарної системи Землі, а також дана система в цілому.

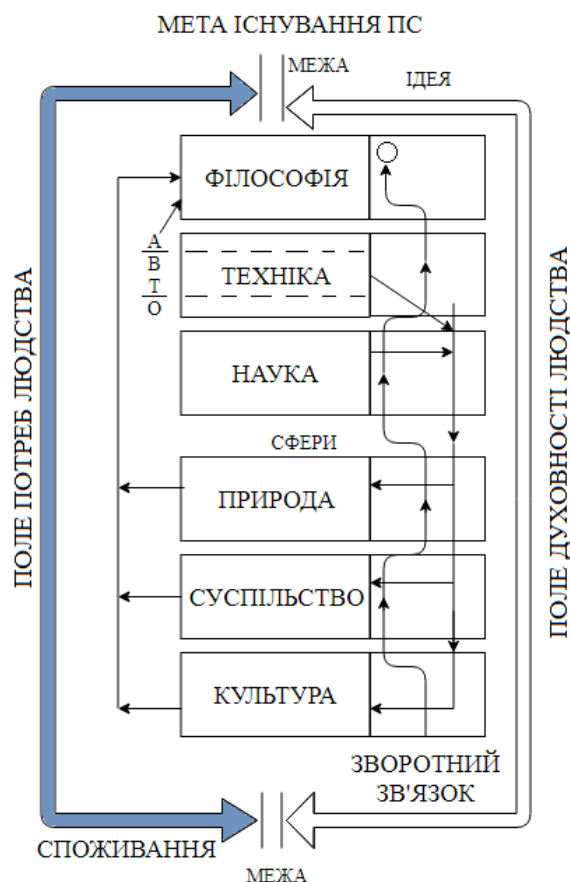


Рисунок – Мнемосхема, що візуалізує структуру планетарної системи Землі

Висновки

Значущу дію техніки на природу показали філософи та вчені спеціалісти. Вплив техніки визначається також її взаємодією з іншими сферами планетарної системи. Слід урахувувати дію автомобільної техніки на планетарну систему Землі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оруелл Джордж. AST / Джордж Оруелл. – М.: Прогресс, 1916. – 319 с.
2. Філософія техніки в ФРН : збірник матеріалів / Склад. Ц. Г. Арзаканяна і В. Г. Горохова. – М. : Прогрес, 1989. – 528 с.

Макаров Володимир Андрійович – доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Свершок Антон Васильович – студент групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

Makarov Volodymyr A. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automobile and Transport Management of Vinnytsia National Technical University

Svershok Anton V. - student of 2AT-17m group, faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ВДОСКОНАЛЕННЮ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ ВУЛИЦІ ЗАМОСТЯНСЬКОЇ М. ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вивчено інтенсивність руху транспортних засобів на перехрестях вулиці Замостянської в ранкову годину «пік». Запропоновано рекомендації по вдосконаленню організації руху на перехрестях з урахуванням реконструкції вулиці Замостянської.

Ключові слова: пропускна спроможність, перехрестя, інтенсивність руху, порядок проїзду.

Abstract

The intensity of traffic of vehicles at the crossroads of Zamoshstanska Street in the morning peak is studied. Recommendations for improving the organization of traffic at the intersections, taking into account the reconstruction of Zamoshstanska street, are offered.

Keywords: throughput, crossroads, traffic intensity, driving arrangements.

Пропускна здатність дороги чи перехрестя залежить від наступних факторів: дорожніх умов; складу потоку автомобілів; наявності засобів регулювання; погодно-кліматичних умов; можливості маневрування автомобілів по ширині проїзної частини; психофізіологічних особливостей водіїв і конструкції автомобілів. Зміна цих факторів призводить до суттєвих коливань пропускної здатності протягом доби, місяця, сезону і року. При частому розташуванні перешкод на дорозі відбуваються значні коливання швидкості, що призводять до появи великої кількості автомобілів, що рухаються в групах, а також зниження середньої швидкості всього потоку.

Режим руху потоку автомобілів при наявності на його шляху світлофорів залежить від тривалості сигналів, що дозволяють або забороняють рух. Відомо, що пропускна здатність смуги залежить від щільності і швидкості потоку. На регульованому пересіченні світлофор розділяє потоки на окремі частини, які в результаті введення заборонного сигналу в русі максимально ущільнюються. Час, що затрачається на ущільнення потоку, використовується для пропуску автомобілів на прилеглий вулиці або пішоходів.

Ефективність використання сигналів світлофорного циклу залежить головним чином від двох показників: частки тривалості сигналу, що дозволяє рух від загальної тривалості циклу та інтенсивності руху. Занадто мала тривалість циклу приводить до зменшення пропускної здатності смуги руху, оскільки тривалість розривів між пачками автомобілів недостатня для їх ущільнення, а занадто велика тривалість циклу, хоч і збільшує ефективність роботи світлофорів, проте приводить до значного росту транспортних затрат.

Вулиця Замостянська на відрізу від площі Перемоги до вулиці Стрілецької має алею, яка розділяє проїзджу частину на дві частини. На наведеному проміжку вулиці Замостянської функціонує п'ять перехресть, які переривають алею: вул. Острозького; вул. Героїв Крут; вул. Стеценка; вул. Петра Запорожця; вул. Академіка Янгеля.

Для того, щоб оцінити інтенсивність руху транспортних засобів на цих перехрестях було проведено обстеження в ранкові години з 7:00 до 10:00. Результати обстеження показали, що максимальна інтенсивність руху перехресть припадає на годину з 8:00 до 9:00. Результати вивчення інтенсивності руху транспортних засобів на цих перехрестях наведені на рис. (1 – 6).

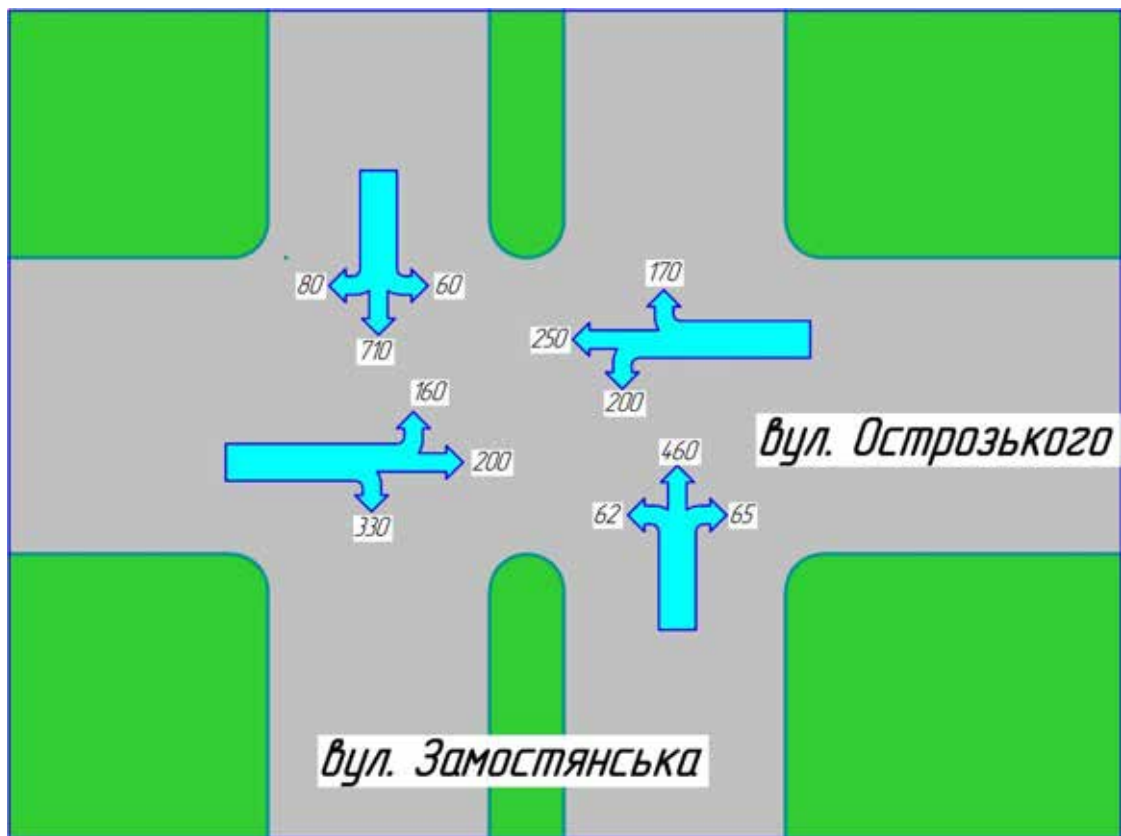


Рисунок 1 - Інтенсивність транспортного потоку на перехресті: вул. Замостянська – вул. Острозького

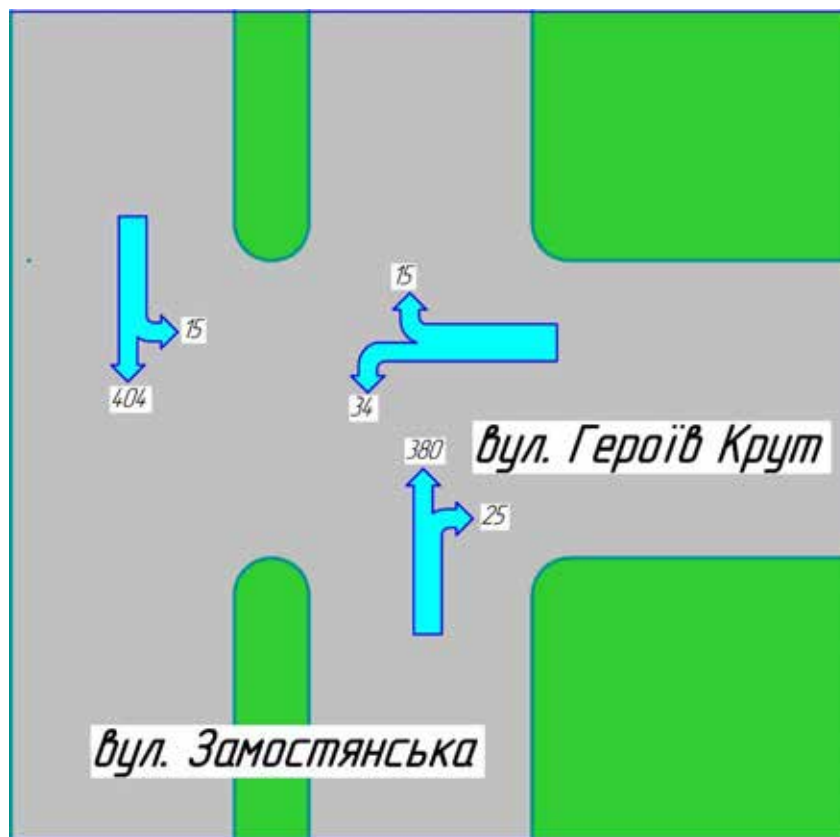


Рисунок 2 - Інтенсивність транспортного потоку на перехресті: вул. Замостянська – вул. Героїв Крут



Рисунок 3 - Інтенсивність транспортного потоку на перехресті: вул. Замостянська – вул. Стеценка

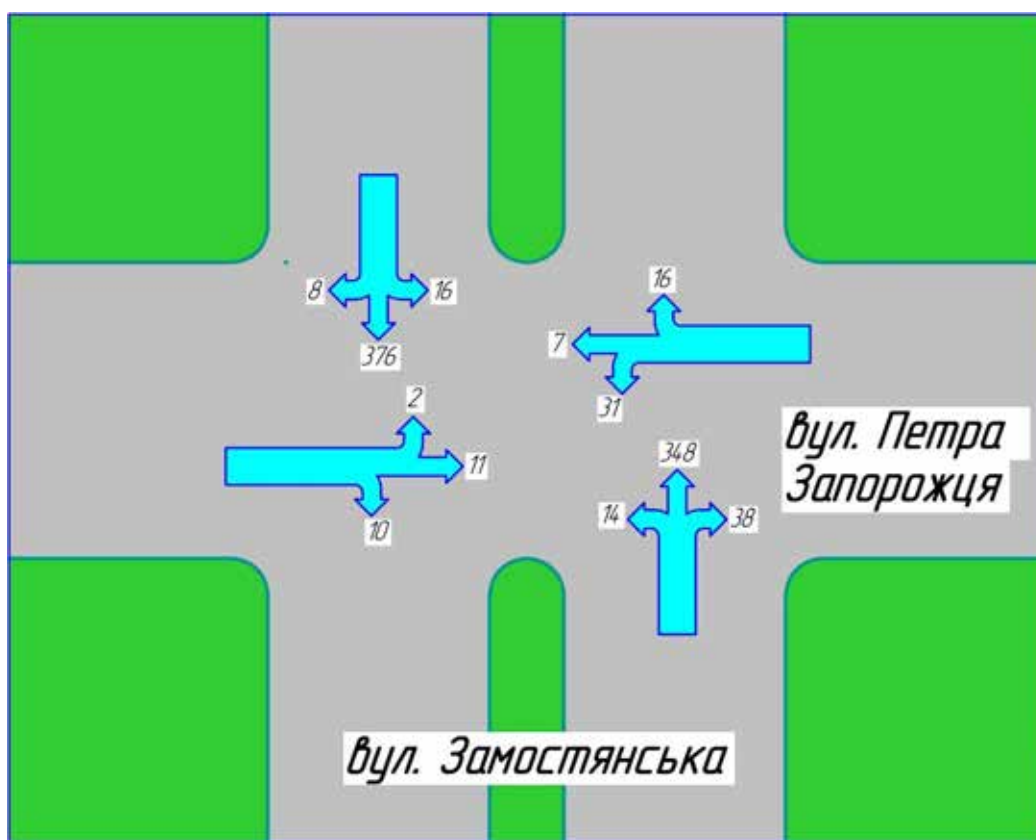


Рисунок 4 - Інтенсивність транспортного потоку на перехресті: вул. Замостянська – вул. Петра Запорожця

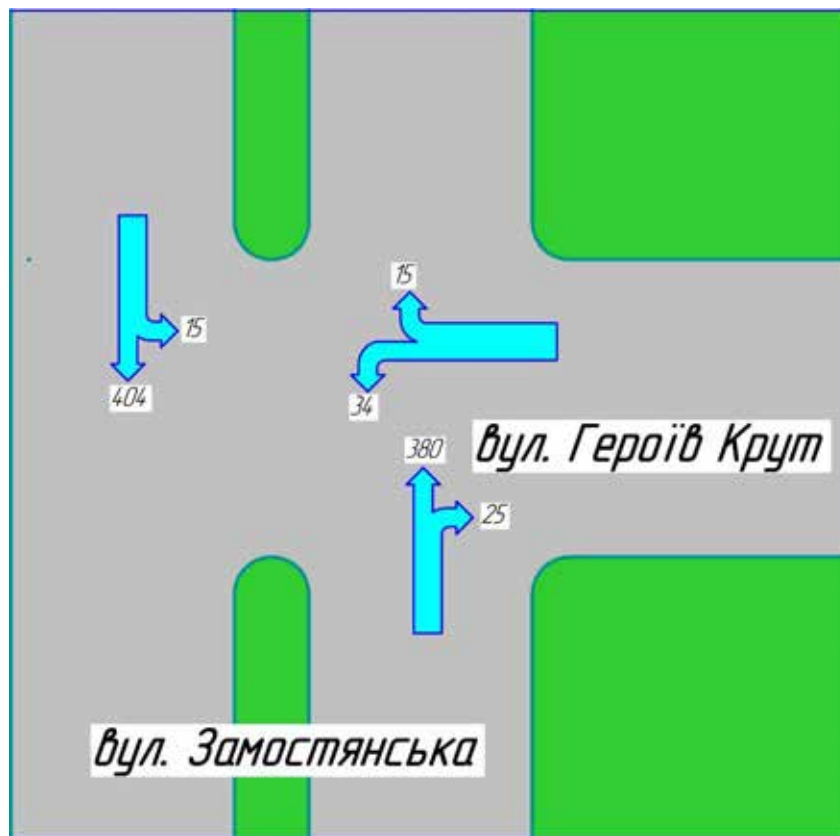


Рисунок 5 - Інтенсивність транспортного потоку на перехресті: вул. Замостянська – вул. Акад. Янгеля

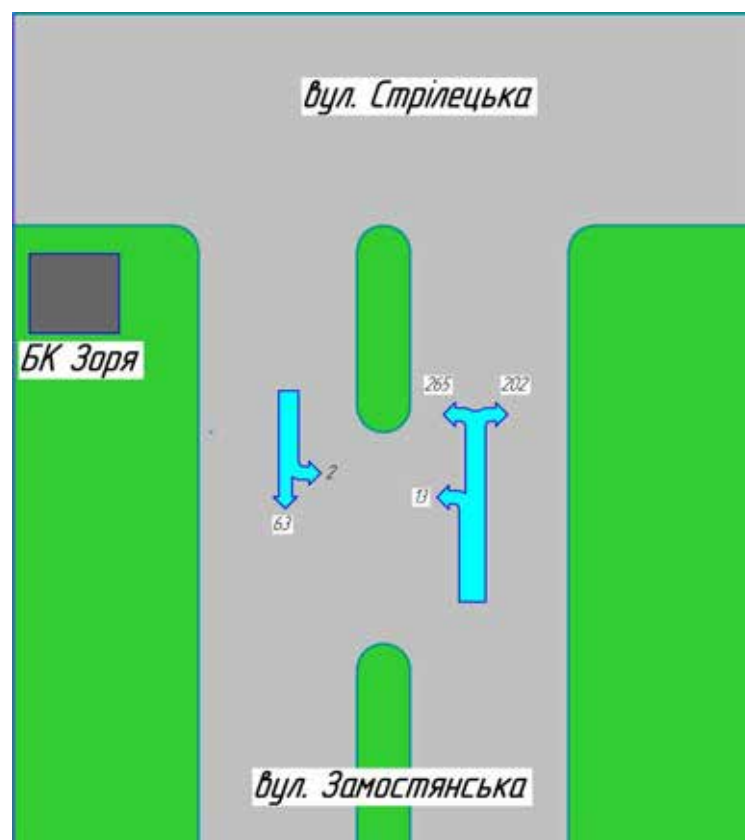


Рисунок 6 - Інтенсивність транспортного потоку на перехресті: вул. Замостянська – вул. Стрілецька

Аналіз інтенсивності руху транспортних засобів на перехрестях вулиці Замостянська показав, що переривати алею на перехрестях з вул. Героїв Крут та з вул. Стеценка недоцільно, так як інтенсивність руху на цих перехрестях мала.

Отже на вулиці Замостянській на відрізьку від площі Перемоги до вулиці Стрілецької доцільно залишити три перехрестя з вул. Острозького, з вул. Петра Запорожця та з вул. Академіка Янгеля. І провести повну реконструкцію алеї, що покращить естетичний вигляд міста та збільшить кількість місць культурного відпочинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения / Клинковштейн Г.И. – М.: Транспорт. 1997. – 148 с.
2. Вікович І.А. Організація дорожнього руху / Вікович І.А., Жук М.М., Ройко Ю.Я. - Л.: «НУ «Львівська політехніка», 2006. – 272 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko.v@gmail.com;

Цимбал Ольга Василівна, інженер кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: unicorn@ukr.net;

Канащук Максим Володимирович — студент групи 1AT-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: unic01@ukr.net.

Bilichenko Victor V. – Dr. Sc. , Professor, Head of Car and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko.v@gmail.com;

Tsymbal Olga V., – Engineer of the Department of cars and transport management, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: unicorn@ukr.net;

Kanashuk Maxim V. — student group 1AT-16ms, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : unic01@ukr.net.

ЗНЕЦІНЮВАННЯ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ЗДОРОВ'Я ЯК ФАКТОР ЗАГРОЗИ ЕКОНОМІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ УКРАЇНИ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація. Актуалізована проблема знецінювання людського капіталу здоров'я. З'ясовано, що здоров'я, як економічна категорія, відіграє важливу роль в виробничій функції, зокрема створенні національного продукту. Здійснено прогнозування середньої очікуваної тривалості життя. Розраховано економічні втрати через знецінення людського капіталу здоров'я, зокрема через передчасну смертність. Доведено, що мотивація громадян в напрямку самозбереження здоров'я розглядається важливим резервом зростання продуктивності праці, середньої тривалості життя, людського розвитку, забезпечення економічної і національної безпеки України.

Ключові слова: людський капітал, здоров'я, середня тривалість життя, економічна нерівність, економічні збитки, безпека, самозбереження.

Annotation. The problem of depreciation of human capital of health purchased actuality. It is found out, that a health, as an economic category, plays an important role a productive function, in particular creation of national product. Prognostication of the mean expected time of life is carried out. Economic losses are expected through depreciation of human capital of health, in particular through a premature death rate. It is well-proven that motivation of citizens in direction of self-preservation of health is examined by important reserve of increase of the labour, mean time of life, human development, providing of economic and national security of Ukraine productivity.

Keywords: human capital, health, mean time of life, economic inequality, economic losses, safety, self-preservation..

Вступ. Сучасні кризові тенденції, які проявляються в усіх сферах життєдіяльності України, особливо в сфері охорони здоров'я, вимагають пошуку найбільш актуальних шляхів їх вирішення. Тому найкращим виходом із ситуації, на мою думку, є максимальна переорієнтація на концепцію розвитку людського капіталу. Адже саме від кожного громадянина України (його поведінки) залежать передумови росту продуктивності праці, конкурентоспроможності, матеріальної винагороди (доходу), економіки та в цілому національної безпеки країни.

Аналіз подальших досліджень і публікацій. Проблемам розвитку теорії людського капіталу, у тому числі фактору здоров'я присвячені праці багатьох зарубіжних вчених, зокрема таких, як Г. Бартельс (G. Bartel's), Г. Беккер (G. Bekker), М. Блауг (M. Blaug), М. Боуен (M. Bouen), Дж. Вейзі (Dg. Veysi), Е. Денісон, (E. Denison), Ф. Махлуп (F. Makhlyup), Дж. А. Мінсер (Dg. A. Mynser), Л. Туроу (L. Turou), Ф. Уелч, (F. Uelch), Б. Чизвік (B. Chysvyk), Т. Шульц (T. Shul'tc) та ін. Зазначеним питанням присвячені праці вітчизняних вчених О. Амоші, С. Бандура, Д. Богині, В. Гейця, І. Гнибіденка, О. Грішньої, М. Долішнього, Т. Заяць, А. Колота, І. Кравченко, В. Куценко, Н. Левчук, Е. Лібанової, В. Новікова, О. Новікової, В. Онікієнка, С. Пирожкова, У. Садової, Л. Семів, М. Семикіної, В. Стешенко, А. Чухна та ін.

Так, в праці [1–2] обґрунтовується ідея, що здоров'я, є найважливішою детермінантою людського капіталу, а його знецінювання веде до хвороб та смертності, що обертаються важким тягарем економічних втрат. Тому поліпшення здоров'я населення, особливо його працездатної частини має стати важливим чинником і передумовою економічного зростання та підвищення рівня національної безпеки України.

Метою статті є дослідження проблеми знецінювання людського капіталу здоров'я та оцінка його наслідків для економічної безпеки України.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Стратегії сталого розвитку «Україна–2020» [3], зазначається, що здоров'я є важливою детермінантою соціально-економічного процвітання країни, розвитку людського капіталу. На жаль, Україна має нині найнижчі показники здоров'я, серед всіх країн ЄС–27, а саме простежуються такі негативні тенденції (станом на 01.2016 р. [4]): зростає рівень загальної смертності (13,9 на 1000 населення), низький рівень середньої очікуваної тривалості життя

(71,3 роки) і здорового життя (59,2 роки), високий рівень природного спаду населення (мінус 4,3 на 1000 населення) тощо.

Знецінювання людського капіталу здоров'я пов'язано, в першу чергу, з тим, що громадяни його не цінують та воно є не пріоритетним в системі життєвих цінностей, а на перший план виходять аспекти матеріального збагачення за будь-яку «ціну». Ситуація погіршується ірраціональною поведінкою, особливо зайнятого населення щодо наявності шкідливих звичок, низької рухової активності, поширеності інфекційних та неінфекційних хвороб та схильностей до високого ризику настання виробничого і побутового травматизму.

З економічної теорії відомо, що термін «знецінювання» використовується в якості зниження вартості будь-чого, у тому числі викликається зносом, старінням або зміни ринкових цін на будь-який товар. З позиції людського капіталу, категорія «здоров'я» має свою «ринкову вартість», яка поступово капіталізується та зношується і повністю знецінюється. Так, з основ економічної теорії відомо, що після тривалого трудового стажу (по деяким оцінкам більше двадцяти років) починається моральний і фізичний знос кваліфікації і знань персоналу підприємств (установ, організацій), тобто починається процес знецінювання людського капіталу зайнятих громадян, особливо його детермінант – освітньої і здоров'я. Крім того, знецінювання людського капіталу прискорюється швидкими темпами тоді, коли працівники завершують трудову діяльність і стають економічно неактивними. З однієї сторони, цей процес можна назвати як повну амортизацію накопичених знань, професійного досвіду та часткове погашення корисного енергетичного потенціалу у вигляді здоров'я. З іншого боку, знання як і здоров'я в певних обсягах залишаються та можуть бути ефективно використані за умов достатнього обсягу інвестування в систему безперервного навчання та самозбереження здоров'я. Тому найбільш важливими інвестиціями, які здатні підвищити рівень людського капіталу та призупинити процес його знецінювання є: вкладання коштів в освіту (формальну, неформальну, інформальну), в здоров'я (профілактика захворюваності, діагностика, диспансеризація, медичне страхування), в культуру та ін.

Під людським капіталом в широкому сенсі розуміють накопичення здатностей і якостей в результаті капіталовкладень в людину або людської активності в будь-яких формах. Тобто в процесі інвестування людиною в власне здоров'я, освіту, культуру людський капітал буде зростати, а, відповідно, це вплине на ріст показників економічної діяльності – буде зростати продуктивність працівників та їх дохід (матеріальний статок). Формулу людського капіталу можна записати наступним чином [5]:

$$ЛК = K_z + K_k + K_o,$$

де: ЛК – людський капітал, K_z – капітал здоров'я, K_k – капітал культури, K_o – капітал освіти.

Отже, в формулі важливою детермінантою людського капіталу, є саме капітал здоров'я, без якого неможлива не тільки економічна активність індивіда, але і життя. Інвестування в здоров'я дозволяє підвищувати рівень самопочуття, задоволеність життям в цілому, продуктивності праці та доходу (заробітної плати), тривалість, зокрема здорового життя, опору організму до захворюваності та передчасної смертності.

Категорію «здоров'я» поділяють на дві важливі складові. Перша – спадкова, друга – набута в результаті інвестування людиною в свій стан здоров'я (здорове харчування, своєчасна діагностика стану організму, вчасне лікування хвороб, медичне страхування, інвестування коштів в раціональну життєву поведінку). Крім того, інвестування в людський капітал здоров'я є важливою детермінантою: забезпечення стабільного економічного розвитку країни (є невичерпним економічним ресурсом), мотивації людини в накопиченні освітніх, професійних і інших якостей і знань, культурних властивостей (є передумовою отримання в майбутньому більш вищого доходу, підвищення свого рівня соціально-економічного статусу), збільшення тривалості життя, зокрема здорового, самозбереження власного здоров'я (від людини, її схильностей, мотивів, рівня матеріального забезпечення, культури, світогляду залежить сам процес капіталізації людського капіталу здоров'я або його знецінювання). Таким чином, чим вищий рівень інвестицій в капітал здоров'я, тим більш ефективніше використовуються людський капітал та економічний потенціал.

В економічній теорії виділяють виробничу функцію, яка відображає важливість фактору «здоров'я» в системі забезпечення створення продукту [6] та економічної безпеки:

$$Y = A \cdot F(K, hL),$$

де Y – продукт, A – сукупна продуктивність факторів виробництва, F – виробнича функція, K – фізичний капітал, L – робоча сила, hL – якість робочої сили (людський капітал).

Враховуючи наведену вище функцію можна сказати, що дохід суспільства буде зростати при поєднанні якісної і кількісної характеристики пропозиції праці, у тому числі таких важливих складових, як якість робочої сили і рівень людського капіталу. Рівень наведених вище показників залежить саме від здоров'я. Так, якість робочої сили і рівень людського капіталу дозволяють збільшувати рівень продуктивності праці через збільшення фізичної і інтелектуальної активності, з іншої сторони, більш активні та «здорові» працівники більш схильні використовувати в роботі сучасні інноваційні технології, створювати нові технологічні знання, на відміну від хворобливих співробітників, у тому числі через недотримання ними здорового способу життя. Адже загальновідомо, що погане здоров'я може негативно впливати на економічну активність. Більш здорова людина виробляє не тільки більше товарів і послуг, але і більш нових ідей.

На сьогодні існує багато моделей, які пояснюють причини зниження рівня здоров'я (середньої тривалості життя), в основі яких покладені економічні складові, зокрема моделі М. Гроссмана, І. Ерліха, Х. Хуми та ін. [7]. Зазначені автори в основі їх побудови включають наступні складові:

- зниження рівня вихідного запасу здоров'я, наприклад, вихідним параметром може бути – очікувана тривалість життя людини;
- зниження матеріального рівня людини, наприклад, цей показник можна замінити рівнем забезпеченості житловою площею в розрахунку на душу населення або рівнем доступу громадян до медичних, освітніх та інших послуг;
- рівень переваг людини в даний момент часу, наприклад, замінниками цього показника може бути зменшення кількості осіб, які займаються фізичною культурою і спортом;
- високі темпи знецінення запасу здоров'я, замінником може служити поширеність шкідливих звичок (алкоголізму, тютюнокуріння, наркоманії, переїдання) та кількість випадків виробничого (побутового) травматизму;
- порівняно високої вартості товарів, які придбаваються з метою інвестування коштів в здоров'я, наприклад, можна взяти в розрахунок такий показник, як індекс цін на лікарські засоби, кількість осіб, які є застрахованими в системі добровільного (обов'язкового) медичного страхування;
- порівняно низький рівень заробітної плати зайнятого населення, тут можна прийняти в розрахунок наступні показники, наприклад, рівень зростання (зменшення) реальної (номінальної) заробітної плати, рівень доходу на душу населення тощо.

Існують різні емпіричні моделі смертності і очікуваної тривалості життя людини, які дають змогу пояснити вплив соціально-економічних процесів на знецінювання здоров'я, зокрема працездатного населення. Так, відома в теорії модель «*Bachue-International*», яку можна представити у вигляді [7]:

$$e_0 = 69,9 - \frac{1500}{Y} - 0,2 \cdot AI + 0,27 \cdot LOW40 + 0,00008 \cdot DRS,$$

де: AI – частка неосвічених серед дорослого населення, Y – ВВП країни на душу населення, $LOW40$ – частка доходів, які припадають на 40 найменш багатих відсотків населення, DRS – чисельність лікарів на душу населення.

Отже, як свідчить наведена вище модель, на здоров'я людини (середню тривалість життя) впливають фактори: освітні, матеріальні та медичні. Інвестуючи кошти в його підвищення можна призупинити процес знецінення здоров'я громадян, особливо зайнятих. Далі приведемо модель «*Bachue-Philippines*», яка передбачає, що величина очікуваної тривалості життя при народженні пропорційна ВВП на душу населення, однак, ця залежність не є лінійною і послаблюється по мірі росту ВВП на душу населення та обернено пропорційна рівню нерівності по доходах, який оцінюється за допомогою коефіцієнта Джині [7] (формула 1):

$$e_0 = 87,2 - \frac{3389}{Y} + \frac{76880}{Y^2} - 36,47 \cdot G, \quad (1)$$

де: Y – ВВП на душу населення в доларах США, G – коефіцієнт Джині.

Використовуючи модель (формула 1) спробуємо спрогнозувати очікувану тривалість життя в Україні на основі застосування двох економічних параметрів: ВВП на душу населення та коефіцієнт Джині. Хоча в статистиці вона розраховується на основі побудови таблиці смертності, але в статті гіпотетично здійснимо цей розрахунок. Перший макроекономічний показник моделі – номінальний ВВП на душу населення відображає ринкову вартість всіх кінцевих товарів та послуг, які вироблені за рік у всіх галузях економіки на території держави для споживання, експорту та накопичення, незалежно від національної приналежності факторів виробництва» (виражається в фактичних цінах), а реальний ВВП визначається реальним ростом виробництва, а не ростом цін, тобто номінальний ВВП ділиться на індекс споживчих цін по роках). Аналіз динаміки номінального і реального ВВП країни на душу населення за період 2010–2015 років приведений на рис. 1.

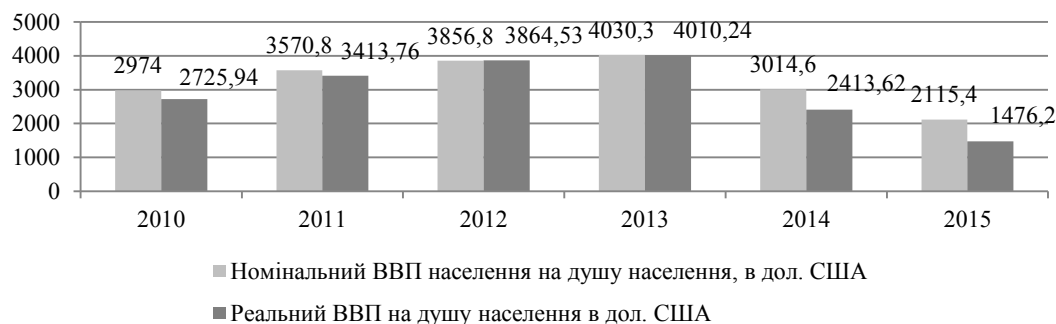


Рисунок 1. Динаміка номінального та реального ВВП на душу населення, доларів США

Джерело: складено автором на основі даних [8].

З рис. 1 видно, що з 2014 року реальний ВВП України почав стрімко падати. В 2015 році він порівняно з 2013 роком зменшився в 2,72 рази. Причини очевидні – військовий конфлікт на Донбасі, анексія Автономної Республіки Крим, високий рівень корупції та затяжні економічні і політичні кризи. Зазначене падіння призвело до стрімкого збідніння населення України (за офіційної статистики рівень бідності в 2017 році становив біля 60%) та майнового його розшарування. Тому в статті акцентуємо на другому показнику моделі (формула 1) – коефіцієнт Джині, який відображає рівномірність розподілу доходів на душу населення. Його значення коливається в межах від «нуля» (в цьому випадку в країні існує повна рівність по розподілу доходів) до одиниці (повна нерівність, наприклад, одна людина або родина володіє всім, а інша частина населення – майже нічим). На рис. 2 [9] відображена динаміка коефіцієнту Джині в 2010–2015 роках.

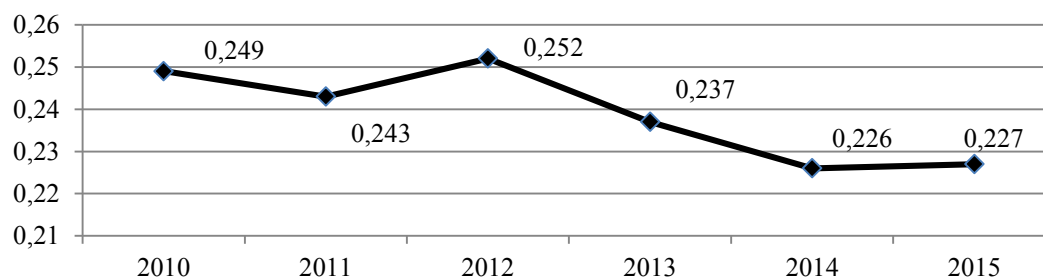


Рисунок 2. Динаміка коефіцієнта Джині за 2010–2015 роки

Джерело: складено автором на основі даних [9].

З рис. 2 видно, що з 2012 року коефіцієнт Джині мав стійку тенденцію до зменшення, але в 2015 році від зріс на 0,44%. Звичайно, в умовах колосального обсягу тіньової економіки України (за деякими оцінками більше 50%) та корупції в Україні реальне значення цього коефіцієнта значно більше. В дослідженні [10] наголошується, що наростання соціальної нерівності веде до критичної напруги в суспільстві та може стати загрозою для економічної і національної безпеки країни. В результаті посилення нерівномірності доходів та, як наслідок, появи прошарку «працюючих бідних» в нашій країні, відбувається обмеження доступу працездатних громадян до системи охорони здоров'я,

що у тому числі розглядається як важлива детермінанта зниження мотивації працюючих до самозбереження здоров'я, що в свою чергу, стрімко знецінює людський капітал здоров'я.

Тому використовуючи модель «Bachue-Philippines» (формула 1) здійснимо гіпотетичний розрахунок (прогноз) середньої очікуваної тривалості життя українців в 2010–2017 роках. Вихідні дані та розрахунок наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фактичні та розрахункові дані визначення середньої очікуваної тривалості життя

Показники	Роки					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1. Індекс споживчих цін, %	109,1	104,6	99,8	100,5	124,9	143,3
2. Реальний ВВП на душу населення, дол. США	2725,94	3413,76	3864,53	4010,24	2413,62	1476,2
3. Коефіцієнт Джині	0,249	0,243	0,253	0,237	0,226	0,227
4. Розраховане значення середньої очікуваної тривалості життя за моделлю Bachue-Philippines	77,10	77,35	77,14	77,71	77,56	76,66
5. Середня очікувана тривалість життя при народженні ¹	70,44	71,02	71,15	71,37	71,37	71,38
6. Відхилення розрахованої та середньої очікуваної тривалості життя (р.4 – р.5)	+ 6,66	+ 6,33	+ 5,98	+ 6,37	+ 6,19	+ 5,28

Примітка¹ – дані взяті з офіційного сайту Державної служби статистики України [11].

Отже, розраховане значення за моделлю «Bachue-Philippines» (1), суттєво відрізняється від статистичних даних [11] на середню величину за період 2010–2015 років – 6,3028. Тому, спробуємо спрогнозувати значення середньої очікуваної тривалості життя в 2016–2017 роках. При цьому врахуємо такі припущення: ВВП України в 2016 році становив 2383182 млн. грн., індекс споживчих цін – 112,45, чисельність населення – 42,760 млн. осіб (без врахування тимчасово окупованої території та АРК), середньорічний курс гривні до долара США – 25,5513 (грн/дол. США). Тоді реальний ВВП країни на душу населення буде становити в 2016 році 1939,76 дол. США (2383181 : 42,760 : 1,1245 : 25,5513). Зростання ВВП в 2017 році прогнозується за даними [12] (Кабінету Міністрів України, Національного Банку України, Світового Банку, Міжнародного рейтингового агентства S&P Global Ratings) на рівні 1,8–1,9%, а індекс інфляції – 9–10%. Тоді в розрахунку приймаємо зростання ВВП в 2017 році на рівні 1,85%, а інфляції – 9,5%. При цьому коефіцієнт Джині приймаємо на стабільному рівні 0,227. Таким чином, середньо очікувана тривалість життя за моделлю (формула 1) в 2016–2017 роках складе:

$$e_{02016\text{прог.}} = \left(87,2 - \frac{3389}{1939,76} + \frac{76880}{1939,76^2} - 36,47 \cdot 0,227 \right) - 6,3028 = 70,89 \text{ роки.}$$

$$e_{02017\text{прог.}} = \left(87,2 - \frac{3389}{2104,64} + \frac{76880}{2104,64^2} - 36,47 \cdot 0,227 \right) - 6,3028 = 71,03 \text{ роки.}$$

Отже, середньо очікувана тривалість життя за прогнозом в 2016–2017 роках суттєво зростати не буде, на відміну від розвинених країн світу. Резервом її зростання, як видно з моделі (формула 1), є скорочення нерівномірності розподілу національного доходу між громадянами України. Гіпотетично, якщо б в 2017 році «вдалось» довести коефіцієнт Джині до значення – 0,1, то провівши розрахунки, в 2017 році середня очікувана тривалість життя становила б 75,66 роки і ми б наблизились по цьому значенню до таких країн, як: Італія, Японія, Іспанія, Швеція, США та ін. (рис. 3). Як видно з рис. 3, Україна серед наведених країн, за винятком Росії, має найнижчий рівень середньої очікуваної тривалості життя – 71,1 роки.

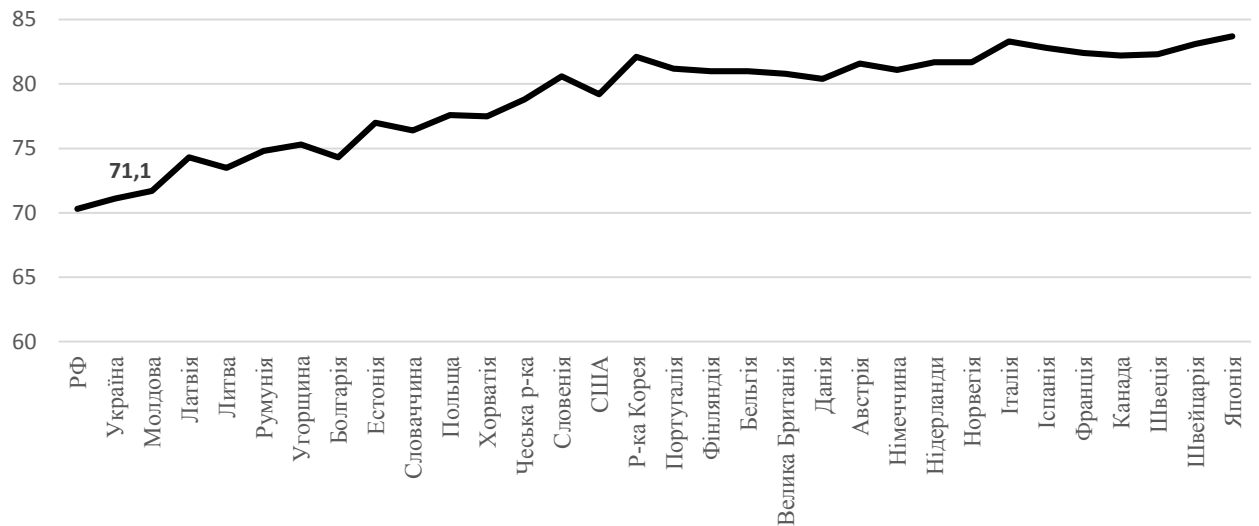


Рисунок 3. Середня очікувана тривалість життя при народженні, обидві статті, років, 2015

Джерело: [13].

Далі визначимо економічні втрати через знецінювання людського капіталу здоров'я в 2015 році, зокрема через передчасну смертність населення України працездатного віку. Передчасна смертність настає до досягнення людиною віку 65 років, а в Канаді це значення становить на рівні 75 років. Для здійснення розрахунку скористуємось вихідними даними таблиці 1 та даними Державної служби статистики України [14]. Оцінка втрат наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Оцінка втрат для економіки України в 2015 році через знецінювання людського капіталу здоров'я (для обох статей)

Вік, років	Середня кількість померлих, осіб	Середня тривалість життя, років	Реальний ВВП на душу населення, дол. США	Економічні втрати, дол. США	Економічні втрати через передчасну смертність, дол. США	Економічні втрати через передчасну смертність, люд-років
16	230,8	56,21	1476,2	19151138,2	16694641,04	11309,2
17	230,8	55,23	1476,2	18817245,4	16353934,08	11078,4
18	230,8	54,27	1476,2	18490166,7	16013227,12	10847,6
19	230,8	53,31	1476,2	18163088	15672520,16	10616,8
20	487,7	52,35	1476,2	37689002,4	32397423,3	21946,5
21	487,7	51,39	1476,2	36997857,4	31677480,56	21458,8
22	487,7	50,44	1476,2	36313911,8	30957537,82	20971,1
23	487,7	49,48	1476,2	35622766,8	30237595,08	20483,4
24	487,7	48,54	1476,2	34946020,6	29517652,34	19995,7
25	973,4	47,59	1476,2	68383645,3	57477323,2	38936
26	973,4	46,64	1476,2	67018558,9	56040390,12	37962,6
27	973,4	45,71	1476,2	65682211,1	54603457,04	36989,2
28	973,4	44,78	1476,2	64345863,3	53166523,96	36015,8
29	973,4	43,85	1476,2	63009515,6	51729590,88	35042,4

Вік, років	Середня кількість померлих, осіб	Середня тривалість життя, років	Реальний ВВП на душу населення, дол. США	Економічні втрати, дол. США	Економічні втрати через передчасну смертність, дол. США	Економічні втрати через передчасну смертність, люд-років
30	1575	42,93	1476,2	99812894	81375525	55125
31	1575	42,01	1476,2	97673880,2	79050510	53550
32	1575	41,11	1476,2	95581366,7	76725495	51975
33	1575	40,2	1476,2	93465603	74400480	50400
34	1575	39,31	1476,2	91396339,7	72075465	48825
35	2200,2	38,42	1476,2	124785672	97438057,2	66006
36	2200,2	37,54	1476,2	121927489	94190121,96	63805,8
37	2200,2	36,67	1476,2	119101785	90942186,72	61605,6
38	2200,2	35,81	1476,2	116308561	87694251,48	59405,4
39	2200,2	34,95	1476,2	113515337	84446316,24	57205,2
40	2821,6	34,09	1476,2	141993233	104131148	70540
41	2821,6	33,25	1476,2	138494427	99965902,08	67718,4
42	2821,6	32,4	1476,2	134953968	95800656,16	64896,8
43	2821,6	31,56	1476,2	131455161	91635410,24	62075,2
44	2821,6	30,72	1476,2	127956355	87470164,32	59253,6
45	3489,6	29,89	1476,2	153973777	103026950,4	69792
46	3489,6	29,06	1476,2	149698159	97875602,88	66302,4
47	3489,6	28,23	1476,2	145422540	92724255,36	62812,8
48	3489,6	27,42	1476,2	141249949	87572907,84	59323,2
49	3489,6	26,61	1476,2	137077358	82421560,32	55833,6
50	5312,8	25,81	1476,2	202421516	117641330,4	79692
51	5312,8	25,02	1476,2	196225739	109798575	74379,2
52	5312,8	24,23	1476,2	190029962	101955819,7	69066,4
53	5312,8	23,45	1476,2	183912613	94113064,32	63753,6
54	5312,8	22,67	1476,2	177795264	86270308,96	58440,8
55	7508,2	21,91	1476,2	242841782	110836048,4	75082
56	7508,2	21,15	1476,2	234418242	99752443,56	67573,8
57	7508,2	20,41	1476,2	226216375	88668838,72	60065,6
58	7508,2	19,68	1476,2	218125343	77585233,88	52557,4
59	7508,2	18,95	1476,2	210034312	66501629,04	45049,2
60	9802	18,23	1476,2	263782857	72348562	49010
61	9802	17,54	1476,2	253798755	57878849,6	39208
62	9802	16,87	1476,2	244104048	43409137,2	29406
63	9802	16,19	1476,2	234264644	28939424,8	19604
64	9802	15,54	1476,2	224859331	14469712,4	9802
65	10725,2	14,89	1476,2	235746524	0	0
66	10725,2	14,25	1476,2	225613698	*	*
67	10725,2	13,65	1476,2	216114174	*	*
68	10725,2	13,01	1476,2	205981349	*	*
69	10725,2	12,43	1476,2	196798475	*	*

Вік, років	Середня кількість померлих, осіб	Середня тривалість життя, років	Реальний ВВП на душу населення, дол. США	Економічні втрати, дол. США	Економічні втрати через передчасну смертність, дол. США	Економічні втрати через передчасну смертність, люд-років
70	11865,6	11,8	1476,2	206688785	*	*
71	11865,6	11,21	1476,2	196354346	*	*
72	11865,6	10,66	1476,2	186720546	*	*
Всього	260998,5	*	*	8033323527	3443671241	2332794,5

Джерело: розраховано автором за даними [11, 14].

Отже, аналізуючи дані таблиці 2 можна відмітити, що економічні втрати через знецінювання людського капіталу здоров'я, а саме смертність населення до досягнення віку рівному за середньорічну очікувану тривалість життя в 2015 році становили 8,04 млрд. дол. США, у тому числі втрати через передчасну смертність населення України становили 3,44 млрд. дол. США. Крім того, через передчасну смертність втрати для економіки України склали 2,33 млн. людино-років. За даними [15], в 2013 році за рахунок передчасної смерті втрачено 3,031 млн. людино-років потенційного життя, а економічні втрати склали 12 млрд. дол. США. Різницю в фактичних і розрахункових значеннях відповідних втрат в 2013 та 2015 років, можна пояснити суттєвим зменшенням реального ВВП на душу населення в доларовому еквіваленті. Тому при врахуванні зазначеної тенденції, економічні втрати через повне знецінювання людського капіталу здоров'я в 2015 році склали б 9,32 млрд. дол. США ($3,44 \cdot 2,71$).

Висновки

1. Знецінення людського капіталу здоров'я населення працездатного віку можна розглядати як природний і штучний процес його «амортизації». Так, природний процес знецінення людського капіталу пов'язаний із фізичними, душевними, соціальними і економічними складовими, що формують здоров'я людини. Цілком зрозуміло, що з часом здоров'я людини буде погіршуватись, що унеможливить людині приймати участь в трудовому процесі, це стосується і професійного рівня, оскільки із віком рівень мислення, запам'ятовування інформації суттєво знижується. Звичайно, сучасні медичні технології, особливості ринку праці дають можливість людині більше часу залишатись на ньому. Тому інвестування в людський капітал, зокрема здоров'я, освіти, культуру, є фактором подовження економічної активності людини, зростання його продуктивності праці, людського і економічного розвитку.

2. Штучний процес амортизації людського капіталу пов'язаний із впливом самої людини на своє здоров'я. Рациональна поведінка індивіда в сфері самозбереження здоров'я (в побуті, на виробництві, в процесі відпочинку тощо) здатна поруч з такими об'єктивними факторами, що формують тривалість його життя – навколишнє природне середовище, спадковість, рівень медицини уникнути передчасному процесу знецінення людського капіталу здоров'я та максимально подовжити тривалість життя. Спрогнозована тривалість життя свідчить, що Україні варто вживати ефективні заходи соціально-економічної, медико-демографічної політики, зокрема в напрямку розробки організаційно-економічного механізму самозбереження здоров'я населення.

3. Найважливішими резервами зміцнення людського капіталу здоров'я населення України, зростання середньої очікуваної тривалості життя мають стати: зменшення рівня споживання алкогольних напоїв на душу населення та тютюнових виробів, раціоналізація власного харчування та членів родини, часу відпочинку і рухової активності, зменшення економічної (матеріальної) нерівності доходів громадян України. Без цього не вдасться мотивувати населення до дотримання найважливішої цінності суспільства і суспільного устрою країни – самозбереження здоров'я.

4. Розраховані економічні втрати через знецінювання людського капіталу здоров'я в 2015 році становили 8,04 млрд. дол. США, у тому числі через передчасну смертність населення України – 3,44 млрд. дол. США. Зазначені колосальні збитки є чинником, який гальмує економічний розвиток

України та загрозою економічної і національної безпеки. Тому зменшення зазначених втрат має бути одним із найважливіших стратегічних пріоритетів державної політики нашої країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лібанова Е. М. Нерівність в Україні: масштаби та можливості впливу / Е. М. Лібанова. – К.: Інститут демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи НАН України, 2012. – 404 с.
2. Левчук Н. М. Соціальна диференціація стану здоров'я і смертності в Україні / Н. М. Левчук // Демографія та соціальна політика. – 2007. – № 1. – С. 12–27.
3. Указ Президента України «Про стратегію сталого розвитку «Україна-2020». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.
4. Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України за 2015 рік. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uiph.kiev.ua>.
5. Человеческий капитал и его роль в современной экономике. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://site-to-you.ru/web/ref-71410.php>.
6. Доклад о мировом развитии 2006. Справедливость и развитие. – М.: «Весь Мир», 2006. – 311 с.
7. Ионцев В. А. Экономика народонаселения / В. А. Ионцев. – М.: Инфра, 2007. – 667 с.
8. Валовой внутренний продукт Украины. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://index.minfin.com.ua/index/gdp/>.
9. Щерба Х. І. Розподіл доходів населення України та декомпозиція коефіцієнта Джині / Х. І. Щерба // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – 2013. – № 767. – С. 368–373.
10. Соціальна нерівність – двигун чи гальмо прогресу?. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.idss.org.ua/index.html>.
11. Офіційний сайт державної служби статистики України. Економічна статистика – Національні рахунки. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
12. Економіка України: перспективи можливого зростання намічаються. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuvip.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2136:ekonomika-ukrajini-perspektivi-mozhlivogo-zrostannya&catid=8&Itemid=350.
13. Лібанова Е. М. Новітні тенденції тривалості життя: Україна vs розвинені країни. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.idss.org.ua/conference.html#07_11_2017.
14. Демографічний щорічник. Населення України за 2015 рік. – К.: Державна служба статистики України, 2016. – 119 с.
15. Рингач Н. Передчасна смертність в Україні: регіональні особливості потенційних втрат років людського життя. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.idss.org.ua/conference.html#07_11_2017.

Заюков Іван Вікторович, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Zivan@i.ua.

Zayukov Ivan Victorovich, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of department of safety of vital functions and pedagogics of safety, Vinnitsa national technical university, Zivan@i.ua.

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ ЛАМП ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглядається роль освітлення у житті людини, визначається перспективність використання світлодіодних ламп для освітлення виробничих приміщень. Також окреслено основні переваги світлодіодних ламп та наведено деякі недоліки порівняно з іншими, більш традиційними джерелами світла.

Ключові слова: освітлення, людина, здоров'я, виробництво, виробниче приміщення, виробничий травматизм, світлодіодна лампа, світлодіод, лампа розжарювання, люмінесцентна лампа.

Abstract

In this paper we consider the role of lighting in human life, is determined by the prospects of using led lamps for lighting of industrial premises. Also outlined the main advantages of led lamps and are some disadvantages compared to other, more traditional light sources.

Keywords: lighting, people, health, industry, industrial premises, industrial injuries, led lamp, light-emitting diode, incandescent bulb, fluorescent lamp.

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Близько 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – бадьорість та сон [1]. Недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і, природно, активність усіх життєвих процесів. Практичне значення освітлення полягає в тому, що воно дозволяє людині виконувати зорову роботу, бачити предмети, встановлювати їх розміри, форму, колір та ін. Раціональне освітлення є одним з найважливіших факторів безпечного та комфортного процесу виробництва.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві відбувається через нераціональне освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам: бути достатнім (відповідним нормі); рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм [2-8]. Так, збільшення освітленості зі 100 до 1000 лк при напруженій зоровій роботі підвищує продуктивність праці на 10-20%, зменшує кількість браку на 20% та знижує число нещасних випадків на 30% [9].

Безумовно, найкращим світлом для виконання будь-якого виду робіт є розсіяне природне (сонячне) світло, тому майстерні рекомендується обладнати в приміщеннях з великою площею скління. Якщо ж такої можливості немає або природного світла недостатньо, необхідно забезпечити штучне освітлення, за своїми характеристиками максимально наближене до природного – рівномірне розсіяне світло [10].

Одним з найбільш перспективних напрямків технологій штучного світла є світлодіодне освітлення (LED освітлення). Джерелом світла в даному випадку виступають світлодіоди. Розглянемо основні переваги світлодіодного освітлення над іншими видами.

1. Широкий діапазон робочих напруг. При зниженні напруги в електричній мережі звичайні лампи перестануть працювати або не відповідатимуть заявленим характеристикам. Світлодіодні лампи можуть працювати від напруги в діапазоні від 80 до 230 В.

2. Миттєве освітлення. Такі лампи володіють такою якістю як безінерційність, іншими словами

при включенні вони дають 100% світла. Тобто працівнику не доведеться довго чекати, поки лампи «прогріються» і дадуть максимально яскраве освітлення. А при бажанні, завдяки контролерам, можна з легкістю керувати яскравістю і навіть відтінком світлодіодів. Крім того, у світлодіодних джерел світла відсутнє мерехтіння, яке є шкідливим для зорового аналізатора та втомлює його. Відсутність мерехтіння виключає можливість виникнення стробоскопічного ефекту, що особливо важливо у виробничих приміщеннях.

3. Економія на експлуатаційних витратах. Світлодіодні лампи не вимагають спеціального встановлення пускорегулювальної апаратури і регулярного технічного обслуговування. Робоча напруга світлодіодів складає від 1,5 до 12 В, яка є безпечною для організму людини, тому їх можна використовувати практично в будь-якому місці, не побоюючись короткого замикання в електромережі або загоряння.

4. Низька тепловіддача. Звичайні лампи розжарювання разом зі світлом виділяють багато тепла. Світлодіодні лампи практично не виділяють тепла, майже вся електроенергія йде на створення освітлення, тим самим досягається її істотна економія.

5. Відсутність шуму. Світлодіодні лампи абсолютно беззвучні, що робить їх незамінним джерелом світла у виробничих приміщеннях, де сторонній звук може стати дратівливим фактором.

6. Відсутність ультрафіолетового випромінювання. Всі лампи розжарювання та люмінесцентні лампи генерують ультрафіолетове випромінювання, яке шкідливе для людського ока та приваблює різних комах. Світлодіодні лампи не мають такого недоліку.

7. Компактність. Невеликі розміри LED джерел світла є ще однією перевагою світлодіодних світильників. Проте в деяких випадках, наприклад, для створення потужного світлового потоку ця особливість стає недоліком, оскільки вимагає використання великого масиву світлодіодів.

8. Безпечна конструкція. У конструкції світлодіодного світильника відсутні шкідливі та небезпечні компоненти (ртуть, аргон, неон, криптон), що забезпечує екологічну та протипожежну безпеку його експлуатації і не вимагає спеціальних умов для утилізації. Крім того, світлодіодні лампи не такі крихкі (використовується пластик), як усі інші, що унеможливує появу небезпечних гострих уламків при ударах та падіннях.

9. Енергозберігаючий ефект. Світлодіоди розроблені, щоб споживати невелику кількість енергії при порівняно великій інтенсивності світлового випромінювання. Світлодіодна лампа витрачає в 8-10 разів менше електроенергії для того, щоб забезпечити освітленість таку ж, як звичайна лампа розжарювання.

10. Довгий термін служби. Завдяки тому, що світлодіод – це кристал, в ньому немає конструктивних частин, що б'ються чи зношуються, тому забезпечується довгий термін служби – від десяти до ста тисяч годин, а це приблизно від 1 до 10 років безупинної роботи.

Слід зазначити, що як і будь-які інші способи освітлення, світлодіоди не є ідеальними і поряд з перевагами, у них є і свої недоліки. Зокрема, головний недолік LED освітлення – висока ціна. Втім, у продажу вже з'явилися світлодіодні лампи за цінами (люмен), конкурентоспроможні з компактними люмінесцентними лампами [11].

Отже, враховуючи численні переваги світлодіодів перед традиційними джерелами освітлення, застосування світлодіодних ламп у виробничих приміщеннях є надзвичайно перспективним, оскільки це є запорукою комфортного та безпечного процесу праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
2. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : підручник : рекомендовано МОН України / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський ; за ред. М. П. Гандзюка. – 4-ге вид. – К. : Каравела, 2008. – 384 с.
3. Кобилянський О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 188 с.
4. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 108 с.
5. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.

6. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.
7. Березюк О. В. Використання віртуального лабораторного стенда для проведення лабораторної роботи «Дослідження ефективності освітлення у виробничих приміщеннях» / О. В. Березюк // Педагогіка безпеки. – 2017. – № 1. – С. 35-39.
8. Березюк О. В. Комп'ютерна програма "Віртуальний стенд для виконання лабораторної роботи "Дослідження ефективності освітлення в виробничих приміщеннях"" ("OP_LR_2") / Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 68185 // власник свідоцтва Вінницький національний технічний університет. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 07.10.2016.
9. Березуцький В. В. Основи охорони праці: навч. посіб. / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В. В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х. : Факт, 2007. – 480 с.
10. Освітлення майстерень [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://www.mdm-light.ru/solutions/masterskie/> (дата звернення 07.10.17). – Назва з екрана.
11. Світлодіодне освітлення [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <http://homester.com.ua/remont/svet/led-osveschenie-v-dome/> (дата звернення 07.10.17). – Назва з екрана.

Березюк Олег Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Крекотень Євген Геннадійович – студент групи РАМ-14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ra14b.krekoten@gmail.com.

Bereziuk Oleg V. – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Krekoten Evgeniy G. – Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ra14b.krekoten@gmail.com.

РАДІОЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШУМУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто технічні характеристики вимірювачів акустичного шуму.

Ключові слова: радіоелектронна апаратура, вимірювання, шум.

Abstract

Considered the technical characteristics of acoustic noise meters.

Key words: radio electronic equipment, measurement, noise.

Найбільш важливими параметрами шуму є звуковий тиск, інтенсивність звуку та звукова потужність. В інженерній практиці рівні цих величини виражають у логарифмічних одиницях (децибелах) [1-7].

Для вимірювання параметрів виробничого середовища останнім часом набули популярності радіоелектронні пристрої [8-12].

Розглянувши технічні характеристики вимірювачів акустичного шуму, що перебувають в експлуатації, можна сформулювати основні вимоги до розроблюваного приладу. Електрична схема приладу повинна бути виконана на сучасній елементній базі, що дасть можливість спростити прилад, підвищити надійність та покращити експлуатаційні характеристики. Прилад повинен бути обладнаний автономним джерелом живлення, а також мати можливість підзарядки і роботи від мережі 220 В, 50 Гц. Також прилад повинен мати відносно невеликі габарити та масу, щоб його було легко переносити і вимірювати акустичний шум у будь-якому місці. До приладу приєднується мікрофон, сигнал якого підсилюється підсилювачем і подається на схему масштабування, на яку також подаються сигнали з генератора та джерела струму. Отриманий сигнал подається на пристрій індикації [13].

На рис. 1 представлена структурна схема, де М – мікрофон, БП – блок підсилення, СМ – схема масштабування, ПІ – пристрій індикації.



Рис. 1. Структурна схема пристрою для виміру акустичного шуму

На базі структурної схеми розроблена функціональна схема, яка зображена на рис. 2 і має в собі всі функціональні частини приладу та зв'язки між ними. Основними частинами функціональної схеми є: мікрофон (М), блок підсилення (БП), джерело постійного струму (ДПС), схема масштабування (СМ), пристрій індикації (ПІ), таймер (Т).

Джерело напруги будується на мікросхемах MC34063 фірми Motorola. Застосування таких мікросхем дозволяє одержати необхідну напругу +5 В та -5 В при вхідній напрузі від 6 В до 20 В. Це важливо при живленні від батарей, тому що напруга батареї може значно змінюватися в процесі її розрядження. При живленні від зовнішнього джерела застосування подібних мікросхем вигідно тим, що не потребує високої точності джерела напруги. В якості джерела постійного струму оберемо мікросхему LM334. LM334 має відмінне регулювання струму і широкий динамічний діапазон напруги від 1 В до 40 В, а на схемі встановлюється тільки з одним зовнішнім резистором. Початковий струм має точність $\pm 3\%$. Крім того, зворотна напруга до 20 В буде створювати лише кілька десятків

мікроампер струму, що дозволяє пристроям діяти і як випрямлячам джерел змінного струму. Значення напруги, що використовується для встановлення робочого струму на LM334 дорівнює 64 мВ при 25°C і прямо пропорційне абсолютній температурі (°K). Найпростіше підключення зовнішнього резистора, генерує струм рівний 0,33 % температурної залежності нуля операції і може бути отриманий шляхом додавання одного додаткового резистора чи діода [14].

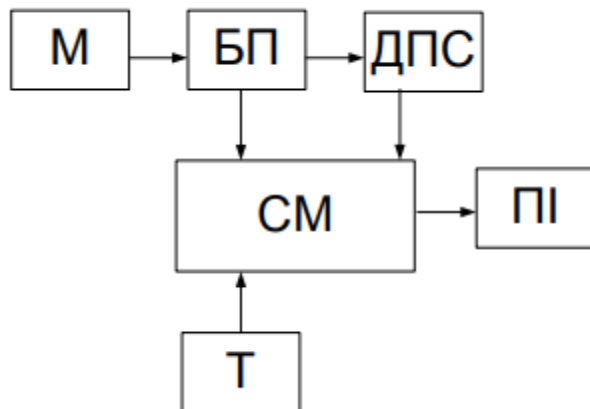


Рис. 2. Функціональна схема пристрою для вимірювання акустичного шуму

Конструкція приладу разом зі схематичними рішеннями визначає головні техніко-економічні показники. В першу чергу це експлуатаційні показники – міцність приладу, працездатність в усьому діапазоні впливаючих кліматичних факторів, ремонтпридатність, надійність і нарешті естетичне сприйняття виробу. До економічних показників можна віднести вартість виготовлення, витрати на експлуатацію, комерційний інтерес (до якого можна віднести і ефективність зовнішнього вигляду приладу).

При виготовленні конструкцій радіоелектронної апаратури широко використовують друковані плати, що виконують функції несучих конструкцій і електричного з'єднання для провідників. Друковані схеми знижують трудомісткість монтажно-збиральних і регулювальних робіт, дозволяють збільшити обсяги виробництва апаратури, зменшити її масу та розміри, зменшити кількість помилок при монтажі і контрольних іспитах, знизити вартість виробів. Розроблений пристрій може застосовуватись для вимірювання рівня акустичного шуму в лікарнях, школах, дитячих садках та на підприємствах з метою попередження негативного впливу шуму на організм людини для неперервного акустичного контролю, а також може використовуватись працівниками міліції та органів Внутрішніх справ з метою фіксування порушень норм щодо максимально припустимого рівня шуму, що визначається відповідними законодавчими актами [15].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кобилянський О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 188 с.
2. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 108 с.
3. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.
4. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.
5. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.

6.Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : практикум / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, І. В. Заюков, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 99 с.

7. Березюк О. В. Комп'ютерна програма "Віртуальний стенд для виконання лабораторної роботи "Дослідження виробничого шуму" ("OP_LR_5") / О. В. Березюк // Свідцтво про реєстрацію авторського права на твір № 65185. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації : 05.05.2016.

8. Антонюк Г. Л. Вимірювання вмісту шкідливих речовин у навколишньому середовищі за допомогою радіоелектронних пристроїв / Г. Л. Антонюк, О. С. Полуденко, О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. – Одеса: SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступу: <http://www.sworld.education/index.php/ru/technical-sciences-u7-317/electrical-engineering-radio-engineering-u7-317/29658>.

9. Полуденко О. С. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур на основе радиоэлектронных устройств для измерения влажности грунта / О. С. Полуденко, Г. Л. Антонюк, О. В. Березюк // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Международной научно-практической конференции. Барнаул, 27-28 февраля 2017 г. В трех томах. Т. 2. – Новосибирск, СФНЦА РАН, 2017. – С. 277-279. – ISBN 978-5-9500108-7-3.

10. Березюк О. В. Низькочастотний аналізатор електромагнітного випромінювання / О. В. Березюк, О. В. Колісник // Електронне наукове видання матеріалів XLIV регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ. – Режим доступу : <http://confvntu.edu.ua/allvntu/2015/inmt/txt/kolisnik.pdf>

11. Березюк О. В. Радіоелектронні пристрої для вимірювання параметрів забруднення навколишнього середовища / О. В. Березюк, С. О. Титарчук // Електронне наукове видання матеріалів XLIII регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ. – Режим доступу : <http://confvntu.edu.ua/allvntu/2014/inmt/txt/Tytarchuk.pdf>

12. Березюк О. В. Перспективи використання параметрів відбитого світла для вимірювання рівня забрудненості води / О. В. Березюк, В. В. Павлюк // Електронне наукове видання матеріалів XLII регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ. – Режим доступу : <http://confvntu.edu.ua/allvntu/2013/ineek/txt/pavlyuk.pdf>

13. Чухов В. В. Пристрій для вимірювання характеристик акустичного шуму / В. В. Чухов, І. В. Осипенко // Тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки, 10–12 травня 2016 р. – Житомирський державний технологічний університет, 2016. – Т. 1. – С. 165-166.

14. Коломієць Л. В. Метрологія у галузі зв'язку. Загальні електрорадіовимірювання : навчальний посібник. Книга 1 / Л. В. Коломієць, П. П. Воробієнко, М. Т. Козаченко, М. Б. Налісний, Л. О. Козаченко, О. В. Грабовський. – Одеса : ТОВ «ВМВ», 2009. – 480 с.

15. Слободянюк П. В. Довідник з радіомоніторингу / П. В. Слободянюк, В. Г. Благодарний, В. С. Ступак ; під заг. ред. П. В. Слободянюка. – Ніжин : ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф", 2008. – 588 с. – ISBN 978-966-340-295-6.

Мельничук Ольга Іванівна – студент групи ТКп-14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tkp14b.melnychuk@gmail.com

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua

Melnychuk Olga I. – student group ТКп-14b, Faculty of Informatics, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tkp14b.melnychuk@gmail.com

Supervisor: **Bereziuk Oleg V.** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair Security of Life and Safety Pedagogic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua

ОСОБЛИВОСТІ ПОВОДЖЕННЯ З ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі проаналізовано особливості поводження з промисловими відходами в Україні. Встановлено, що використання промислових відходів як сировини при виготовленні будівельних матеріалів може бути використане для суттєвого зниження темпів вичерпання природних ресурсів.

Ключові слова: промислові відходи, переробка, будівельні матеріали.

Abstract

In this paper, the peculiarities of industrial waste management in Ukraine are analyzed. It was established that the use of industrial waste as a raw material in the manufacture of building materials can be used to significantly reduce the rate of exhaustion of natural resources.

Keywords: industrial waste, refining, building materials.

За даними Міністерства охорони навколишнього середовища, щорічно в Україні загальний обсяг промислових відходів збільшується на 175 млн. м³. Тому проблемам утворення та раціонального використання відходів, як складової екологізації та ресурсозбереження виробництва, присвячено багато наукових праць. Але недостатність досліджень даної проблематики в Україні, що викликає низку проблем у сфері поводження з відходами, обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі.

Відходи споживання та виробництва – одне із основних джерел антропогенного забруднення навколишнього середовища в глобальному масштабі. Вони виникають як невідворотний результат споживчого відношення і неприйнятно низького коефіцієнта використання ресурсів. Наприклад, у колишньому СРСР щорічно кольорова металургія видобувала близько 2 млрд. т. гірських порід, а товарна продукція із них складала лише близько 1 %. В Україні у відходи потрапляють майже 80-85 % або 20-30 млрд. т. перероблюваної сировини із щорічним її приростом в межах до 2 млрд. т. у гірничодобувній, металургійній, хімічній та паливно-енергетичній галузях. З них понад 200 млн. т. складають токсичні та інші небезпечні відходи. Щорічний приріст площ, зайнятих відходами, складає 50 тис. гектарів [1].

Тверді відходи, а існують ще рідкі і газоподібні, поділяються на відходи виробництва та відходи споживання. Під відходами виробництва розуміють непридатні для виробництва певної продукції види сировини, її залишки, які не вживаються, або речовини, що виникають в результаті технологічних процесів, які не підлягають утилізації у даному виробництві. На цю групу припадає 90% обсягу твердих відходів.

Промислові відходи утворюються на перших стадіях отримання сировини, яка використовується на виробництво товарів. Виготовлені товари після нетривалого етапу користування ними стають відходами споживання. Крім того, на виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів витрачається велика кількість енергії, а енергетика, в свою чергу, – один з головних продуцентів промислових відходів. Підраховано, що кожній тонні твердих побутових відходів відповідають п'ять тонн промислових відходів на стадії виготовлення продукції і двадцять тонн – на стадії отримання первинних ресурсів з надр.

Поряд із тим промислові відходи можуть бути широко застосовуватись у будівництві для одержання таких цінних матеріалів: як наповнювач [2, 3] та в'язуче [4-7] для виробництва бетонів, сухих будівельних сумішей та інших будівельних матеріалів [8], для виробництва будівельних матеріалів із захисними властивостями від електромагнітних випромінювань [9-12] та статичної електрики [13], для виготовлення анодних заземлювачів [14]. Це пояснюється тим, що багато мінеральних та органічних відходів за своїм хімічним складом і технічними властивостями близькі до

природної сировини. Перспективними також є використання дрібнодисперсних відходів металообробки для мінімізації об'ємів іммобілізованих рідких радіоактивних відходів [15].

В статті [2] запропоновано використання дефлокуючих добавок для вимивання кислот з фосфогіпсу, а отримані кислотні стоки використовувати для хімічної активації зольної складової цементних композицій, що призводить до зростання міцності силікатної матриці ніздрюватих бетонів та економії в'язучого. Запропонований в роботі [3] шламозолокарбонатний прес-бетон складається з відходів каменерізання карбонатних порід, золи-виносу Ладижинської ТЕС, червоного шламу Миколаївського глиноземного заводу з добавкою портландцементу.

В роботі [4] показано, що отримання фосфогіпсозолоцементних та металофосфатних в'язучих на основі відходів хімічної промисловості і металообробних виробництв дозволяють вирішити актуальну для України проблему енерго- та ресурсозбереження шляхом створення нових будівельних матеріалів поліфункціонального призначення. Для підвищення міцності та інтенсифікації твердіння бетону в роботі [5] пропонується в склад сумішей ввести природні мінеральні добавки Вінницького регіону. В результаті виконаних досліджень, наведених статті [6], отримано металофосфатне в'язуче на основі відходів промисловості, а також встановлено, що через низький вміст кислот у відвальних фосфогіпсах суміш компонентів комплексного в'язучого доцільно попередньо гомогенізувати у шаровому млині. В роботі [7] виявлено, що основним шляхом утилізації червоного шламу при виробництві будівельних матеріалів є його використання у якості модифікуючої добавки до золоцементного в'язучого, а введення бокситового шламу істотно впливає на зміну новоутворень золоцементного каменю. Також обґрунтовано доцільність використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей.

В статті [8] показано техніко-економічну доцільність більш широкого використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів, а також виявлено, що використання золи-виносу замість доменного шлаку або часткова його заміна цементними підприємствами дуже доцільна і економічно вигідна.

В роботі [9] виявлено, що застосування бетел-м комірчастої, варіотропної і щільної структури дає можливість знизити рівень електромагнітних випромінювань і тим самим знизити небезпеку випромінювань, а ніздрюваті електропровідні металонасичені бетони є ефективним радіопоглинаючим матеріалом. В статті [10] встановлено, що змінюючи вид електричного струму, його величину і тривалість протікання в електропровідних сумішах на основі відходів промисловості можна керувати фізико-хімічними процесами під час твердіння, а отже, і електричними характеристиками бетелу в потрібному напрямку. В роботі [11] запропоновано ефективний спосіб виготовлення виробів із металонасичених бетонів, який полягає у формуванні структури електропровідного бетону в процесі твердіння під впливом електромагнітного поля. В результаті чого металеві частинки наближаються одна до одної і утворюють замкнуті електропровідні ланцюжки, які забезпечують електрону провідність матеріалу. В статті [12] обґрунтовано доцільність застосування дрібнодисперсних порошків шламів сталі ШХ-15 для виготовлення спеціального захисного покриття від електромагнітних випромінювань, а також наведені результати досліджень радіозахисних властивостей металонасичених бетонів щільної та ніздрюватої структури.

В роботі [13] запропоновано використовувати для боротьби з зарядами статичної електрики покриття із електропровідного бетону, технологія виготовлення якого досить проста і не потребує дорогих матеріалів і спеціального устаткування. Встановлено, що для одержання антистатичного покриття, що відповідає вимогам електропровідності, фізико-механічним і естетичним вимогам, необхідно виготовляти покриття на крупному наповнювачі.

Автори статті [14] стверджують, що бетел-м може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів (анодних заземлювачів) систем антикорозійного катодного захисту підземних інженерних мереж, а формування електропровідних виробів з комплексним застосуванням силових і електромагнітного впливів забезпечує покращення фізико-механічних і електрофізичних властивостей елементів анодних заземлювачів.

В статті [15] обґрунтовано доцільність проведення робіт з розробки нового виду матричних матеріалів на основі бетелу-м для іммобілізації рідких токсичних відходів.

Отже, враховуючи те, що виробництво будівельних матеріалів належить до числа найбільш матеріаломістких галузей промисловості, використання промислових відходів як сировини при виготовленні будівельних матеріалів може бути використане для суттєвого зниження темпів вичерпання природних ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коц І. В. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів / І. В. Коц, О. В. Березюк // Вісник Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 5. – С. 146-149.
2. Лемешев М. С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. – С. 111-114.
3. Ковальський В. П. Шламосолокарбонатний прес-бетон на основі відходів промисловості / В. П. Ковальський, А. В. Бондарь // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХПІ», 2015. – С. 209.
4. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПІ". – С. 381.
5. Лемешев М. С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М. С. Лемешев, О. В. Христин, О. В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha : Education and Science, 2015. – Díl 7. – S. 60-62.
6. Лемешев М. С. В'язуче на основі промислових відходів / М. С. Лемешев [Електронний ресурс] // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г. – SWorld, 2017. – Режим доступа : http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/18481/statya_doclad_oct%20.doc.
7. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне : Видавництво НУБГІП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
8. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця, 2014. – № 1 (16). – С. 35-40.
9. Лемешев М. С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М. С. Лемешев, А. В. Христин // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.) – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
10. Лемешев М. С. Технологічні особливості формування електротехнічних властивостей електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк, О. В. Христин // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 10. – С. 74-78.
11. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Тези доповідей II-ої міжнар. інтернет-конференції «Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій», 12 листопада 2014 року. Ч. 1. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 21.
12. Лемешев М. С. Металлонасыщенные бетоны для защиты от электромагнитного излучения / М. С. Лемешев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса : Зовнішрекламсервіс, 2013. – № 33. – С. 253-256.
13. Лемешев М. С. Електропровідні бетони для захисту від статичної електрики [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев // Перспективні досягнення сучасних вчених : матеріали наукового симпозиуму, 19-20 вересня 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступа : <http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-14/29403-%D1%81217-032>.
14. Лемешев М. С. Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017 : матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступа : <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>.
15. Сердюк В. Р. Використання Бетелу-М для іммобілізації рідких радіоактивних відходів / В. Р. Сердюк, О. В. Христин // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – № 1 (5). – С. 50-54.

Березюк Олег Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Bereziuk Oleg V. – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ З РОЗВИТКОМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто дослідження, які пов'язані з впливом наночастинок на організм людини. Описано можливі шляхи проникнення даних частинок до організму людини. Наведено аналіз зростання кількості видів нанотехнологічної продукції на ринку України.

Ключові слова: наночастинки, наноматеріали.

Abstract

The article deals with the researches, which are related to the influence of nanoparticles on the human body. Possible ways of penetration of these particles into the human body are described. An analysis of the growth of the number of types of nanotechnological products in the Ukrainian market is presented.

Key words: nanoparticles, nanomaterials.

На сьогоднішній день у сфері високотехнологічних напрямків та інформаційних технологій відзначаються великі зміни. Дані зміни пов'язують з результатами наукових досліджень, направлених на створення матеріалів і пристроїв, розміри яких знаходяться в нанометровому діапазоні ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$), що з успіхом використовуються в сфері промислових технологій і діагностичного обладнання. Розвиток нанотехнологій служить початком третьої науково-технічної революції. У 60 країнах світу існують програми з розвитку нанонауки і нанотехнологій [1].

Нині наночастинки є у багатьох промислових товарах, зокрема в миючих засобах, лаках, поверхнях, каталізаторах та автомобільних шинах, сонячних батареях та складових мікроелектроніки. Без них вже не можна уявити собі й сучасної медицини. Промисловості їх потрібно усе більше й більше. Наночастки, що знаходяться в сотнях придбаних товарів, здатні завдавати відчутної шкоди здоров'ю людини, оскільки здатні проходити крізь звичайні захисні бар'єри організму: шлунковий, плацентарний, гематоенцефалічний.

На сьогоднішній день вже існує розроблена оцінка впливу нових високотехнологічних матеріалів, що надає величезний вплив на психосоматичний і функціональний стан людини, а також навколишнє природне середовище [2-4].

Науковими дослідженнями було доведено, що наночастинки здатні завдати величезної шкоди здоров'ю [5-6]. Є чотири шляхи проникнення наночастинок в організм людини – через легені, нюховий епітелій, шкіру і шлунково-кишковий тракт. Найбільш доступні для наночастинок легені. Вони складаються з двох різних частин – повітряних шляхів, що транспортують повітря в легеневу тканину (трахеобронхіальний і назофарингеального регіони), і складових легеневої тканини альвеол, де відбувається газообмін. Легені людини містять близько 2300 км повітряних шляхів і 300 млн. альвеол. Загальна поверхня легенів дорослої людини 140 м^2 , що більше тенісного корту. Повітряні шляхи добре захищені від проникнення великих часток завдяки активному епітелію і в'язкому слизовому шару на його поверхні. Але в газообмінній області альвеол бар'єр між альвеолярною стінкою і капілярами дуже тонкий, всього 500 нм і легко проникний. Речовини, які не мають небезпеки, стають небезпечними для здоров'я при диспергуванні. Одним із прикладів є «цинкова» лихоманка, яка утворюється при згоранні цинку, після чого вдихаються аерозолі оксиду цинку. Після потрапляння наночастинок в організм, починають розвиватися різні захворювання. Як правило в клітини і тканини нашого організму потрапляють частинки розміром менше 20-30 нм, після чого відбувається накопичення наночастинок в ядрі і цитоплазмі клітин, далі відбувається порушення захисних систем клітин. Як правило, наночастинки потрапляють в організм через дихальні шляхи. Так, людиною щодоби через свої легені пропускається близько 20 м^3 повітря разом з наночастинками, що містяться в атмосферному повітрі [7]. Величезна шкода здоров'ю відбувається після вдихання наночастинок вуглецю, які зазвичай утворюються при недостатньо повному спалювання

дизельного або іншого палива в моторних двигунах, на електростанціях і особливо в процесі куріння [8-11]. Механізми захисту легеневої системи людини не може повністю впоратися з вуглецевою пилом, і вона досить легко і швидко надходить в легеневу систему організму людини, а від туди нанометрові частинки вуглецю розносяться через кров'яну систему по всьому організму [12, 13]. Як вивести наночастинки з організму поки невідомо, проте наночастинки можуть проявитися після 40 і більше років [14].

Деструктивність наноматеріалів для організму людини не закінчується на гострих респіраторних патологіях легенів. Виявлено канцерогенну дію широко використовуваних азбестових волокон в будівельних матеріалах, які можуть спровокувати злоякісні пухлини плеври і очеревини (силікоз). Після вдихання наночастинок оксиду берилію, відбувається поступовий розвиток захворювання легенево-бронхіальної системи, яке часто стає причиною смертельного результату (беріллоз).

Так хімічно інертний і безпечний полімер фторопласт, який використовується при виготовленні посуду може стати причиною різних патологій і смерті організмів. Показано, що розпилений в атмосферному шарі у вигляді наночастинок полімер фторопласт (діаметром 26 нм) при концентрації (60 мкг/м^3) може викликати смерть у щурів (викликає закупорку в легенях тварин). Було доведено, що фторопластовий нанопил є токсичнішим, ніж речовини нервово-паралітичної дії [15].

Також загрозу для здоров'я несе двоокис титану – барвник білого кольору, що традиційно вважається нетоксичним. У вигляді дрібної пудри він застосовується при виготовленні багатьох кремів від засмагання, оскільки здатний поглинати ультрафіолетове випромінювання. Дослідники виявили, що наночастинки діоксиду сприяють утворенню всередині клітини певних хімічних речовин, які захищають її при короткотривалому виділенні, однак при більш тривалому часу дії являють для клітини серйозну небезпеку переродження.

Як показують дослідження фахівців з Массачусетського технологічного інституту і Гарвардської школи громадської охорони здоров'я деякі наночастинки можуть впливати на ДНК людини [16].

Наночастинки, що додаються в продукти харчування, косметичні засоби і матеріали, які використовуються для виробництва одягу, при попаданні в організм, можуть накопичуватися в тканинах і вивільняти вільні радикали, що ушкоджують ДНК. Для дослідження цього ефекту вчені провели експерименти з п'ятьма наночастинками: срібла, діоксиду кремнію, а також оксидами цинку, заліза і церію. Як тканин для перевірки активності токсинів використовувалися лімфобластоїдні клітини крові людини і клітини яєчників китайських хом'яків.

За допомогою технології CometChip фахівці розглянули вплив наночастинок на два типи клітин, стандартно використовуваних для досліджень токсичності: людських кров'яних клітин лімфобластоїдів і клітин яєчника китайського хом'ячка.

Оксид цинку і срібла викликали найбільші пошкодження ДНК в обох клітинних лініях. Концентрація в 10 мг/л недостатньо висока, щоб убити всі клітини, але вона викликає велику кількість розривів в одноканковій ДНК. Діоксид кремнію, який зазвичай додається при виробництві харчових продуктів та медикаментів, викликав досить незначні пошкодження ДНК, як і оксиди заліза і церію.

Для того щоб визначити, як саме наночастинки оксидів металу впливають на людський організм в цілому, необхідні додаткові дослідження. Вчені впевнені, що ефект залежить від дози, а значить, необхідно з'ясувати, при якій концентрації негативні наслідки починають проявлятися. Також вони вважають, що діти і ембріони більш потенційно схильні до ризику від контакту з наночастинками, так як їх клітини діляться частіше, роблячи їх більш уразливими до пошкоджень ДНК [17].

Детальна токсиколого-гігієнічна характеристика нових наноматеріалів – це складний процес, на які потрібні місяці і експерти, також дороге обладнання і багато лабораторних тварин. На рис. 1 показано число видів продуктів наноіндустрії. В Центрі Вілсона була створена база даних застосування наночастинок і споживчих товарів. Там перераховано 1628 продуктів, і в 383 з них використовуються наночастинки срібла. Одним з найбільш поширених елементів є титан – 179 позицій. Наночастинки можна знайти всюди, навіть в предметах особистої гігієни (зубній пасті, косметичці, поживних кремах), а також в харчових барвниках, добавках тощо [18].

Нанотехнології пропонують потенційні вигоди. Також був створений проект, щоб після розробки вивчити вплив на здоров'я людини і ризики, а також щоб ними управляти.

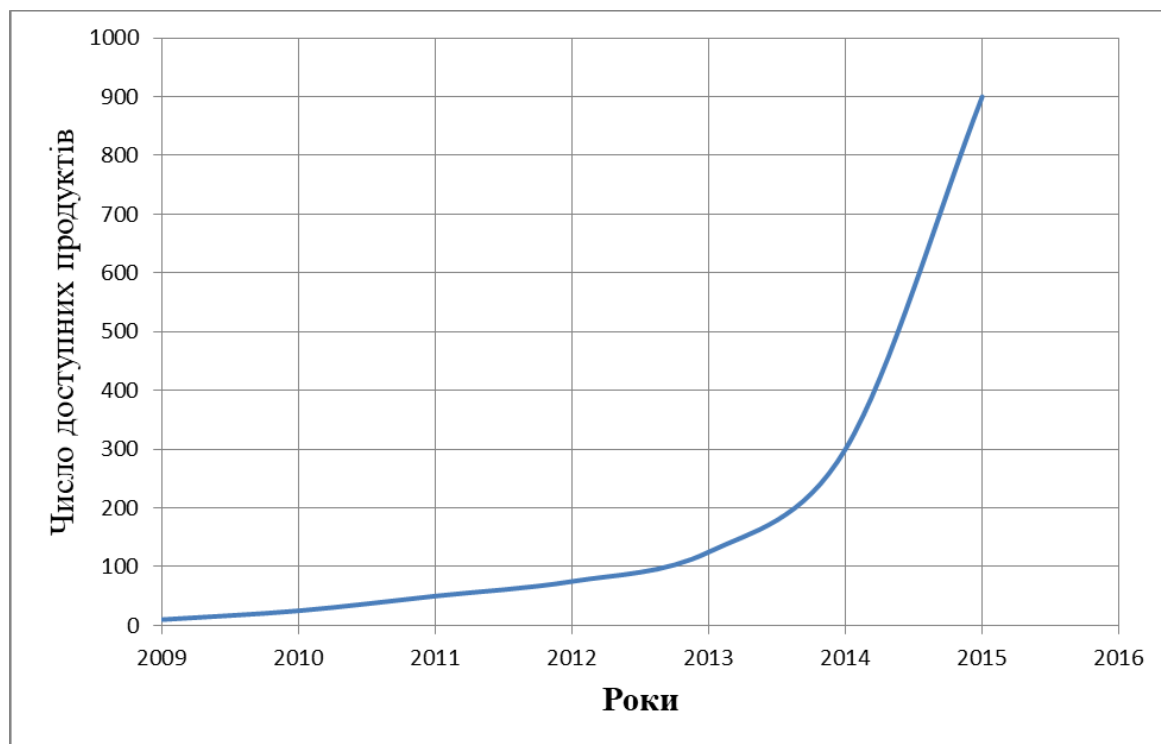


Рисунок 1 – Динаміка зростання кількості видів нанотехнологічної продукції в галузі харчових виробництв на українському ринку на 2009-2015 рр.

Висновки

Таким чином, широке застосування наноматеріалів в світі може призвести до найнепередбачуваніших наслідків. Прихильники нанотехнологій зобов'язані довести, що їхні товари або матеріали безпечні, перш ніж вводити в загальне користування. Для початку треба переконатися в їхній безпеці для людини і навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chaudhry Q. Food applications of nanotechnologies : An overview of opportunities and challenges for developing countries / Q. Chaudhry, L. Castle // Trends Food Sci Technol. – 2011. – Vol. 22. – P. 595-603.
2. Воздействие на человека наночастиц [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <https://it.rfei.ru/course/~4VxS/~egMi/~S2Q7GRQv>.
3. Нанотехнологии в быту [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <http://www.nanoware.ru/nanotexnologii-v-bytu.html>.
4. Влияние наночастиц на растения. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <http://livescience.ru/content/view/351/241/>.
5. Senturk Ah. Nanotechnology As A Food Perspective / Ah. Senturk, B. Yalcin, S. Otles // Journal of Nanomaterials & Molecular Nanotechnology. – 2013. – Vol. 2:6.
6. Ramachandraiah K. Nanotechnology in Meat Processing and Packaging : Potential Applications – A Review / K. Ramachandraiah, Gu Ha Sung, Bok Chin Koo // Asian Australas. J. Anim. Sci. – 2015. – Vol. 28. – P. 290-302.
7. Petica A. Colloidal silver solutions with antimicrobial properties / A. Petica, S. Gavrilu, M. Lungu, N. Buruntea, C. Panzaru // Materials science and engineering. – 2008. – Vol. 152. – P. 22.
8. Кобилянський О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 188 с.
9. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 108 с.
10. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник /

М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.

11. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.

12. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.

13. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : практикум / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, І. В. Заюков, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 99 с.

14. Raghupathi K. R. Size-Dependent Bacterial Growth Inhibition and Mechanism of Antibacterial Activity of Zinc Oxide Nanoparticles / K. R. Raghupathi // *Langmuir*, 2011. – Vol. 27 (7). – P. 4020-4028.

15. Окара А. И. Нанотехнологии в производстве пищевых продуктов : состояние нормативной базы и проблемы / А. И. Окара // *Вестник ХГАЭП*. – 2011. – № 1 (52). – С. 79-85.

16. Некоторые наночастицы, добавляемые в потребительские товары, могут нанести вред ДНК [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <https://www.vesti.ru/doc.html?id=1465122&cid=2161>.

17. Наночастицы могут убить человека [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <https://vz.ru/society/2008/2/14/145100.html>.

18. Kittler S. Toxicity of Silver Nanoparticles Increases during Storage Because of Slow Dissolution under Release of Silver Ions / S. Kittler, C. Greulich, J. Diendorf, M. Koller, M. Epple // *Chem. Mater.* – 2010. – Vol. 22 (16). – P. 4548-4554.

Козін Дмитро Олегович – студент групи ТТК-17мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dimakoua@gmail.com

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: berezyukoleg@i.ua

Kozin Dmytro O. – Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: dimakoua@gmail.com

Supervisor: **Bereziuk Oleg V.** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua

МІСЬКІ ПОЛІГОНИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ: АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано проблемні питання полігонів з утилізації побутових відходів (сміттєзвалищ). Представлений характерний склад фільтрату полігонів.

Ключові слова: полігон, тверді комунальні відходи, навколишнє середовище.

Abstract

The problem issues of waste disposal landfills (landfills) have been analyzed. The characteristic composition of the landfill filtrate is presented.

Keywords: landfill, municipal solid waste, environment.

Поряд із проблемою твердих промислових відходів [1-4], актуальними є питання вторинного використання, переробки й знешкодження твердих побутових відходів (ТПВ), які потребують вкладення значних коштів, а традиційний метод складування сміття на звалищах стає малоефективним і небезпечним для навколишнього середовища. Варто зазначити, що площа звалищ в Україні перевищує площу природних заповідників (7% проти 4,5%). Щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, тому що полігонів для сміття недостатньо. Більшість існуючих полігонів уже вичерпали свій ресурс, а сміттєзвалища стали фактором антропогенного навантаження на навколишнє середовище. На кожного Українця зараз приходить більше як 750 тонн відходів. Щорічно утворюється від 670 до 770 млн. тонн, або 15-17 тонн відходів на душу населення.

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.

Найбільш розповсюдженими видами промислової переробки ТПВ є спалювання, ферментація, сортування та їх різні комбінації.

На сьогоднішній день у багатьох населених, особливо густонаселених, пунктах найбільш поширеним методом поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є їхнє складування на полігонах [5]. Тому умови утримання даних територій і поховань є актуальною проблемою.

Мало хто замислюється про те, що основні витрати на утримання полігонів починаються тоді, коли складування відходів завершено. Звалище «живе» довгі роки, виділяючи фільтрат і гази. Розкладання органічної частини відходів з виділенням газів триває майже три чверті століття. Виділення газів з товщі відходів, яке починається практично відразу після складування, досягає максимуму через 25-30 років, після чого виділення газу триває ще близько 50 років [6-10].

В роботі [11] при визначенні окремих показників токсичності відходів встановлено, що суміш ТПВ з вмістом полімерів, гуми, текстилю, деревини, заліза, алюмінію під час горіння виділяє небезпечні сполуки, які перевищують граничнодопустимі концентрації та згубно впливають на живі організми.

Таким чином, подібні поховання є найпотужнішими джерелами забруднення навколишнього середовища [12-15]. Вплив полігону супроводжується зміщенням екологічної рівноваги в бік переважання експлорентних організмів, розмноженням синантропних тварин, патогенними мікроорганізмами [16-20].

Для хоча б часткової нейтралізації негативного впливу на навколишнє середовище полігони повинні бути обладнані стійкою гідроізоляцією, а також системою збору та знешкодження фільтрату, що виділяється з відходів. У деяких європейських країнах на полігонах монтують системи збору метану, який потім спалюють у факелі або на енергетичній установці в якості палива, в залежності від концентрації метану. Подібні системи вимагають значних витрат як при спорудженні, так і при експлуатації.

При улаштуванні полігону ТПВ необхідно враховувати вартість землі, відведених під полігони і надовго виведених з господарського використання, а так само вартість протипожежних заходів, облаштування звалищ після їх закриття, контролю стану цих об'єктів. Його водозбірні і водовідвідні

системи повинні перебувати в належному робочому стані. Площа полігону повинна постійно рекультивуватися. Не менш важливим фактором є негативний вплив звалищних мас на природу і людину. При цьому слід пам'ятати, що контроль дотримання вимог природоохоронного законодавства посилюється [21], а «правильне» поховання відходів вимагає значних витрат.

Незважаючи на дотримання всіх положень створення полігону, він може представляти санітарно-епідеміологічну небезпеку.

Проведені дослідження з проблеми утилізації ТПВ виявили, що основні хімічні показники фільтрату полігонів ТПВ перевищують гранично допустимі в десятки і навіть тисячі разів, про що свідчать дані, наведені в табл. 1 [22].

Серед газів, що виділяються багато мають сильний специфічний неприємний запах (сірководень, меркаптани, аміак, леткі аміни). Найбільш значимим виділення метану, що не має запаху, а його «парниковий» вплив в 30 разів вище, ніж вуглекислого газу. У зв'язку з виділенням метану та інших горючих газів звалища становлять значну пожежну небезпеку. Скупчення метану досягає промислових значень.

Таблиця 1

Типовий склад фільтрату полігонів ТПВ [22]

Показники	Вміст у фільтраті, мг/л	ГДК, мг/л	Ступінь перевищення ГДК
1. Мутність	330	23	14,3
2. ГПК (мг O ₂ / л)	+1694	30	56,5
3. БПК (мг O ₂ / л)	1450	6,0	241,6
4. Хлориди	+1278	350	3,6
5. Сульфати	956	500	1,9
6. Феноли	4,2	0,001	4200
7. Нафтопродукти	256	0,3	853,3
8. Азот амонію	625	1,0	625,0
9. Залізо	10	0,3	30,3
10. Свинець	0,17	0,01	17,0
11. Хром VI	0,21	0,05	4,2
12. Нікель	1,16	0,02	58,0
13. Бор	22,0	0,5	44,0

На початок 2013 року в Україні кількість перевантажених сміттєзвалищ складає 334 од. (5%), а 878 од. (13%) – не відповідають нормам екологічної безпеки. Неналежним чином проводиться робота з паспортизації, рекультивації та санації сміттєзвалищ. З 2715 сміттєзвалищ, які потребують паспортизації, у 2012 році фактично паспортизовано 587 од. (потребує паспортизації 32% сміттєзвалищ від їх загальної кількості).

Найбільша кількість полігонів, які потребують паспортизації, у Запорізькій області – 84 % від загальної кількості полігонів в області. З 750 сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 182 од. (8% потребує рекультивації). З 455 сміттєзвалищ, які потребують санації, фактично сановано 63 од. (6% потребує санації). Найбільша кількість полігонів, які потребують рекультивації, у Запорізької області – 84 % від загальної кількості полігонів в області та Івано-Франківській області – 30 %.

Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 671 одиниць. Найбільша потреба у будівництві нових полігонів у Запорізькій області – 58 одиниць та у Дніпропетровській області – 57 одиниць.

Через неналежну систему поводження з ТПВ в населених пунктах, як правило у приватному секторі, щорічно виявляється близько 32 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу понад 1 тис. га. Практично всі виявлені у 2012 році несанкціоновані звалища були ліквідовані [23].

Так, наприклад, в величезних містах з широкими можливостями на сьогоднішній день в кращому випадку переробляється лише 1/8 частина всіх утворюваних ТПВ.

Таким чином, збільшення обсягів переробки твердих побутових відходів є нагальною потребою і для наших населених пунктів, а організація переробки відходів ускладнюється цілим рядом факторів. Серед яких особливе значення мають: відсутність роздільного збору та наявність вільних територій для захоронення відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальський В. П. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах / В. П. Ковальський, О. С. Сідлак // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014. – № 1 (16). – С. 35-40.
2. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне : Видавництво НУВГІП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
3. Лемешев М. С., Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М. С. Лемешев, А. В. Христич // Инновационное развитие территорий: Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 2016 г. – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
4. Лемешев М. С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha : Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
5. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2(10). – С. 64-66.
6. Березюк О. В. Виявлення параметрів впливу на питомий об'єм видобування звалищного газу / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 3. – С. 20-23.
7. Березюк О. В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 6. – С. 21-24.
8. Березюк О. В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 2. – С. 39-42.
9. Березюк О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново : Научный мир, 2015. – Выпуск 1 (1). Том 5. Технические науки. Физика и математика. – С. 48-51.
10. Березюк О. В. Моделирование состава биогаза при анаэробном разложении твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 4 (10). – С. 44-47.
11. Попович В. В. Еколого-техногенна небезпека сміттєзвалищ та наукові основи фітомеліоративних заходів їх виведення з експлуатації : дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / В. В. Попович. – К., 2017. – 530 с.
12. Березюк О. В. Моделювання питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами / О. В. Березюк // Комунальне господарство міст. Серія: безпека життєдіяльності людини – освіта, наука, практика. – 2015. – № 1 (120). – С. 240-242.
13. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі питомих енерговитрат очищення ґрунтів полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами / О. В. Березюк // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». – Львів : ЛДУ БЖД, 2015. – С. 185-187.
14. Березюк О. В. Визначення енерговитрат на очищення ґрунтів навколо полігонів твердих побутових відходів від забруднення важкими металами / О. В. 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. 13-15.
15. Березюк О. В. Определение затрат на очистку зоны загрязнения тяжелыми металлами грунтов близлежащих к полигонам твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Роль бизнеса и власти в развитии агропромышленного комплекса : материалы XV Международной научно-практической конференции. Барнаул, 14-15 сентября 2016 г. / Алтайская лаборатория СибНИИЭСХ СФНЦА РАН; под науч. ред. проф. Г.М. Гриценко. – Барнаул : Алтайский дом печати, 2016. – С. 79-82.
16. Microbial disinfection capacity of municipal solid waste (MSW) composting / I. Deportes, J.-L. Benoit-Guyod, D. Zmiron, M.-C. Bouvier // Journal of Applied Microbiology. – 1998. – No 85. – P. 238-246.
17. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 4. – С. 17-20.

18. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 1. – С. 29-33.

19. Березюк О. В. Порівняння динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час компостування / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку : V всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. студ., аспір. та молод. вчених, 10-20 лист. 2015 р. : матеріали конф. – Ірпінь : НУДПСУ, 2015. – С. 218-220.

20. Березюк О. В. Побудова моделей залежності концентрацій сапрофітних бактерій у ґрунті від відстані до полігону захоронення твердих побутових відходів / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – № 1. – С. 36-39.

21. Березюк О. В. Законодавство України у сфері поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, О. В. Христюк // Materials of the XI International scientific and practical conference «Science without borders». – Sheffield, England : Science and education LTD, 2015. – Volume 20. Ecology. Construction and architecture. Agriculture. – P. 3-4.

22. Курманова, Д. Д. Оценка экологического состояния земельных участков под полигонами твердых коммунальных отходов / Д. Д. Курманов, О. Н. Долматова // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник статей в 3 книгах. – 2016. – С. 387-389.

23. Березюк О. В. Сучасний стан поводження з твердими побутовими відходами в Україні / О. В. Березюк, Ю. О. Котляр // Електронне наукове видання матеріалів XLVI регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2537/2644>.

Альона Володимирівна Наконечна – студентка групи БМА-17мн, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ram13b.nakonechna@gmail.com.

Науковий керівник: **Олег Володимирович Березюк** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [berezukoleg@i.ua](mailto:berezyukoleg@i.ua).

Alyona V. Nakonechnaya – student of the group BMA-17mn, Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ram13b.nakonechna@gmail.com.

Supervisor: **Oleg V. Berezyuk** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [berezukoleg@i.ua](mailto:berezyukoleg@i.ua).

КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті проаналізовано взаємозв'язок між утворенням твердих побутових та промислових відходів. Запропоновано отримання з промислових відходів Вінниччини гіпсового в'язучого β - модифікації та комплексного золоцементного, золофосфатного та металозолофосфатного в'язучого

Ключові слова: зола-винос; фосфогіпс; будівельні матеріали.

Abstract

The article analyzes the relationship between the formation of solid household and industrial waste. The proposed obtaining of industrial waste from Vinnitschyna gypsum binder β - modification and integrated zolocement, zolofosfatny and metallozolofofatny binder.

Keywords: fly ash; phosphogypsum; building materials.

Вступ

Проблемам утворення та раціонального використання відходів, як складової ресурсозбереження та екологізації виробництва, присвячено багато наукових праць [1-6]. Однак недостатність досліджень даної проблематики в Україні, викликає низку проблем у сфері використання промислових та твердих побутових відходів (ТПВ), обумовлює необхідність подальших досліджень в цьому напрямі.

Між існуванням відносно невеликої маси ТПВ та значною масою промислових відходів існує прямий зв'язок. Адже промислові відходи утворюються на перших стадіях отримання сировини, яка в подальшому використовується для виробництва тих чи інших виробів, споживчих товарів та продуктів споживання [7]. Виготовлені товари після нетривалого часу користування ними стають відходами споживання.

Необхідно відмітити, що на виробництво сировини для майбутніх споживчих товарів витрачається велика кількість енергії, а енергетика, в свою чергу, – один з головних продуцентів промислових відходів. Підраховано, що кожній тонні ТПВ відповідають п'ять тонн промислових відходів на стадії виготовлення продукції і двадцять тонн – на стадії отримання первинних ресурсів з надр [8].

Згідно з останніми даними екологів, Україна лідирує в Європі за кількістю відходів. Показники утворення й нагромадження відходів в Україні свідчать про загрозливу екологічну ситуацію в державі. За даними Міністерство екології та природних ресурсів України в нашій державі нагромаджено близько 35-36 млрд. тонн відходів, які займають 7% території, а це більш як 50 тис. т/км² заваленні сміттям. З цих 35 млрд. тонн близько 2,6 млрд. тонн є високотоксичними відходами. Варто відзначити, що площа звалищ в нашій країні перевищує площу природних заповідників (7% проти 4,5%). Щороку в країні створюється 12 тисяч незаконних сміттєзвалищ, оскільки полігонів для сміття недостатньо [9]. Більшість існуючих полігонів уже вичерпали свій ресурс, а сміттєві звалища стали фактором антропогенного навантаження на навколишнє середовище. На кожного Українця зараз приходить більше як 750 тонн відходів. Щорічно утворюється від 670 до 770 млн. тонн, або 15-17 тонн відходів на душу населення.

Результати дослідження

Наукові дослідження, які проводяться у ВНТУ спрямовані на комплексну переробку фосфогіпсових відходів, золи-винос, металевих шлаків та твердих побутових відходів Метою даних досліджень є розробка нової безвідходної технології переробки промислових відходів з подальшим отриманням гіпсового в'язучого β - модифікації і нового різновиду комплексного золоцементного, металофосфатного та металозолофосфатного в'язучого (МЗФВ). Паралельно проводяться

дослідження з переробки твердих побутових відходів, з подальшим одержанням біопалива, органічних добрив та полімербетонів.

Вивчення та дослідження технологій переробки фосфогіпсових, залізовміщуючих дисперсних відходів та золи винесення відноситься до вирішення важливих народногосподарських завдань. Для України проблема переробки таких шкідливих відходів є актуальною у зв'язку із загостренням екологічної ситуації для окремих її регіонів. У Вінницькій області на території колишнього ВО "Хімпром" накопичено близько 800 тис. тон шкідливих хімічних відходів - фосфогіпсів. Другим шкідливим продуктом виробничої діяльності регіону є накопичення золо-шлакових відходів на Ладизинській ТЕС і теперішня їх кількість дорівнює біля 20661 тис. тон. На підприємствах металообробних виробництв регіону накопичено близько 300 тис тон дисперсних металевих відходів – металеві шлами [10].

Перепоною для повномасштабного використання техногенних промислових відходів в галузі будівельних матеріалів є наявність у їх складі природних радіонуклідів. За результатами проведених аналітичних досліджень встановлено, що сумарна питома активність для фосфогіпсу складає 56,9 Бк/кг, золи-винос – 284 Бк/кг, червоного шламу – 450 Бк/кг. Тому можна стверджувати, що використання таких відходів у виробництві будівельних виробів можливе без всяких обмежень.

Аналіз наукових досліджень і практичний досвід використання золи-винос, вказує на економічну доцільність використання відходів ТЕС при виробництві цементу та інших будівельних матеріалів [11]. Основні складові золи-винос - SiO_2 , Al_2O_3 перебувають переважно у вигляді скловидних фаз, тому їх можна вважати інертними компонентами. Кількість SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO суттєво впливає на основні фізико-хімічні властивості золи виносу. В таблиці 1 приведено хімічний склад золи винос.

Таблиця 1

Хімічний склад золи-винос

Вміст оксидів	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	П.П.
Золошлаки Ладизинської ТЕС	49,26	23,00	19,35	3,53	1,79	2,11	0,40	0,10	1,40
Золи-винос Ладизинської ТЕС	52,1	23,1	15,6	3,16	1,08	0,4	1,2	0,57	0,7
Золи-винос США	34-48	17-31	6-26	1-10	0,5-2	(Na ₂ O+K ₂ O) в перерахунку на Na ₂ O не має перевищувати 1,5 %		0,2-4	1,5-2

Однією з негативних характеристик зольних відходів з різних регіонів країни є широкий спектр коливання кількості її хімічних складових. На сьогодні це є також однією із практичних перешкод, які ускладнюють широке використання золи-виносу у виробництві будівельних матеріалів. Хоча варто відмітити, що інтервалам зміни складу більшості зол (як України, так і світі) характерна якісна схожість (див. табл. 1). Цей висновок дозволяє синтезувати і використовувати наукові здобутки інших вчених для розв'язання важливих наукових завдань.

В роботах [11-12] авторами встановлено, що активність золи зростає із збільшенням вмісту SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Руйнування скловидної оболонки відкриває доступ до реакційно здатних складових компонентів, проявляється найважливіша її властивість – здатність реагувати з гідроксидом кальцію Ca(OH)_2 , який виділяється при гідратації цементу.

Фосфогіпсові відходи є побічним продуктом при виробництві фосфорної кислоти екстракційним способом. В залежності від температурно-концентраційних умов розкладання фосфатної сировини тверда фаза сульфату кальцію може бути представлена однією з трьох форм: дигідратом, напівгидратом або ангідритом.

За хімічним складом (табл.2) фосфогіпсові відходи можна віднести до гіпсової сировини, оскільки вони на 80-95% складаються з сульфату кальцію. Однак, в силу особливостей їх отримання, мають місце ряд негативних властивостей: підвищена вологість, наявність кислих залишків.

Промивання фосфогіпсу водою дозволяє вимити шкідливі водорозчинні домішки і таким шляхом отримати із фосфогіпсу очищену сировину для виробництва гіпсового в'язучого. Для цих цілей потрібно, як мінімум чотири кратний по відношенню до фосфогіпсу об'єм води [12]. Зливати промивні кислі води шкідливо для довкілля, а для того, щоб їх нейтралізувати і очистити з метою повторного використання потрібні великі матеріальні витрати.

Хімічний склад відходів Вінницького ВО “Хімпром”

Основні компоненти	Вміст, % по масі	
	Фосфогіпс-дигідрат	фосфогіпс-ангідрит
P ₂ O ₃ (загальне)	0,5 - 1,5	1,2-2,15
P ₂ O ₃ (водорозчинне)	0,1-0,7	0,5 -1,6
CaO	22-23	31-33
SO ₄	38-39	52-56
R ₂ O ₃ .(R=Fe+Al)	0,1-0,3	0,2-0,5
F	0,1-0,2	0,9-1,2
Вода гігроскопічна	21-29	18-22
Вода кристалогідратна	19-21	0,7 -1,2

В результаті проведених досліджень, авторами в роботі [13] встановлено оптимальне співвідношення між масою фосфогіпсу і масою води, яке дорівнює 1. При зменшенні кількості фосфогіпсу, утворюються водні розчини кислоти малої концентрації 0,5-1%.. Така концентрація кислоти є недостатньою для хімічної активації зольної складової. Одним із способів підвищення концентрації кислоти під час відмивання фосфогіпсу є використання дефлокуючих хімічних добавок, які сприятимуть розчепленню і руйнуванню флокул і псевдочастинок твердих відходів. В роботі [14]. авторами лабораторними методами досліджень встановлено оптимальну концентрацію дефлокуючих добавок для відмивання фосфогіпсу.

В роботах [15-17] авторами досліджено використання кислих стоків фосфогіпсу для хімічної та механо-хімічної активації золи винос. Комплексний метод механо-хімічної активації золи винос передбачає руйнування поверхні склоподібної оболонки частинок шляхом використання кислотних залишків та . застосування механічного перемішування золофосфогіпсової суміші у прохідному змішувачі. Такий метод сприяє більш повній руйнації скловидних оболонок золи-винос (ЗВ). Рентгенофазові дослідження цементних і золоцементних зразків вказують на наявність у їх складі негідратованих клінкерних мінералів C₃S – лінії з міжплощинними відстанями, d/n = 3,02; 2,77; 2,75 2,18; 1,76; 1,45 Å і C₂S - лінії з d/n = 2,77; 2,18; 1,97 1,76; 1,45 Å ; Ca(OH)₂ - лінії з d/n = 4,90; 3,10; 2,62 1,92 Å; CaCO₃ - лінії з d/n = 1,82 Å; кварцу - лінії d/n = 3,34 Å. Крім того, відзначаються лінії, характерні для гідратних новоутворень – низькоосновних гідросилікатів кальцію (CSH) - d/n = 3,08 Å. В золоцементних зразках з добавкою активізованої золи (30% мас.) з'являються комплексні алюміній-залізогогіросульфатні сполуки кальцію, для яких характерні лінії з d/n = 2,45; 3,07; 4,22; 7,62 Å. Наявність таких новоутворень у складі золоцементних зразків можна пояснити тим, що під час хімічної активації золи-виносу утворюються сульфати алюмінію та заліза. Рентгенофазові дослідження, диференційно-термічні аналізи (ДТА) і хімічні реакції підтвердили наявність таких солей і можливість їхньої участі у процесах гідратаційного тверднення цементу.

Використання комплексної технології механо-хімічної активації призводить до зменшення витрат на 20 – 30 % мас у складі будівельних сумішей портландцементу при збереженні заданих фізико-механічних характеристик зразків. Модифікована зола-винос в системі в'язуче-техногенні компоненти є поліфункціональною складовою, яка одночасно є активною мінеральною добавкою і заповнювачем.

Висновки

В процесі механохімічної активації золи-винос, встановлено що, вона набуває поліфункціональних властивостей – з однієї сторони вона може виконувати функцію активної мінеральної добавки, з іншої – наповнювача. За рахунок хімічної активації зольної складової суміші зростає міцність силікатної матриці бетонів, при одночасному скороченні витрати портландцементу. Використання золоцементних в'язучих також сприятиме вирішенню важливих екологічних і соціальних проблем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк О. В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.
2. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христич, О.В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha (Czech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
3. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на шляхи поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.
4. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
5. Березюк О. В. Визначення регресійних залежностей витрат на управління твердими побутовими відходами від рівня доходів населення / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 5. – С. 24-26.
6. Березюк О. Визначення регресійної залежності необхідної площі під обладнання для компостування твердих побутових відходів від його продуктивності / Олег Березюк, Михайло Лемешев // Инновационное развитие территорий: Материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф. (25–27 февраля 2014 г.) /// Отв. за вып. Е. В. Белановская. – Череповец: ЧГУ, 2014. – С. 55-58. ISBN 978–5–85341–615–4.
7. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – № 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
8. Березюк О. В., Лемешев М. С., Березюк Л. Л., Віштак І. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування // Вісник ВПІ. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
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. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
11. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2011. – №40. – С. 166-170.
12. Сердюк В. Р. Золцементне в'язуче 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.
13. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiály XI Międzynarodowej naukowo-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.
14. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінничини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково - практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – Ч. III. – С. 381.
15. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
16. Лемешев М. С. В'язуче на основі промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития „2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г. – Москва (Россия) : SWorld, 2017. – 6 с. – Режим доступа : <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-317/modern-construction-technologies-317/29547-317-027>.
17. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-417/modern-construction-technologies-417/29815-417-015>.

Лемешев Михайло Степанович – к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua.

Mikhail Lemeshev – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua.

ОХОРОНА ПРАЦІ ОПЕРАТОРА ЯК ОСНОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАПРАВНОЇ СТАНЦІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано використання основних положень роботи оператора заправної станції за для її безпечного функціонування.

Ключові слова: заправна станція, охорона праці, небезпека.

Abstract

It is proposed to use the main provisions of the functionality of the gas station operator for its safe work.

Keywords: gas station, occupational safety, danger.

Вступ

Автозаправні станції є об'єктами підвищеної небезпеки, тому питання охорони праці на такому виді підприємств постає під особливо гострим кутом. Охорона праці – це діюча на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Також визначення охорони праці можна трактувати як дозвіл на початок робіт підвищеної небезпеки, який необхідний організації чи підприємству, хто працює в будівництві. Загальний нагляд за додержанням норм охорони праці покладено на прокуратуру, спеціальний — на професійні спілки. Контроль за безпекою праці здійснюють також державні й відомчі спеціалізовані інспекції.

Основна частина

Працівники АЗС, в процесі своєї професійної діяльності регулярно контактують з горючими речовинами. Тому дотримання вимог техніки безпеки на АЗС обов'язкове. Умови праці на автозаправних станціях будуть безпечними тільки в тому випадку, якщо співробітники, що працюють на АЗС, дотримуються всіх правил технічної експлуатації автозаправного устаткування і вимоги техніки безпеки на АЗС. До початку роботи безпосередньо на робочому місці оператор повинен пройти первинний інструктаж з безпечних прийомів виконання робіт.

Всі працівники автозаправної станції повинні проходити інструктаж з техніки безпеки на АЗС, протипожежної безпеки і виробничої санітарії. Співробітники автозаправної станції які не пройшли перевірку знань, не допускаються до роботи на АЗС. Також заборонено допускати до роботи на АЗС працівників, які порушують вимоги техніки безпеки, які не дотримуються правил охорони праці і пожежної безпеки. Забороняється використання жіночої праці на роботах з заправкою етилованим бензином.

Співробітники автозаправної станції повинні працювати строго в спецодязі, передбаченої їм подовгу роботи. Перед початком роботи працівники АЗС повинні перевірити працездатність усього технологічного обладнання, а також наявність первинних засобів пожежогасіння.

Злив нафтопродуктів здійснюється тільки після того, як працівники АЗС звільняють виїзд для автотранспорту. Всі резервуари АЗС, куди здійснюється злив нафтопродуктів, повинні бути в справному стані.

Заборонено проводити заправку автотранспорту, поки проводиться злив нафтопродуктів з цистерн автозаправних машин в резервуари.

Вимоги техніки безпеки, яких необхідно дотримуватися в процесі заправки автомобілів:

- Мінімально допустима відстань між заправляємим автомобілем і наступним по черзі на заправку автомобілем повинна становити 3 метри. Всі наступні автомобілі повинні розміщуватися не менше 1 метра один від одного.

- Заправка автомобіля працівником АЗС здійснюється лише в присутності водія і обов'язково при заглушеному двигуні.

- Розлитий бензин акуратно протирається, або засипається піском.

Допускається лише односторонній рух автотранспорту по території автозаправної станції. В'їзд на АЗС і виїзд з нього здійснюється окремо.

Аварійною ситуацією на АЗС слід вважати:

- загоряння АЗС;
- несправність в електрообладнанні;
- витоку нафтопродукту з паливороздавальної колонки, резервуара;
- загазованість (понад 100 мг / м³) в будівлі АЗС;
- протоку і перелив при прийомі нафтопродуктів.

У всіх аварійних ситуаціях слід негайно відключити загальний рубильник і припинити заправку автомашин.

При виникненні пожежі необхідно викликати пожежну команду і приступити до гасіння пожежі наявними засобами, залучаючи на допомогу водіїв транспорту, повідомити диспетчеру нафтобази.

Не допускається проводити ремонт електрообладнання. У разі несправності електрообладнання слід викликати електрослюсаря.

Відключити паливороздавальну колонку при виявленні з неї витоку нафтопродукту, викликати фахівців для ремонту.

При виявленні витоку нафтопродукту в резервуарі викликати аварійну службу, звільнити територію АЗС від автомашин, повідомити керівництву організації, зробити запис в журналі прийому і здачі зміни.

У разі виявлення загазованості в приміщенні АЗС необхідно провітрити приміщення природною вентиляцією (відкрити двері, вікна), визначити джерело підвищеної загазованості, повідомити керівництву організації, зробити запис в журналі приймання та здавання змін.

При протоці (переливе) нафтопродуктів припинити всі технологічні операції, звільнити територію АЗС від автомашин, видалити пролита нафтопродукт, місце протоки засипати піском.

При неможливості ліквідувати аварійну ситуацію своїми силами повідомити керівництву організації і викликати аварійну службу.

Висновки

Враховуючи вищевикладене, можна зробити наступні висновки. Лише дотримуючись усіх вимог техніки безпеки на АЗС можна гарантувати абсолютну безпеку для працівників АЗС, так і для її клієнтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронна бібліотека Вікіпедія [Електронний ресурс] Охорона праці - Вікіпедія - [Режим доступу] http://uk.wikipedia.org/wiki/Охорона_праці.

2. Техніка безпеки на АЗС [Електронний ресурс] Техніка безпеки – Охрана праці - [Режим доступу] http://ohranatrpaci21.ua/tehnika_bezpeky_na_azs/?ua:113888

Булига Андрій Ігорович – студент групи 1АВ-14б, факультет комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: anbulyga@gmail.com

Дембіцька Софія Віталіївна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри БЖД, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Дембіцька Софія Віталіївна** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри БЖД, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Bulyha Andrii I. - student group 1AV-14b, faculty of computer control systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: anbulyga@gmail.com.

Dembitska Sophia V. - candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of BZHD, Vinnitsa National Technical University.

Scientific supervisor: **Dembitska Sophia V.** - candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of BZHD, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsya.

СТАН ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В КИТАЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі описано стан поводження з твердими побутовими відходами в Китаї. Отримано теоретичну поширеність роздільного збирання твердих побутових відходів у Китаї.

Ключові слова: роздільне збирання, тверді побутові відходи, переробка.

Abstract

This paper describes the state of solid domestic wastes management in China. The theoretical prevalence of separate collection of solid domestic wastes in China is obtained.

Keywords: separate collection, solid domestic wastes, processing.

Згідно даних Всесвітнього банку, ринок послуг з переробки відходів набуває глобальних масштабів. Активно розвивається зовнішня торгівля. Найбільшим імпортером відходів для вторинної переробки є Китай. На його прикладі спостерігається залежність цін в одному регіоні від попиту на сировину в іншому. Так, ціна продажу тонни макулатури в Нью-Йорку часто розраховується виходячи із ціни купівлі в Китаї [1].

За даними Всесвітнього банку на 2012 р., 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 [2].

У табл. 2 зведені дані, що відображають усереднений склад твердих побутових відходів (ТПВ) (особливо придатних для вторинної переробки), що утворюються в Китаї [3]

Таблиця 2

Склад твердих побутових відходів у Китаї, % [3]

Населення, що користується	Відходи органічного походження	Папір (картон)	Пластмаси	Стекло	Метали	Інше
вугіллям	65	9	13	2	1	10
газом	41	5	4	2	1	47

Згідно із прогнозом Всесвітнього банку, до 2025 р. приріст обсягу виробництва ТПВ на душу населення в Китаї прогнозується на рівні 66 %.

В статтях [4, 5] наведено математичну модель прогнозування поширеності диференційованого (роздільного) збирання ТПВ в різних країнах, підставивши в яку значення факторів для Китаю (густота населення $n_n/S_{кр} = 143,7$ осіб/км², ВВП на душу населення $ВВП/n_n = 9,38$ тис. \$/осіб; індекс розвитку людського потенціалу $ІРЛП = 0,738$), отримаємо теоретичну поширеність роздільного збирання ТПВ у Китаї:

$$\begin{aligned}
 & \Pi_{сорт}^{ТПВ} \left(\frac{n_n}{S_{кр}}; \frac{ВВП}{n_n}; ІРЛП \right) = \Pi_{сорт}^{ТПВ} (143,7; 9,38; 0,738) = 2,394 \cdot 143,7 - 6,91 \cdot 9,38 + 113,7 \cdot 0,738 - \\
 & - 0,009522 \cdot 143,7 \cdot 9,38 - 1,348 \cdot 143,7 \cdot 0,738 + 7,083 \cdot 9,38 \cdot 0,738 - 0,002116 \cdot 143,7^2 + \\
 & + 487,3 \cdot 0,738^2 - 471,71 = 6,34 \%.
 \end{aligned}$$

Як правило, країни з низьким рівнем доходу використовують в основному поховання ТПВ на полігонах, оскільки це найбільш дешевий метод на відміну від вторинної переробки, на яку припадає 3-7 % від загального обсягу технологій поводження із ТПВ.

У Китаї раніше будували сміттєспалювальні заводи, описані в роботах [6-8], та коли вони зрозуміли, що в них бракує ресурсів, почали сортувати відходи.

Китай активно імпортує сміття. До 2008 р. він (включаючи Гонконг) ввозив пластикового сміття на суму понад 6 млрд. дол. (до 80 % усього ринку). В 2 рази більше, ніж пластикового сміття імпортуються металеві відходи, особливо мідь і алюміній [9], що надалі перетворюють у товари.

Наприклад, алюміній з автомобільного лому переплавляється й продається японським виробникам автомобілів, пластикові відходи можуть стати пластиковим «лісом», що використовується для спорудження прибудов житлових будинків [10]. Сучасні генератори здатні «переварити» більше 200 видів відходів.

Більша частина цих відходів (а вона містить більше 300 небезпечних для здоров'я речовин та матеріалів) сортується і переробляється на невеликих заводах, які взагалі не мають жодних очисних споруд. У 2012 році дохід Китаю, виручений за переробку сміття, склав 177,4 млрд. дол. Збиток, нанесений навколишньому середовищу, ніким не оцінювався [11].

Все відсортоване сміття надходить на спеціальні заводи з переробки вторинної сировини, поширеність якої змодельована в роботі [12]. 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» [13], 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 переробляються в екологічно чистий компост. Технологія компостування ТПВ детально описана в роботах [14-21]. Потім двірник удобрює ними зелені насадження у дворі. Крім того, за проїзд у пекінському метро можна заплатити порожніми пластиковими пляшками. Досить нагромадити приблизно двадцять використаних пляшок, а потім опустити їх в один з автоматів, розташованих на станціях метро й одержати безкоштовний квиток.

Значна частина населення Китаю використовує неопрацьовані та необроблені продукти. Але зростання добробуту й активне поширення супермаркетів будуть сприяти скороченню кількості біовідходів у сміттевому 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.

Але із прийняттям закону «Про сприяння рециркуляційній економіці» почалася боротьба зі сміттєвими полігонами. Сімдесят три 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. Генератори, установлені на ній, здатні переробити самі різні відходи, включаючи старі покривки, одяг, медичні й харчові відходи [22].

У Пекіні експлуатується станція брикетування легковагових алюмінієвих банок. Станція оснащена подаючим конвеєром і спеціальним пресом Н-80/70 продуктивністю 5 т/год [23].

Отже, незважаючи на активну переробку сміття, 65% китайських відходів виявляється на смітниках. Багато з них нелегальні й організовані не за нормами: сміття відокремлюють від землі тільки тонкі пластикові підкладки, місцями порвані. У результаті важкі метали й аміак проникають у ґрунтові води та у ґрунт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. What a waste. A Global Review of Solid Waste Management by World Bank. – Режим доступа : http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf.
2. 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.
3. Висванатхан С. Реализация концепции 3R в странах Восточной и Юго-Восточной Азии / С. Висванатхан, Т. Норбу // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 11. – С. 54-60.
4. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на частку диференційовано зібраних твердих побутових відходів / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – № 5. – С. 154-156.

5. Березюк О. В. Усовершенствование прогностической модели распространенности дифференцированного сбора твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Стратегические направления развития АПК стран СНГ : материалы XVI Международной научно-практической конференции. Барнаул, 27-28 февраля 2017 г. В трех томах. – Новосибирск : СФНЦА РАН, 2017. – Т. 1. – С. 193-195.
6. 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.
7. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. – № 2 (23). – С. 137-141.
8. Березюк О. В. Динаміка питомої кількості твердих побутових відходів, що спалюються в країнах ЄС / О. В. Березюк // Перспективні досягнення сучасних вчених: матеріали наукового симпозиуму, 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>.
9. Отходы в графиках и диаграммах – 3.0. Секретариат Базельской конвенции. – 2012. – С. 23–27. – Режим доступа : http://www.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/VitalWaste3_RUS.pdf.
10. Отходы производства и потребления : учеб.-метод. пособие / С. Ю. Огородникова, Т. Я. Ашихмина, И. М. Зарубина, Л. В. Кондакова, Е. В. Рябова. – Киров : Старая Вятка, 2012. – Режим доступа : http://www.herzenlib.ru/ludiim usor/doc2013_publications_0515_002.pdf.
11. Переробка відходів в розвинених країнах світу – Режим доступу : <http://www.biowatt.com.ua/analitika/pererobka-vidhodiv-v-rozvinenih-krayinah-svitu/>.
12. Березюк О. В. Моделирование распространенности повторного использования твердых бытовых отходов / О. В. Березюк // Сборник материалов международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016”, 27-29 апреля 2016 г. : в трех томах. – ФГБОУВО “Тюменский индустриальный университет”, 2016. – Том II. – С. 11-16.
13. Закон Китайской Народной Республики о содействии рециркуляционной экономике // Реформы и право. – 2010. – № 1. – С. 55-63.
14. Березюк О. В. Визначення регресійної залежності необхідної площі під обладнання для компостування твердих побутових відходів від його продуктивності / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Инновационное развитие территорий : Материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф., 25-27 февраля 2014 г. – Череповец : ЧГУ, 2014. – С. 55-58.
15. Березюк О. В. Возможность использования удобрений, полученных компостированием твердых бытовых отходов / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Стратегия научно-технологического развития сельского хозяйства и природопользования : взгляд в будущее : сборник материалов международной научно-практической конференции, 15-16 февраля 2017 г. – Екатеринбург : Уральский ГАУ, 2017. – Т. 2. Актуальные направления технологического, экономического и экологического развития сельского хозяйства. – С. 16-19.
16. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час літнього компостування / О. В. Березюк, С. М. Горбатюк, Л. Л. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 4. – С. 17-20.
17. Березюк О. В. Моделювання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
18. 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.
19. Березюк О. В. Порівняння динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час компостування / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Техногенно-екологічна безпека України : стан та перспективи розвитку», м. Ірпінь, 10-20 листопада 2015 р. – Ірпінь : НУДПСУ, 2015. – С. 218-220.
20. Березюк О. В. Компостування твердих побутових відходів як метод отримання добрив / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 5-7 квіт. 2017 р. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2017. – С. 12.

21. Березюк О. В. Отримання добрив методом компостування твердих побутових відходів / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Еколого-енергетичні проблеми сучасності : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів, м. Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса : ОНАХТ, 2017. – С. 15-17.

22. Как сортируют и перерабатывают мусор в Китае [Электронный ресурс] // Recycle : [офиц. сайт] 2014. – Режим доступа : <http://recyclemag.ru/article/kak-sortirujut-ipererabatyvajut-musor-v-kitae>.

23. Аболин А. А. Сортировка и прессование отходов на пяти континентах / А. А. Аболин // Твердые бытовые отходы. – 2011. – № 12. – С. 36-37.

Юй Чанхао – студент групи ТКт-14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: jxdxm19941@gmail.com.

Науковий керівник: **Олег Володимирович Березюк** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Yui Chankhao – student of the group TKt-14b, Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: jxdxm19941@gmail.com.

Supervisor: **Oleg V. Berezyuk** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua.

Комплексне золошлакове в'язуче для виготовлення будівельних виробів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведений аналітичний огляд використання промислових техногенних відходів золи – винос та червоного шламу для виготовлення будівельних виробів.

Встановлено, що використання золи-винос та червоного бокситового шламу у технологіях виробництва будівельних матеріалів, сприяє покращенню фізико-хімічних та реологічних властивостей бетонної суміші.

Ключові слова: зола-винос; червоний шлам; будівельні матеріали.

Abstract

An analytical review of the use of industrial man-made waste ash - removals and red mud for the manufacture of construction products was carried out in this work.

It was established that the use of fly ash and red bauxite slime in the technologies of building materials production improves the physico-chemical and rheological properties of the concrete mix.

Keywords: fly ash; . red mud; construction materials.

В населених пунктах України щорічно утворюються тверді побутові відходи об'ємом понад 46 млн. м³. За останніми даними спеціалістів наша держава лідирує серед Європейських країн за їх кількістю. Такі показники дають підстави стверджувати про небезпечну екологічну ситуацію в Україні, тому сьогодні гостро стоїть питання про утилізацію твердих побутових та промислових відходів [1-2].

Найбільшу кількість промислових відходів накопичують підприємства гірничодобувних, металургійних та теплоенергетичних галузей. Колосальне накопичення таких відходів порушує екологічну рівновагу в природі, є джерелом забруднення навколишнього середовища. Використання відходів підприємств даних галузей в будівельній індустрії дозволить вирішити ряд задач: екологічну (ліквідацію відходів виробництва), економічну (вартість розчинів, бетонів та виробів з вторинної сировини значно дешевша), та соціальну (збільшення будівництва житла та інших об'єктів, здешевлення матеріалів) [3].

Одним з найпоширеніших видів відходів Вінницької області є зола-винос (ЗВ) Ладизинської ТЕС, яка є дрібнодисперсним матеріалом, що складається з мілких частинок розмірами від декількох мікронів до 0,14 мм. Використання золи-винос як дрібнодисперсного заповнювача в бетонах та розчинах має позитивне значення. По перше: знижується середня густина будівельних виробів в порівнянні з виробами на природному піску. По друге бетонна суміш з використанням золи-винос добре формується і не розшаровується. По третє внаслідок гідравлічної активності золи зменшується термін теплової обробки та економиться 10-30 % цементу [4-5].

При згоранні вугілля на теплових електростанціях в Україні щорічно утворюється 7- 9 млн тонн золи-винос та шлаків. Основні складові золи-винос - SiO₂, Al₂O₃ перебувають переважно у вигляді скловидних фаз, тому їх можна вважати інертними компонентами. Кількість SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO суттєво впливає на основні фізико-хімічні властивості золи виносу. В таблиці 1 приведено хімічний склад золи винос Ладизинської ТЕС.

Таблиця 1

Хімічний склад золи-винос Ладизинської ТЕС

Вміст оксидів	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	П.П.
Ладизинської ТЕС	52,1	23,1	15,6	3,16	1,08	0,4	1,2	0,57	0,7
Золи-винос США	34-48	17-31	6-26	1-10	0,5-2	(Na ₂ O+K ₂ O) в перерахунку на Na ₂ O не перевищує 1,5 %		0,2-4	1,5-2

В роботах [6-7] авторами встановлено, що активність золи зростає із збільшенням вмісту SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Руйнування скловидної оболонки відкриває доступ до реакційно здатних складових компонентів, проявляється найважливіша її властивість – здатність реагувати з гідроксидом кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$, який виділяється при гідратації цементу.

Досвід вивчення цементнозольних бетонів свідчить про те, що заміщуючи частину цементу золою-винос, призводить до зниження водопотреби бетонної суміші. Використання золи, як активного мінерального компоненту, сприяє підвищенню хімічної стійкості цементних бетонів. Помірний вміст золи в суміші підвищує водонепроникність бетону, що обумовлено гідралічними властивостями золи, поліпшенням гранулометричного складу бетонної суміші і зменшенням відкритої пористості бетону [8-9]. Таким чином, із використанням золи-виносу, як активного мінерального компонента і заповнювача, дрібнозернистий щільний бетон буде мати кращі задані спеціальні властивості.

Іншим, не менш поширеним видом відходів є червоний шлам Миколаївського глиноземного заводу. Проблема утилізації бокситових шламів може вирішуватись шляхом їх комплексної переробки з послідовним отриманням цілого ряду цінних продуктів – чавуну, глинозему, цементу та луку [10-11]. Червоний шлам характеризується цінними фізико-хімічними властивостями, які дозволяють керувати фізико-механічними властивостями бетонів та розчинів. Характерними особливостями червоного шламу, як лужного мікронаповнювача є лужна реакція (рН приблизно 12) та дрібнодисперсна будова - 90 % частинок має радіус менше 10 мкм. Також, червоний шлам характеризується постійним хімічним складом по даним лабораторії МГЗ вміст оксидів в складі червоного шламу змінюється в таких межах наведених у табл.2 [11].

Таблиця 2

Вміст оксидів у складі червоного шламу

Оксиди	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	P_2O_5	V_2O_5	п.п.п.
масова частка оксидів, %	9,5 - 11,1	4,4- 5,6	17,0- 19,0	39,0- 43,0	7,6- 9,5	6,2- 6,9	0,2- 0,3	0,2- 0,25	7,9- 10,5

Комплексні дослідження шламу у складі золоцементного в'язучого не проводились, так як великий вміст оксидів заліза і малий оксидів кальцію не дозволяє використовувати його як основну сировину для в'язучого. Проте бокситовий шлам можна використовувати як модифікуючу добавку для золоцементного в'язучого, враховуючи його вплив на фізико-механічні властивості.

В роботах [12-13] за результатами рентгенівського аналізу та електронної мікроскопії встановлено, що в перехідній зоні «метал-цементне тісто» інтенсивно утворюється гідрооксид кальцію. У цементах, що містять підвищену кількість заліза, може бути присутнім двокальцієвий ферит, який в результаті гідратації дає двокальцієвий гідроферит $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Ця сполука в розчинах $\text{Ca}(\text{OH})_2$ переходить у $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ та $4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$. При цьому варто підкреслити, що три- і чотирикальцієві гідроалюмінати і гідроферити, утворюють тверді сполуки з загальними формулами: $3\text{CaO} \cdot (\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ і $4\text{CaO} \cdot (\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 13\text{H}_2\text{O}$.

Ефективність активації золи-виносу (ЗВ) пов'язана зі збільшенням міцності зчеплення цементного каменю із ЗВ. Загальним є підвищення ступеня ізотропності фізико-механічних характеристик золоцементного в'язучого на всіх етапах тверднення. Ці дані підтверджені результатами визначення експлуатаційних властивостей, з яких водопоглинання є важливою характеристикою, що пов'язана з пористістю бетону, його щільністю, а також з корозійно- та морозостійкістю. Водопоглинання бетонів на заповнювачах, активованих розчинами кислот, солей, лугів, зменшується в середньому на 18-21 %. Способи підвищення зчеплення елементів зони контакту бетону враховують геометрію, фізичну та хімічну природу заповнювача, специфіку утворення гідратів і мінеральної підкладки, особливості формування структури бетону на трьох ієрархічних рівнях [14-15].

Висновок. В результаті проведених аналітичних досліджень впливу комплексної активної мінеральної добавки (АМД), а саме бокситового шламу та золи-виносу, на фізико-механічні властивості композиційних в'язучих матеріалів встановлено, що активна мінеральна добавка комплексно впливає на фізико-механічні властивості в'язучого. Її використання дозволяє

коригувати пластичність в'язучого та строки тужавлення, водостійкість, щільність в'язучого, збільшувати міцність готових будівельних виробів з одночасним зменшенням витрат цементу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Березюк О. В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.
2. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на шляхи поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.
3. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.
4. Сердюк В. Р. Золощементне в'язуче для виготовлення ніздрюватих бетонів / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О. В. Христич // Сучасні технології матеріалів і конструкцій в будівництві. Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2011. – №1(10). – С. 57-61.
5. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.
6. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христич, О.В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vývoje vědy – 2015». – Praha (Czech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
7. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
8. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
9. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінниччини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково - практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – Ч. III. – С. 381.
10. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
11. Очеретний В. П. Активізація компонентів цементнозольних композицій лужними відходами глиноземного виробництва / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, М. П. Машницький // Вісник ВПІ. – 2006. – № 4. – С. 5-19.
12. Сердюк В.Р. Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетэла-м / В.Р.Сердюк М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №5. – С. 2 – 6
13. Лемешев М. С. В'язуче на основі промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г. – Москва (Россия) : SWorld, 2017. – 6 с. – Режим доступа : <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-317/modern-construction-technologies-317/29547-317-027>.
14. Лемешев М.С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М.С. Лемешев, А.В. Христич // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.). – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
15. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-417/modern-construction-technologies-417/29815-417-015>.

Постолатій Маріанна Олександрівна – студентка групи Б-17б, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця., e-mail: postolatiu@gmail.com.

Лемешев Михайло Степанович – к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua.

Marianna Postolatii student of group B-17b, faculty construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: postolatiu@gmail.com.

Mikhail Lemeshev – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua.

ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ПІДВІСУ З СХІДЧАСТИМИ ПОЗДОВЖНИМИ КАНАВКАМИ ПРИ РАДІАЛЬНОМУ ЗОВНІШНЬОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті розглянуто радіальну газову опору з поздовжніми канавками різної глибини, досліджується вплив східчастої форми канавок на характеристики (радіальну навантажувальну здатність, жорсткість та витрати газу) опори. З'ясувалося, що запропонована форма поздовжніх канавок радіальної газової опори, порівняно з опорою з канавками сталої глибини і оптимальними конструктивними параметрами, має більшу безрозмірну радіальну жорсткість (на 20%). Витрати газу через робочі зазори опор не залежать від профілю канавок.

Ключові слова: радіальна газова опора, східчасті канавки, радіальна жорсткість, навантажувальна здатність, витрати газу.

Abstract

In the article the radial gas bearing with longitudinal grooves of varying depths, investigated the impact of stepped form of grooves on the characteristics (radial load capacity, rigidity and gas consumption) of bearing. It turned out that the proposed form of longitudinal grooves radial gas bearing, compared with support of sustainable grooves depth and optimum design parameters has a higher dimensionless radial stiffness (20%). The gas flow through the working gap bearing is not dependent on the shape and profile grooves.

Keywords: radial gas bearing, stepped grooves, radial stiffness, load capacity, the cost of gas.

Вступ

Газові підвіси в шпindelних вузлах використовуються в сучасному вітчизняному на закордонному виробництві через здатність працювати відносно надійно при досить великій швидкості обертання валу та мають цілу низку переваг серед інших видів опор при незначних зовнішніх динамічних навантаженнях та зміні статичних в межах заданих параметрів.

Серед різного типу радіальних газових підвісів найбільш технологічними та простими за конструкцією є опори з поздовжніми канавками. Але вони мають відносно невелику навантажувальну здатність в радіальному напрямі порівняно з підвісами з зовнішніми дроселями: отвори малого діаметру, щілини для подачі стиснутого газу, пористі вставки.

Для підвищення характеристики підвісів з поздовжніми канавками необхідно зменшити колові перетікання газу з зони де мінімальний радіальний робочий зазор в сторону максимального. Конструктивно це можливо досягти використанням в підвісах східчастих поздовжніх канавок.

Результати досліджень

Метою роботи є дослідження характеристик радіального газового підвісу з поздовжніми канавками нанесеними на вал (рис. 1) із різним профілем східців (рис. 1 а, б).

Газ від джерела живлення (компресора) під тиском P_H подається в робочий зазор (рис. 1) і послідовно протікає через зони профільовані поздовжніми канавками глибиною σ та σ_L , гладеньку ділянку та витікає в навколишнє середовище. Якщо вал зміщується із співвісного з корпусом положення радіально на величину e (радіальний ексцентриситет), то опора (рис. 1) буде симетрична відносно площини, що проходить через точку O перпендикулярну осі z , і тому для визначення статичних характеристик (навантажувальна здатність та витрат газу) достатньо розглянути одну половину опори, а отримані результати подвоїти.

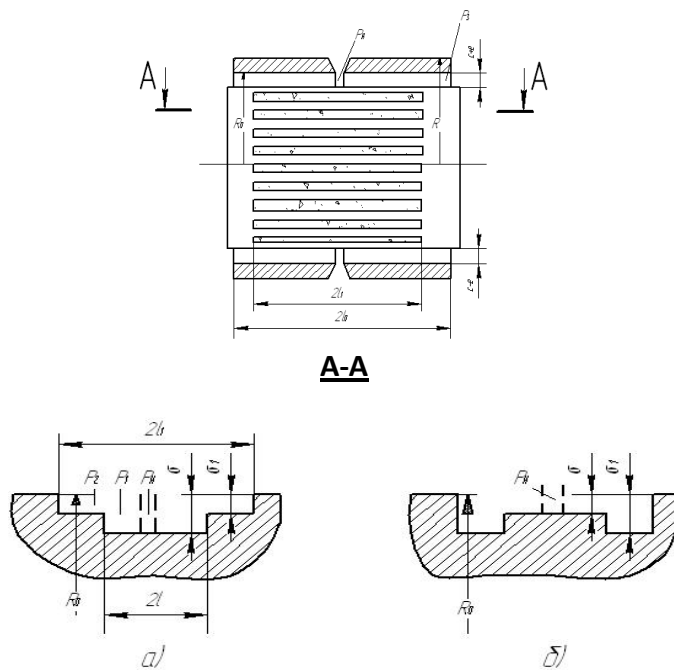


Рис. 1 Радіальний газовий підвіс зі східчастими а) та б) поздовжніми канавками

газу, що подається в робочий зазор; $P=p/p_a$ – безрозмірний тиск; $U=P^2$ – квадрат безрозмірного тиску; U_1, U_2, U_3 – квадрат безрозмірного тиску газу в профільованих (U_1, U_2) та гладенькій зоні (U_3) опори; $F=4p_a R_0^2 F^*$ – радіальна навантажувальна здатність опори; F^* – безрозмірна радіальна навантажувальна здатність опори; $K = \frac{4p_a R_0^2}{c} K_\varepsilon^*$ – радіальна жорсткість опори; $K_\varepsilon^* = \frac{dF^*}{d\varepsilon}$ – безрозмірна радіальна жорсткість; k – відношення густини газу до тиску при даній температурі шару; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості; $Q = \frac{\pi k p_a^2 c^2}{12\mu} Q^*$ – витрати газу; Q^* – безрозмірні витрати.

Безрозмірна навантажувальна здатність F^* радіальної газового підвісу зі східчастими поздовжніми канавками

$$F^* = \lambda \left(\int_0^{\alpha_1} d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_1} \cos \varphi d\varphi + \int_{\alpha_1}^1 d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_2} \cos \varphi d\varphi + \int_\alpha^1 d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_3} \cos \varphi d\varphi \right).$$

$$\text{Безрозмірні витрати газу } Q^* \text{ при } \varepsilon=0: Q^* = \frac{\tau(P_H^2 - 1)}{\lambda(\alpha_2 v^3 - \tau(1 - \alpha))}.$$

Розрахунки показали, що якщо глибина поздовжньої канавки на вході у робочий зазор менша, а збільшується глибина канавки при $0,4 \leq \alpha_1 \leq \alpha$, то безрозмірна радіальна жорсткість та навантажувальна здатність $F^* = \varepsilon \cdot K_\varepsilon^*$ починає зростати тільки при $v \geq 0,35$ (рис. 2, а), а якщо глибина поздовжніх канавок в напрямку течії газу по робочому зазору зменшується, то опора буде працездатною при $v \geq 0,17$ ($\sigma \approx 4,9c$) (рис. 2, б). На практиці глибина канавок при оптимальних параметрах змінюється в межах $\sigma = (0,7 \dots 1,5) c$ [1]. Безрозмірні витрати газу однакові при різних профілях східчастих поздовжніх канавок і однакової глибини східців.

При збільшенні лише відносної довжини східця, без зміни глибини поздовжніх канавок, безрозмірна радіальна жорсткість опори зростає для профілю канавок, у яких глибина східця зменшується в напрямку течії газу (рис. 3), для профілю у якого на вході в робочий зазор глибина

Основні позначення: c – робочий зазор між валом і корпусом опори при їх співвісному положенні; $\varepsilon=e/c$ – відносний радіальний ексцентриситет; $\lambda=l_0/R_0$ – відносна довжина опори; $\xi=z/l_0$ – безрозмірна осьова координата; σ, σ_1 – глибина поздовжніх канавок; $v=c/(c+\sigma)$, $v_1=c/(c+\sigma_1)$ – параметр зміни зазору, внаслідок нанесення канавок; $\alpha_1=l_1/l_0$ – відносна довжина східця; $\alpha=l_1/l_0$ – відносна довжина канавок; p_a – тиск навколишнього середовища; p_H – тиск газу від зовнішнього джерела стиснутого газу (на вході в робочий зазор опори); $P_H=p_H/p_a$ – безрозмірний тиск

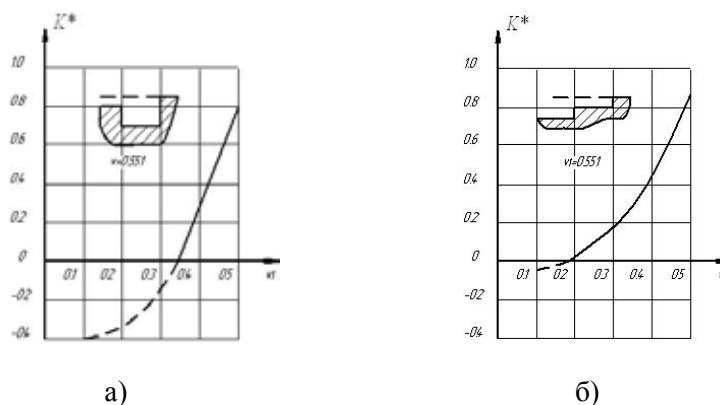


Рис. 2 Залежність безрозмірної радіальної жорсткості газостатичної опори від відносної глибини канавок v_l (а) та v (б) при різних профілях східчастих поздовжніх канавок ($P_H=5,0$; $\lambda=2,0$; $\alpha=0,5$; $\alpha_l=0,4$; $\alpha=0,669$)

поздовжніх канавок менша ніж в межах від l_l до l (рис. 1), то від $\alpha_l=0,3$ до $\alpha_l=0,45$ газовий підвіс непрацездатний (зона нестійкості).

Висновки

1. Радіальний газовий підвіс зі східчастими поздовжніми канавками глибина яких збільшується в напрямку течії газу (рис. 1, а), має значно більшу безрозмірну радіальну жорсткість, радіальну навантажувальну здатність та практичну відсутність зон непрацездатності порівняно з опорою поздовжні канавки якої мають профіль приведений на рис. 1, б.

2. Газовий підвіс зі східчастими поздовжніми канавками (рис. 1, а) має більшу безрозмірну радіальну жорсткість (на 20%) та відношення K^*/Q^* порівняно з підвісом, у якої канавки сталої глибини і конструктивні параметри оптимальні (максимум K^*/Q^*).

3. Щодо витрат газу, то зі збільшенням відносної довжини східця витрати газу зростають для підвісу у якого глибина канавок зменшується в напрямку течії газу та зменшуються, якщо глибина канавок менше на вході в робочий зазор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Федотов В. О. Газові підвіси шпіндельних вузлів : монографія / В. О. Федотов, І. В. Федотова. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 244 с.

2. Патент №102619, F16C 32/06 (2006.01). Електрична машина на газостатичному підвісі / І. В. Віштак, В. О. Федотов. – №U 2015 04323; заявл. 05.05.2015; опубл. 10.11.2015р., Бюл. №21. – 4 с.

3. Віштак І. В. Вплив східчастих поздовжніх канавок на характеристики радіальних газостатичних опор. / І. В. Віштак, В. О. Федотов // Вісник ВПІ. – 2016. – № 5(128) – С. 110 – 116.

Віштак Інна Вікторівна – канд. техн. наук, старший викладач кафедри Безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, тел.: (097)-896-61-13, e-mail: innavish322@gmail.com

Vishtak Inna Viktorivna – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of Department of Life Safety, the Vinnytsya National Technical University, tel.: (097)-896-61-13; e-mail: innavish322@gmail.com

ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КАТОДНОГО ЗАХИСТУ ІЗ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОГО БЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В результаті проведеного аналітичного огляду запропоновано виготовляти електроди для системи катодного захисту з електропровідного бетону.

Ключові слова: електропровідний бетон; катодний захист.

Abstract

As a result of the conducted analytical review, it is proposed to produce electrodes for the cathode protection system of conductive concrete.

Key words: electroconductive concrete; cathodic 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 % [1-2].

Результати дослідження

Серед різноманітня 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 [3-4].

В роботах [5-6] автори запропонували використовувати залізобетонні 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 [7]. 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 [8]. 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 [9]. 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 виготовлятися вироби з широким діапазоном електричних і механічних характеристик [10]. 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 – 10 ⁴
2	Міцність на стиск, МПа	5,5 – 35
3	Міцність на згин, МПа	2,0 – 3,5
4	Щільність, г/см ³	1,7 – 2,8
5	Допустима щільність струму, А/см ²	10 – 0,1
6	Робочий діапазон температур, °С	від – 40 до + 150
7	Робоча температура перегріву, °С	+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 послідовним 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 [11].

В роботах [12-14] 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 $\phi_{кр} = 32$ % мас [15-16]. При $\phi_y > 32$ % мас дія електричного струму на етапі формування бетелових виробів практично не впливає на їх кінцеві властивості.

Висновки

В результаті проведених досліджень можна стверджувати, що бетел-м може використовуватись для виготовлення електропровідних елементів (анодних заземлювачів) систем антикорозійного катодного захисту підземних інженерних мереж.

Формування електропровідних виробів з комплексним застосуванням силових і електромагнітного впливів забезпечує покращення фізико-механічних і електрофізичних властивостей елементів анодних заземлювачів.

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. Лемешев М.С. Электропроводные бетоны для антикоррозийного захисту підземних інженерних мереж / М.С. Лемешев // Тези доповідей науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. – Вінниця: ВДТУ. – 1996. – С. 31.

3. Лемешев М.С. Покриття із бетелу-м для боротьби з зарядами статичної електрики / М.С. Лемешев, О.В. Христич // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. – С. 29-31
4. Сердюк В. Р. Радіопоглинаючі покриття з бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Збірник наукових статей “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди”. Рівне, 2005. – Випуск № 12. – С. 62-68.
5. Лемешев М.С. Электротехнические материалы для защиты от электромагнитного загрязнения окружающей среды / М.С. Лемешев, А.В. Христич // Инновационное развитие территорий : Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. (26 февраля 2016 г.). – Череповец : ЧГУ, 2016. – С. 78-83.
6. Сердюк, В. Р. Об’ємна гідрофобізація важких бетонів / В.Р. Сердюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 2. – С. 40-43.
7. Лемешев М.С. Активний метод захисту підземних металевих споруд від електричної корозії / М.С. Лемешев // Матеріали доповідей II Республіканської науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. – Вінниця: Континент, 1998. – С.121 – 124.
8. Сердюк, В. Р. Формування структури анодних заземлювачів з бетелу-м для систем катодного захисту / В. Р. Сердюк, М. С. Лемешев, О.В. Христич // Науково-технічний збірник. Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка, 2010, Випуск 35. – С. 99-104.
9. 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. – Випуск 1 (1). Том 10. География. Геология. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 74-78.
10. Лемешев М. С. Теоретичні передумови підвищення довговічності електропровідних бетонів / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Тези доповідей II-ої міжнародної інтернет-конференції “Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій”, 12 листопада 2014 року : збірник наукових праць. Ч. 1. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 21.
11. Сердюк В.Р. Технологические приемы повышения радиопоглощающих свойств изделий из бетела-м / В.Р.Сердюк М.С. Лемешев // Строительные материалы и изделия. – 2005. – №5. – С. 2 – 6.
12. Лемешев М.С. Теоретические предпосылки создания радиопоглощающего бетона бетела-м / М. С. Лемешев // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – Макіївка: ДДАБА. – 2005. – №1. – С. 60-64.
13. Сердюк В.Р. Радіозахисні покриття варіатропної структури із бетелу-м / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2008. – № 5. – С. 37-40.
14. Лемешев М.С. Формування структури електропровідного бетону під впливом електричного струму / М.С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: Науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця. – 2006. – С. 36-41
15. Лемешев М.С. Формування структури бетелу-м в процесі твердіння під впливом змінного електричного струму / М. С. Лемешев // Матеріали доповідей II Республіканської науково-технічної конференції “Індивідуальний житловий будинок”. –Вінниця: Континент, 1998. – С.116-120.
16. Лемешев М. С. Електротехнічний бетон для виготовлення анодних заземлювачів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Інтелектуальний потенціал XXI століття '2017 : матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 14-21 листопада 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступу : <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-u7-317/modern-construction-technologies-u7-317/29688>.

Зузяк Світлана Юрївна – студентка групи БМ-15, факультету будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця., e-mail: svetazuzyak1997@ukr.net

Лемешев Михайло Степанович – к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua.

Zuzyak Svetlana - student of group BM-15, faculty construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: svetazuzyak1997@ukr.net

ikhsail Lemeshev – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mlemeshev@i.ua.

ВПЛИВ ТА МЕТОДИ ЗАХИСТУ ВІД ДІЇ ВІБРАЦІЇ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості впливу дії вібрації на організм людини, основні способи передачі на людину вібрації, джерела її виникнення, методи та засоби захисту від дії вібрації.

Ключові слова: вібрація, вплив вібрації, методи захисту від вібрації, нормування вібрації.

Abstract

The peculiarities of the influence of the vibration action on the human body, the main methods of human vibration transmission, the main sources of its occurrence, the purpose of vibration normalization, methods and means of protection against the effects of vibration are considered.

Keywords: vibration, vibration, vibration protection, vibration normalization.

Вступ

Дивлячись на проблеми пов'язані з охороною праці, можна зробити висновок що саме вібрація на виробництві є досить поширеною та актуальною. Вібрація являє собою механічні коливання тіла. Працюють ці коливання за синусоїдальним законом, вони є гармонійними, тобто відбувається почергове наростання та спадання протягом певного часу значень рухомої точки чи механічної системи [1-4].

Класифікувати вібрацію можна таким чином:

- Транспортна, транспортно-технологічна та технологічна
- Загальна та локальна за способом передачі
- Залежно від дії осей ортогональної системи координат X, Y, Z

Робітник, працюючи під вібраційним впливом має більшу імовірність зазнати виробничих травм. Відбувається зменшення продуктивності праці. Метою даної роботи є аналіз впливу та методів захисту від вібрації на організм людини.

Результати досліджень

На робочих місцях які знаходяться під впливом вібрації подекуди перевищуються допустимі значення, також можливе наближення їх до граничнодопустимих. Вібрація майже у всіх випадках шкодить здоров'ю людини, тобто несприятливо впливає на органи людини. Таким чином досить значної шкоди вібрація завдає вестибулярному апарату, а також нервовій та серцево-судинній системі людини. Досить шкідливим є вплив вібрації, яка сходить з частотою коливань самих органів. Діапазон частот може різнитися: для очей – 35..110 Гц; шлунку – 3..4 Гц; серця – 5..7 Гц [2-3].

В момент зв'язку людини з вібруючим предметом відбувається передавання вібрації. Діючи на окремі частини тіла з'являється локальна вібрація, якщо ж діє на все тіло, то тоді виникає спільна. Локальна вібрація завдає шкоди нервовій системі та м'язам, виникають спазми судин, також страждає опорно-руховий апарат. На протязі певного часу впливу вібрації може з'явитися професійна хвороба, та спостерігатися збудження або гальмування, можлива поява нудоти, також не виключено зміна ритму скорочень серця. Загальна вібрація в свою чергу може викликати деформацію органів [4-6].

На виробництві, при використанні ручних машин, вібрація яких є максимальною, тобто в низьких частотах до 35 Гц., може виникати патологія з ураженням м'язових тканин та опорно-рухового апарату. Якщо ж частота буде перевищувати 120 Гц., можуть виникнути розлади, пов'язані із судинами.

Вібрація впливає на людину як позитивно так і негативно, залежить це від параметрів частот та амплітуд вібрації. Корисна вібрація при деяких хворобах, але частіш за все це згубний фактор. Тому слід бути в курсі граничних характеристик, які ділять позитивний і негативний вплив, який завдається людині. На виробництві вібрація має довготривалу дію, є некомфортною для працівників, може викликати біль у голові та руках. Щоб побачити всю картину від дії вібрації, слід зробити рентгенівський знімок, на якому будуть чітко виднітися смуги. Вони є результатом розм'якшення кісткової тканини.

Параметри вібрації вимірюються у відносних значеннях, тобто децибелах. Певні частоти можуть викликати зростання амплітуди коливань усього тіла, або ж поодиноких органів.

Важливим є той фактор, що вид діяльності людини визначає деяку своєрідність дії вібрації. У пілотів можна спостерігати зменшення гостроти зору, також порушення серцево-судинної функціональності може виникати в рази частіше ніж у працівників інших професій. Водії вантажівок досить часто страждають шлунковими захворюваннями, також поширений радикуліт.

Нормування вібрації дозволяє запобігти певних хвороб, зменшення працездатності, та втомлюваності. Нормування усталює допустимі добові або тижневі норми, що запобігають розладам або хворобам робітників.

Критерії впливу вібрації:

- Комфортність
- Продуктивність
- Забезпечення здоров'я
- Безпечність

Розрізняється технічне та гігієнічне нормування вібрації. Технічне для різного роду машин. Гігієнічне нормування складає критерії здоров'я працюючого, при впливі вібрації яка залежить від важкості роботи [7-9]. Захист від вібрації забезпечується такими методами: зменшення вібрації машини; вібродемпферування; ізоляція вібрації, а також ЗІЗ.

Колективний захист від вібрації при контакті працюючого з тілом яке вібрує:

- Вібропоглинання
- Допоміжні пристосування у конструкціях
- Засоби анти фазної синхронізації

При відсутності контакту працюючого з вібруючим тілом:

- Керування дистанційно
- Контроль сигналізацією та автоматикою
- Огорожі

Колективний захист, вібродемпферування – зниження вібрації предмету перетворенням енергії механічних коливань на теплову потужність.

Віброізоляцією можна знизити частоту коливань від вібруючого предмету за допомогою застосувань, що знаходяться між ними.

До ЗІЗ (засобів індивідуального захисту) від вібрації відносяться: рукавиці, пластини, що приєднуються до рук. Також при загальній вібрації застосовується взуття на товстій підшві.

Для профілактики хвороб, спричинених вібрацією робітникам радять спеціальний розпорядок дня: додаткові перерви, зменшення часу контакту з інструментом [10].

Висновок

Вібрація майже у всіх випадках шкодить здоров'ю людини, тобто несприятливо впливає на органи людини. Корисна вібрація при деяких хворобах, але частіш за все це згубний фактор. Вище перелічені методи захисту від вібрації дозволяють зменшити її шкідливий вплив на організм людини. Зниження вібрації у предметі досягається шляхом застосування технологічних схем, які зменшують шкідливу дію на організм людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кобилянський О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 188 с.

2. Методичні вказівки до самостійної та індивідуальної роботи з дисципліни «Цивільний захист та охорона праці в галузі архітектури та будівництва / Частина 1. Цивільний захист» для спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: О. В. Поліщук, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 37 с.
3. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 108 с.
4. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.
5. Методичні вказівки до опрацювання розділу “Охорона праці” в бакалаврських дипломних роботах студентів за напрямками підготовки, пов’язаними з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / уклад.: О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 55 с.
6. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.
7. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.
8. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Розслідування нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві" з дисципліни “Основи охорони праці” для студентів усіх спеціальностей / уклад. : М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 61 с.
9. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “Атестація робочих місць за умовами праці” з дисципліни “Охорона праці в галузі” для студентів усіх спеціальностей / уклад. : О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 21 с.
10. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : практикум / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, І. В. Заюков, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 99 с.

Гашинська Анна Сергіївна – студент групи ТГ-17мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця: anipchenko95@gmail.com

Паламарчук Олександр Михайлович – студент групи ТГ-17мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця: opalamarchukm@gmail.com

Науковий керівник: Лемешев Михайло Степанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua

Hashinskaya Anna - student group TG-17mi, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya: anipchenko95@gmail.com

Palamarchuk Olexander M. - student group TG-17m, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya: opalamarchukm@gmail.com

Ssupervisor: 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

Виробництво будівельних виробів з використанням промислових відходів виробництва

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті розглянута можливість використання побутових відходів та відходів виробництва у будівельній галузі

Ключові слова: будівельні матеріали, екологія, відходи виробництва.

Abstract

The article discussed the possibility of using waste and waste in the construction industry

Keywords: building materials, ecology, waste products.

Для кожної країни світу сьогодні стоїть актуальна проблема переробки промислових та побутових відходів. Відходи - це матеріальні об'єкти, які потенційно небезпечні для навколишнього середовища. Так як в більшості країн світу невідпрацьований контроль діяльності в галузі відходів, то у 1989 році була прийнята Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням шкідливих відходів та їх утилізацією [1-3].

Безвідходна технологія — це комплекс заходів для повторного використання сировини та зменшення забруднень навколишнього середовища. В той же час мінімізується або повністю виключається виділення відходів у газоподібному, рідкому, чи твердому станах та максимально видобуваються усі цінні складові. При застосуванні безвідходної технології із видобутих матеріалів (руда, вугілля, чорні і кольорові метали тощо) можна виготовляти будівельні матеріали, добрива, матеріали для будівництва доріг, хімічне забезпечення тощо. А також заповнювати внутрішній простір вироблених шахт [4].

Для удосконалення безвідходної технології можна використати наступні заходи::

- Впровадження науково-технічного прогресу для збільшення продуктивності та заміни існуючого обладнання, яке викидає найбільше відходів, на нове.
- На базі існуючих способів очистки стічних вод можливо створити безстічні технологічні системи та системи водозворотних циклів.
- Впровадження систем переробки вторинних відходів.
- Створення ТВК, для яких характерна замкнута структура потоків сировини та відходів в середині комплексу [5].

Навіть, якщо собівартість одержаної продукції є досить високою, безвідходні технології є дуже ефективними. Також це позитивно впливає на розширення ресурсних можливостей людства. Особливо ці показники високі у напрямі мінерально-сировинної бази.

Стосовно України, на стадії підйому народного господарства, за мінімізації кошторисної вартості та екологічної небезпеки постало завдання використання власних ресурсів.

В Україні вугільні родовища за своїм складом є сумісними вугільно-метановими. Але метан до сьогоднішнього дня розглядається як шкідлива домішка, що ставить проблему видобування вугілля. При цьому сучасні технології дають можливість вже на першому етапі отримувати на Донбасі 5 млрд м³ газу, що майже на третину збільшить газовидобуток в Україні. Уже сьогодні у промислових масштабах підприємства з вилучення метану засновано також у Львівсько-Волинському регіоні [6].

Для більшого виходу готової продукції та видобування всіх супутніх компонентів у гірничодобувній промисловості використання сировини та комплексна і повна розробка родовищ передбачає застосування більш детальних методів переробки, використання продуктів збагачення, розкритих і супутніх порід, підвищення видобутку корисних копалин.

Додатковим джерелом енергетичних ресурсів є геотермальні родовища Карпат, Криму та інших регіонів. Тепломережі деяких населених пунктів та фермерських господарств вже живляться від

свердловин термальних вод [7].

Будівельна галузь викидає багато відходів, що займають великі площі та відносяться до 4 класу небезпеки. На сьогодні, зважаючи на великі обсяги будівництва, у крупних містах кількість будівельних відходів деколи перевищує комунальні. Саме тому на сьогоднішній день є актуальним питання переробки відходів будівельної індустрії.

Відходи після переробки можна використовувати повторно у будівництві. Це зменшить вартість та трудомісткість зведення будівлі.

Глинисті сланці є гарною сировиною для виробництва портландцементу, а піщано-глинисті сланці можливо використовувати для виробництва стінових матеріалів. Також є можливість отримати матеріали наповнювачів для бетону та штукатурних розчинів. Цеглу, архітектурні елементи, будівельну кераміку та інші будівельні вироби можна виготовляти із палених порід сланцю. На основі відходів дистилювального шламу, содового виробництва за особливою технологією можна виготовити безклінкерні в'язучі матеріали, а також автоклавне в'язуче з високими фізико-механічними властивостями виробів [8].

Для виготовлення мінеральної вати, скла, зольної кераміки та силікатної цегли гарною сировиною є золи і шлаки теплових електростанцій. Застосовуються золи і шлаки завдяки певним властивостям: дисперсність, здатність давати силікатний розплав, хімічна взаємодія з вапном, теплотворна здатність. В залежності від призначення зола шлакової сировини і технології виробництва провідне значення набувають ті чи інші властивості [9].

На сьогодні частка використовуваних гіпсових відходів і особливо фосфогіпсу досить невелика. Враховуючи, що ці відходи є великотоннажними, він видаляється з підприємства в шламосховища, що є економічно не вигідно. Як показали результати численних досліджень, гіпсові відходи можуть використовуватися в сільському господарстві для компостування з органічними добривами та для хімічної меліорації кислих і солонцевих ґрунтів; для виробництва гіпсових в'язучих і виробів, наповнювача у виробництві пластмас, скла; у будівництві автомобільних доріг, для виробництва сірчаної кислоти та ін.; цементної промисловості в якості мінералізатора - добавки до сировинної суміші і як регулятор швидкості схоплювання - замість природного гіпсу [10].

Одним із найбільших викидів лісохімії є лігнін. Його можуть переробляти підприємства, що виготовляють будівельні матеріали. Гідролізний лігнін отримують при переробці деревини хвойних і листяних порід гідролізом розбавленою сірчаною кислотою. Щорічно утворюється близько 5 млн т лігніну. В залежності від виду деревини його вихід становить 18-33%. Гідролізний лігнін можна використовувати як вигоряючу добавку при виробництві кераміки; пластифікатора; сировини для отримання полімерів на основі феноллігніну. Лігнін є високо ефективною вигоряючою добавкою при виробництві цегли. Він добре змішується з іншими компонентами шихти, не погіршує її формувальних властивостей і не ускладнює різання бруса. Найбільш ефективно застосовувати лігнін при невеликій вологості самої глини [11].

Виготовлення захисних покриттів залізобетонних та металевих виробів можливо із використанням відходів кам'яновугільних смол. Їх отримують розчиненням в уайт-спіриті та інших розчинниках із додаванням полівінілхлоридної смоли і подальшому відстоюванні протягом півгодини. Отриманні покриття мають ряд позитивних властивостей: високу міцність та водостійкість, гарну адгезію стосовно металу та бетону, гідрофобність. Також вони дешевші порівняно з існуючими покриттями на 10-20%, та висихають вдвічі швидше. В порівнянні з покриттями на основі пеку, суцільне захисне покриття досягається за 3 шари [12].

Деревні відходи без попередньої переробки (тирса, стружка) або після подрібнення (тріска, дробленка, деревна шерсть) можуть служити заповнювачами в будівельних матеріалах на основі мінеральних в'язучих. Ці матеріали характеризуються невисокою середньою щільністю і теплопровідністю, а також хорошою оброблюваністю. Просоченням деревних заповнювачів мінералізаторами і наступним змішуванням їх з мінеральними в'язучими забезпечується біостійкість і важкозаймистість матеріалів на їх основі. Недоліками матеріалів на деревних заповнювачах є високе водопоглинання і порівняно низька водостійкість [13].

Будівельні матеріали на основі деяких відходів деревини можуть виготовлятися без застосування спеціальних в'язучих або з невеликою їх добавкою. У таких матеріалах частинки деревини зв'язуються в результаті зближення і переплетення волокон, їх когезії та фізико-хімічних зв'язків, які виникають при п'єзотермічній обробці прес-маси.

Рейкові плити, щити та інші столярні вироби виготовляють з відходів деревообробки без додавання

в'яжучих речовин та використовують для влаштування перегородок в каркасних будівлях, спорудженні тимчасових будівель та ін. Для влаштування підлог у сільськогосподарських будівлях, майстернях та на складах з кускових відходів лісопиляння виготовляють покрівельну плитку, торцеві щити [14].

Покрівельний картон випускають в рулонах з шириною полотна 1000, 1025 і 1050 мм масою 250-600 кг/м². При отриманні гіпсоволокнистих плит паперову макулатуру розпушують в гідророзпушувачі і змішують з гіпсом. Плити формуються на плоскостічатій машині з гіпсоволокнистої пульпи. При русі конвеєра над вакуумними камерами пульпа зневоднюється, а потім на форматному барабані розрізаються плити, які знімаються і укладаються в штабель для попереднього твердіння. Необхідні властивості гіпсоволокнисті плити набувають після сушіння. Гіпсоволокнисті плити використовують аналогічно гіпсокартонним. Основна їх перевага полягає в більшому руйнівному навантаженні порівняно з гіпсокартонними. Їх легко шпунтувати, пиляти і різати. Вони мають рівномірну еластичну структуру, добре утримують цвяхи, забезпечують хороший мікроклімат.

Великотоннажним споживачем картону є покрівельні матеріали, більшу частину яких складає руберойд. Якісні властивості картону поліпшуються із підвищенням вмісту ганчір'я з натуральних матеріалів (льон, бавовна, вовна). У складі покрівельного картону високої якості повинно міститися не менше 50% ганчір'я, в тому числі 5-10% вовняних волокон. [15].

При видобутку природного щебеню, за статистичними даними, енерговитрати в 8 разів вищі, ніж при видобутку його з бетону, а собівартість бетону, що виготовляється на вторинному щебені, знижується на 25 %. Економічно доцільно переробляти відходи будівництва. Економія досягається тим, що, відпрацьовані матеріали немає потреби перевозити з місця демонтажу. Також не потрібно платити за місце на полігоні за розміщення будівельних відходів. [16].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Березюк О. В. Моделирование поширенности способов утилизации звалищного газа для разработки оборудования та стратегії поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.
2. Березюк О. В. Визначення параметрів впливу на шляхи поводження з твердими побутовими відходами / О. В. Березюк // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві : Науково-технічний збірник. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.
3. Лемешев М.С. Комплексна переробка техногенних відходів хімічної промисловості та металообробних виробництв / М.С. Лемешев, О.В. Христич, О.В. Березюк // Materiály XI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Aktuální vymoženosti vědy – 2015». – Praha (Chech): Publishing House «Education and Science» s.r.o, 2015. – Díl 7. Fyzika. Matematika. Moderní informační technologie. Výstavba a architektura. Technické vědy. – S. 60-62.
4. Березюк, О. В. Регресія площі полігону твердих побутових відходів для видобування звалищного газу / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Мир науки и инноваций. – Иваново: Научный мир, 2015. – № 1 (1). Т. 5. – С. 48-51.
5. Березюк О. Визначення регресійної залежності необхідної площі під обладнання для компостування твердих побутових відходів від його продуктивності / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Инновационное развитие территорий: Материалы 2-й Международ. науч.-практ. конф. (25–27 февраля 2014 г.) // Отв. за вып. Е. В. Белановская. – Череповец: ЧГУ, 2014. – С. 55-58. ISBN 978–5–85341–615–4.
6. Березюк О. В. Моделивання динаміки санітарно-бактеріологічного складу твердих побутових відходів під час весняного компостування / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, Л. Л. Березюк, І. В. Віштак // Вісник ВПІ. – 2015. – № 1. – С. 29-33.
7. 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.
8. Сердюк В.Р. Комплексне в'язуче з використанням мінеральних добавок та відходів виробництва / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – 2009. – Випуск 33. – С. 57-62.
9. Лемешев М.С. Легкі бетони отримані на основі відходів промисловості / М. С. Лемешев, О.В. Березюк // Сборник научных трудов SWorld. – Иваново : МАРКОВА АД, 2015. – № 1 (38). Том 13. Искусствоведение, архитектура и строительство. – С. 111-114.
10. Сердюк В.Р. Проблеми стабільності формування макроструктури ніздрюватих газобетонів безавтоклавного твердіння / В.Р. Сердюк, М.С. Лемешев, О.В. Христич // Будівельні матеріали, виробі та санітарна техніка. - 2011. - №40. - С. 166-170.
11. Лемешев М. С. В'язуче на основі промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г. – Москва (Россия) : SWorld, 2017. – 6 с. – Режим доступа : <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-317/modern-construction-technologies-317/29547-317-027>.

12. Лемешев М. С. Ніздрюваті бетони з використанням промислових відходів [Електронний ресурс] / М. С. Лемешев, О. В. Березюк // Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте '2017 : материалы международной научно-практической Интернет-конференции. – Москва : SWorld, 2017. – 7 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.education/index.php/ru/arts-architecture-and-construction-417/modern-construction-technologies-417/29815-417-015>
13. Сердюк В. Р. Золоцементне в'язуче 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.
14. Лемешев М. С. Дрібнозернистий бетон з модифікованим заповнювачем техногенного походження / М. С. Лемешев, О. В. Христич, О. В. Березюк // Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Naukowa przestrzeń Europy – 2015». – Przemysł (Poland): Nauka i studia, 2015. – Volume 23. Ekologia. Geografia i geologia. Budownictwo i architektura. Chemia i chemiczne technologie. – S. 56-58.
15. Лемешев М. С. В'язучі з використанням промислових відходів Вінничини / М. С. Лемешев // Тези доповідей XXIV міжнародної науково - практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я", Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків : НТУ "ХПИ", 2016. – Ч. III. - С. 381.
16. Ковальський В. П. Обґрунтування доцільності використання золошламового в'язучого для приготування сухих будівельних сумішей / В. П. Ковальський, В. П. Очеретний, М. С. Лемешев, А. В. Бондар. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: Видавництво НУВГіП, 2013. – Випуск 26. – С. 186-193.

Лемішко Катерина Костянтинівна - студент групи Б-15, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lemishko.katya@gmail.com

Науковий керівник: **Лемешев Михайло Степанович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mlemeshev@i.ua

Lemikhko Katerina Kostyantynivna - student group B-15, faculty of construction, heat and power supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: lemishko.katya@gmail.com

Supervisor: **Mikhail Stepanovich 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

ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні небезпечні та шкідливі чинники, що негативно впливають на організм людини при роботі з персональним комп'ютером. Наведено перелік рекомендацій щодо зменшення шкідливого впливу цих факторів.

Ключові слова: комп'ютер, фактор, випромінювання, електростатичне поле, захворювання, шуми, рекомендації.

Abstract

The main dangerous and harmful factors that adversely affect the human body when working with a personal computer are considered. The list of recommendations for reducing the harmful influence of these factors is given.

Keywords computer, factor, radiation, electrostatic field, disease, noises, recommendations.

Вступ

Комп'ютер – невід'ємна складова сучасного життя. За допомогою обчислювальної техніки вирішують складні робочі задачі, ведуться наукові дослідження, створюються архітектурні креслення і твори мистецтва. Комп'ютер допомагає людині відпочивати та розважатись. Але за всі переваги тісної співпраці з технікою нам доводиться платити власним здоров'ям [1].

Комп'ютеру здавна приписують безліч різноманітних шкідливих факторів, що спричиняють вплив на здоров'я людини [2]. Метою роботи є визначення шкідливих та небезпечних факторів, що впливають на людину при роботі з персональним комп'ютером, а також формулювання заходів щодо зменшення впливу цих негативних факторів на людський організм.

Результати дослідження

В ході дослідження було виявлено, що негативний вплив комп'ютера на людину є комплексним.

Як показують результати багатьох наукових робіт, комп'ютер (особливо його монітор) є джерелом:

- електростатичного поля;
- електромагнітних випромінювань в низькочастотному, наднизькочастотному та високочастотному діапазонах (2 Гц – 400 кГц);
- випромінювання оптичного діапазону (ультрафіолетового, інфрачервоного та видимого світла), рентгенівського випромінювання;

Ці фактори в першу чергу негативно впливають на центральну нервову систему, викликаючи головні болі, депресію, безсоння, стрес. Низькочастотне електромагнітне поле може стати причиною захворювань шкіри, хвороб серцево-судинної системи та шлунково-кишкового тракту. Монітори через наявність електростатичного поля інтенсивно притягують та збирають пил, що може стати причиною появи дерматитів, загострення бронхіальної астми, подразнення слизових оболонок.

Характерною особливістю професії оператора ПК є статичний режим роботи: великий обсяг роботи доводиться виконувати в сидячому положенні. При цьому більшість груп м'язів знаходиться в постійній напруженості, що призводить до швидкої стомлюваності, сприяє розвитку патологічних викривлень хребта.

Інтенсивне та тривале використання клавіатури при роботі за комп'ютером може стати причиною важких професійних захворювань рук. Комплекс цих захворювань отримав загальну назву «травми повторюваних навантажень». Робота з клавіатурою є причиною 12% професійних захворювань, викликаних повторюваними рухами рук.

Робота з дисплеєм передбачає перш за все візуальне сприйняття відображеної на екрані монітора інформації, тому значному навантаженню піддається зоровий апарат працюючих з ПК.

Факторами, що найбільш сильно впливають на зір є:

- недосконалість способів створення зображення на екрані монітора;
- непродумана організація робочого місця.

Крім цього, робота комп'ютера супроводжується акустичними шумами, що погіршують умови праці, здійснюючи шкідливий вплив на організм людини. Працюючи в умовах тривалого шумового впливу люди відчувають дратівливість, запаморочення, погіршення пам'яті, підвищену втомлюваність. Під дією шуму знижується концентрація уваги, порушуються фізіологічні функції, погіршується мовна комутація [4].

На основі описаних шкідливих факторів був складений перелік рекомендацій по дотриманню правил роботи за комп'ютером, що містять відомості про те, як убезпечити себе, коли доводиться мати справу з комп'ютерами та електромагнітними полями:

1. Слід дотримуватись всіх вимог до приміщень, де відбувається робота з комп'ютером;
2. Слід турбуватись про правильне розміщення робочих місць як відносно безпосередньо кімнати, так і відносно всієї будівлі підприємства;
3. Слід забезпечити себе сучасними комп'ютерними меблями, які були б зручні в користуванні та не викликали відчуття дискомфорту;
4. Варто намагатись забезпечити себе сучасною комп'ютерною технікою (рідкокристалічні дисплеї, ергономічні клавіатури тощо);
5. Оскільки електромагнітне випромінювання виходить з усіх частин монітору, найбільш безпечно розміщувати комп'ютер в куту кімнати або в місці, де ті, хто за ним не працює, не виявляться збоку або позаду від машини;
6. Не слід залишати комп'ютер або монітор надовго увімкненими;
7. Слід обмежувати кількість часу, що проводиться за комп'ютером без перерви. Рекомендується робити коротку перерву через кожні 30 хвилин роботи;
8. Деякі спеціалісти пропонують вправи для очей, що допомагають уникнути проблем, пов'язаних з використанням комп'ютера;
9. Слід урізноманітнити характер занять за комп'ютером. Наприклад, роботу з текстовим процесором можна чергувати з переглядом відеороликів;
10. Ще один спосіб зменшити ризик перевантаження очей полягає в виборі хорошого монітору. Монітори з високою роздільною здатністю завжди зручніші для очей, ніж монітори з низькою роздільною здатністю;
11. Важливо прийняти міри по зменшенню відображень від монітору. Яскраве та нерівне освітлення в кімнаті може викликати неприємні відображення на екрані [5].

Висновки

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори існують практично на будь-якому робочому місці. Тільки повна усвідомленість працівника про можливі небезпеки, що можуть підстерігати його на робочому місці, та суворе дотримання переліку рекомендацій дозволять значною мірою знизити негативний вплив наведених факторів на організм людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Техника безопасности в офисе [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://spinet.ru/kendh/> - Назва з екрану;
2. Влияние ПК на здоровье человека [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://help-hr.ru/catalog/likbez/element.php?ID=1329> – Назва з екрану;
3. Разумова Т. Компьютерный яд. // Наука и жизнь. — № 6. — 2012
4. Гунн Г.Е. Компьютер: как сохранить здоровье: Рекомендации для детей и взрослых, СПб.: Нева; М.: Олма-Пресс, 2011

Опольський Ярослав Віталійович — студент групи 2CI-146, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: opolsky.yarik@gmail.com

Науковий керівник: **Дембіцька Софія Віталіївна** — доцент кафедри БЖД, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Opolskiy Yaroslav V. — student of group 2SE-14, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: opolsky.yarik@gmail.com

Supervisor: **Dembitska Sofia V.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Life Safety Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Стан охорони праці в Україні: зростання професійних захворювань

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглянуто стан охорони праці в Україні та перспективи його покращення.

Ключові слова: охорона праці, праця, виробництво, травми, виробничі травми.

Abstract

This paper examines the state of health protection in Ukraine and the prospects for its improvement.

Keywords: labor protection, labor, production, injuries, occupational injuries.

Вступ

За умови економічної, екологічної та демографічної кризи в Україні, подій на Сході України, склалася надзвичайна ситуація з безпекою та умовами праці на більшості підприємств, особливо середнього і малого бізнесу. Таку оцінку Федерація профспілок України оприлюднила у другій національній профспілковій доповіді Президенту України, у проекті Стратегії поліпшення стану охорони праці в Україні, Концепції Загальнодержавної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки.

За останні роки кількість працюючих в умовах, що не відповідають установленим нормам з охорони праці, зросла з 15 до 30 відсотків від загальної чисельності працівників і складає майже 3 млн. людей. За даними Держсанепідемнагляду – більше 70 відсотків підприємств України не відповідають вимогам санітарних правил щодо функціонування на них систем опалення, вентиляції, освітлення та роботи санітарно-побутових приміщень. У шкідливих та небезпечних умовах на сьогоднішній день працює майже кожен третій робітник.

Перспективи покращення умов праці

Планування поліпшення санітарно-побутових умов праці означає передусім покращення умов праці на робочих місцях: забезпечення оптимальної температури й освітлення, зменшення чи усунення джерел підвищеної запыленості, вологості, загазованості повітря, шуму й вібрації, створення безпечних умов праці, забезпечення працівників відповідним спецвзуттям, спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту. Більшість цих заходів здійснюють, виконуючи плани впровадження досягнень науки, техніки, передового досвіду, удосконалення організації праці та планів капітальних вкладень.

Зокрема, наприклад, поліпшення умов праці трактористів-машиністів, водіїв автомобілів пов'язане з придбанням технічних засобів, що відповідають сучасним вимогам обладнання робочих місць, створення в ремонтних майстернях, гаражах, на машинних дворах необхідних умов для технічного обслуговування й ремонту машин, механізмів, відповідного водопостачання, освітлення, опалення, підтримання необхідного температурного режиму в ремонтних майстернях, гаражах, а також створення відповідних побутових приміщень: їдалень, душових, гардеробних, кімнат відпочинку тощо.

Запобігання виробничому травматизму, зниження захворюваності та поліпшення медичного обслуговування – важливі заходи з охорони здоров'я працівників підприємства. Детальні плани щодо забезпечення безпечної роботи в господарстві розробляє інженер з техніки безпеки чи інший працівник, що відповідає за цю ділянку роботи. При цьому визначають обов'язки посадових осіб, відповідальних за охорону праці, систему навчання кадрів безпечним методам праці, порядок

пропагування питань охорони праці, стимулювання за кращі досягнення і відповідальності за порушення техніки безпеки.

На підприємствах, що функціонують в умовах радіоактивного забруднення, основні заходи щодо поліпшення умов праці та охорони здоров'я мають бути спрямовані на зменшення сумісної дії радіації та інших шкідливих факторів. У першу чергу це стосується повної інформованості працівників щодо радіоактивної ситуації на робочому місці, дотримання необхідних санітарно-гігієнічних вимог, організаційно-технічних заходів, спрямованих на зменшення дії шкідливих виробничих факторів на робочих місцях, навчання персоналу безпечним методам роботи, лікувально-профілактичних заходів.

Оперативне відеоспостереження робочих місць з високим ступенем професійних ризиків (робочих місць, на яких нещасні випадки періодично повторюються) необхідно для вчасного попередження випадків виробничого травматизму та зниження коефіцієнту його тяжкості за рахунок зменшення такого прояву «людського фактору», як невиконання або неналежне виконання вимог інструкцій з охорони праці. Оператор системи відеоспостереження (співробітник служби охорони праці) в он-лайн режимі слідкує за ходом небезпечного виробничого процесу і при невідповідності (помилковості) дій працівника вимогам посадової інструкції з охорони праці (ОП) подає попереджувальний сигнал на робоче місце та оперативному черговому служби охорони праці підприємства. Черговий повинен відсторонити працівника від виконання робіт, скласти протокол та попередити чи накласти відповідний штраф.

Зважаючи на те, що згідно статистичних даних, саме невиконання вимог інструкцій є основною причиною виникнення нещасних випадків, впровадження такого заходу повинно стати дієвим стимулюючим фактором на шляху підвищення рівня культури і безпеки праці на підприємствах промислового комплексу України.

Висновок

Отже, для виконання всіх завдань охорони праці в Україні насамперед потрібно виділити кошти, які будуть надавати можливість підприємствам оновлювати основне обладнання, а також проводити відповідні інструктажі для робітників з метою запобігання елементарних виробничих травм.

Підприємства мають відповідати всім нормам ОП, а також, в разі нещасних випадків, надавати потерпілим відповідну матеріальну допомогу. Хоч це і несе деякі зміни в чинному законодавстві (жорсткіший контроль за підприємствами), проте зменшить кількість травм на виробництві та збільшить їх продуктивність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1) Стан охорони праці в Україні: економія на безпеці й зростання професійних захворювань [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pon.org.ua/novyny/4608-stan-oxogoni-praci-v-ukrayini-ekonomiya-na.html>. – Назва з екрану.
- 2) Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.br.com.ua/referats/Bgd/92902.htm>. – Назва з екрану.
- 3) Планування на аграрному підприємстві [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://library.if.ua/book/122/8136.html>. – Назва з екрану.

Ткачик Денис Анатолійович — студент групи 2СІ-146, факультет комп'ютерних систем та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: denzhvan@gmail.com

Науковий керівник: **Дембіцька Софія Віталіївна** — к.т.н, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Denys A. Tkachyk — Department Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : denzhvan@gmail.com;

Supervisor: **Sophia V. Dembitska** — Ph.D., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ШКІДЛИВИХ ФАТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА І ТРУДОВОГО ПРОЦЕСУ ПРИ РОБОТІ З ПЕРСОНАЛЬНИМ КОМП'ЮТЕРОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі значну увагу приділено шкідливим виробничим факторам та наслідкам їх впливу на стан здоров'я користувача персональним комп'ютером.

Ключові слова: персональний комп'ютер, шкідливий фактор, виробниче середовище, здоров'я, небезпека, освітлення робочого місця, електромагнітні випромінювання.

Abstract

In this work considered the harmful factors of production and the consequences of their impact on the health of the personal computer's user.

Keywords: personal computer, harmful factor, environment, health, danger, workplace lighting, electromagnetic radiation.

Вступ

Характерною ознакою сучасного науково-технічного прогресу практично у всіх сферах діяльності людини є широке застосування комп'ютерних технологій, заснованих на використанні електронно-обчислювальних машин (ЕОМ).

Впровадження комп'ютерних технологій принципово змінило характер праці фахівців, а, отже, і вимоги до організації та охорони праці. Працівники, які використовують комп'ютерну техніку, на своєму досвіді оцінили її величезні можливості, при цьому виникла певна безтурботність при її експлуатації.

У той же час проблема безпеки персональних комп'ютерів (ПК) є багатогранною і включає різні аспекти впливу комплексу специфічних факторів на організм людини. Користувачі ПК піддаються впливу цілого комплексу негативних факторів виробничого середовища і трудового процесу, зокрема: електромагнітних полів, статичної електрики, шуму, недостатньої або нераціональної освітленості, психоемоційного напруження, сенсорних та інтелектуальних навантажень [1].

Аспекти впливу ЕОМ на здоров'я працівників сучасних підприємств

Наслідки регулярної роботи з комп'ютером без застосування захисних засобів можуть призвести до різноманітних захворювань, які негативно впливають як на самопочуття людини, так і на продуктивність праці.

До наслідків регулярної роботи з комп'ютером без застосування захисних засобів відносять:

- захворювання органів зору (60% користувачів);
- хвороби серцево-судинної системи (20%);
- захворювання шлунково-кишкового тракту (10%);
- шкірні захворювання (5%);
- різноманітні пухлини

В даний час визнано, що критичним органом при роботі з ЕОМ є зір. Користувачі, як правило, скаржаться на почервоніння повік та очних яблук, слъозотечу, затуманення зору, печіння і біль в очах, болі в області чола. Багато в чому це пов'язано з особливостями роботи з дисплеєм ЕОМ. Зображення на дисплеї має ряд відмінностей від друкованого тексту: зображення формується дискретними точками; контрастність динамічно змінюється; зображення має мінливу яскравість; виникає мерехтіння зображення; має місце певна швидкість розгортки; на екрані з'являються відблиски від зовнішніх джерел світла; можлива наявність «агресивних» полів (безліч однакових елементів - клітин, смуг, кіл).

Значну роль відіграє і різноманітність об'єктів зорової роботи користувача (екран, клавіатура, документація).

Істотним фактором зорового стомлення є тривалість безперервної роботи з дисплеєм. Робота з відеодисплейними терміналами до двох годин вважається оптимальною, до трьох - допустимою, до чотирьох - напруженою працею 1-го ступеня, понад чотири години - напруженою працею 2-го ступеня.

Існує декілька способів уберегти очі від впливу комп'ютера.

Перші три стосуються робочого місця:

- можливість переводити погляд на віддалені об'єкти;
- відсутність відблисків на екрані;
- належна освітленість приміщення [2].

Використання захисних екранів сприяє обмеженню потрапляння небажаного світла на екран комп'ютера і позитивно впливає на здоров'я користувача. Якісний захисний екран також підвищує контрастність зображень, допомагаючи очам краще розрізнити їх.

Слід також зазначити, що поза користувача ЕОМ вимушена, фіксована з певним напруженням м'язів спини, шиї, верхнього плечового пояса. При відносно високому розташуванні клавіатури порушення природного кута між кистю і передпліччям викликає значне напруження передпліччя і кистей. При виконанні роботи з високою швидкістю розвивається стомлюваність, відчувається дискомфорт і напруга в спині.

Проте, основну небезпеку для здоров'я користувачів ЕОМ становить електромагнітне випромінювання і особливо низькочастотна складова електромагнітного поля (до 100 Гц), що сприяє зміні біохімічної реакції в крові на клітинному рівні. Це призводить до виникнення у людини симптомів дратівливості, нервової напруги, викликає ускладнення в перебігу вагітності.

Разом з цим практично всі сучасні ЕОМ є джерелами електростатичного поля, що виникає в результаті опромінення екрана відеомонітора потоком заряджених частинок. Це призводить до накопичення пилу на електростатичних екранах, який впливає на користувача під час роботи з монітором [3].

Висновки

Використання офісної техніки при відсутності належного контролю за її експлуатацією і проведення недостатніх заходів медичної профілактики не виключає можливості розвитку ряду негативних станів у користувачів цих технічних пристроїв.

Для збереження здоров'я працівників, необхідно дотримуватися всіх вимог до приміщень, де відбувається робота з комп'ютером. Необхідно подбати про правильне розміщення робочих місць як щодо безпосередньо кімнати, так і щодо всієї будівлі підприємства. Слід забезпечити робітників сучасної комп'ютерної меблями, яка була б зручна у використанні і не доставляла почуття дискомфорту, була пристосована до особливостей людського організму. Але не слід забувати про те, що вона по можливості повинна вибиратися для кожної людини.

Слід зазначити, що на значному числі робочих місць експертиза умов праці не виявить всі виробничі фактори, що негативно впливають на здоров'я працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1) Жидецький В. Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів. Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2010. – 176 с.
- 2) Пільганчук В. Профілактика захворювань користувачів комп'ютерів / Василь Пільганчук. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2012. – 48 с.
- 3) Проект. Концепція реформування вітчизняної системи регулювання умов, гігієни, безпеки та охорони праці. Луганськ – 2010 [Електронний ресурс]. Режим доступу: lir.lg.ua/docs/BezprPraci.doc. – Назва з екрану

Носковенко Юлія Павлівна – студентка групи 2СІ-146, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: angel479870@gmail.com

Науковий керівник: **Дембіцька Софія Віталіївна** – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри БЖДПБ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Noskovenko Yulia P. – Faculty of computer systems and automation, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, e-mail: angel479870@gmail.com

Supervisor: **Dembitska Sophia V.** – candidate der. Sciences, associate Professor of safety of life and security pedagogy, Vinnytsia national technical University, Vinnitsa.

СУЧАСНИЙ СТАН ОХОРОНИ ПРАЦІ В УКРАЇНІ І СВІТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено сучасний стан охорони праці в Україні та основні тенденції в цьому напрямку у світі. Розглянуто правове підґрунтя охорони праці в різних країнах. Проведено порівняльну характеристику та запропоновано вектори розвитку в даній сфері. Запропоновано заходи покращення ситуації з охороною праці у нашій країні на основі міжнародного досвіду.

Ключові слова: охорона праці, міжнародний досвід, правове поле охорони праці, виробничий травматизм.

Abstract

In this work current state of labor protection in Ukraine and main trends of this sphere in the world were explored. Legal base of labor protection in different countries was overviewed. Comparative characteristic was provided. Ways of labor protection development were suggested. Arrangements of situation improvement on the base of international experience in our country were proposed.

Keywords: labor protection, international experience, legal base of labor protection, industrial injuries.

Стан охорони праці є показником економічного благополуччя та рівня соціального захисту в країні. В умовах стрімкого науково-технічного прогресу, починаючи з початку переходу суспільства в індустріальне, людство активно працює над питанням: як же мінімізувати шкідливі фактори на робочому місці та забезпечити такий рівень безпеки, аби гарантувати збереження життя та здоров'я працівника на роботі. Це питання є актуальним як для працівників, так і безпосередньо для працедавців, адже аварійні ситуації на виробництві призводять до зупинки роботи, матеріальної шкоди і втрати авторитету. Міжнародний досвід засвідчує, що організація праці, яка ігнорує вимоги гігієни і безпеки праці, підриває економічну ефективність підприємств і не може бути основою для сталої стратегії їхнього розвитку. В концепції ООН про «сталій людський розвиток» безпека праці розглядається як одна із основних (базових) потреб людини.

Попри активну роботу в цьому напрямку, щорічно в світі реєструється близько 270 млн нещасних випадків виробничого характеру та 160 млн професійних захворювань. При цьому близько 2,0 млн чоловіків і жінок гинуть, а економічні збитки досягають 4% від світового валового внутрішнього продукту (ВВП).

В Україні щорічно травмується близько 30 тис. людей, з яких приблизно 1,3 тис. – гине, близько 10 тис. – стають інвалідами, а більш 7 тис. людей одержують профзахворювання [1].

Величезні втрати робочого часу через непрацездатність потерпілих, що обумовлена умовами праці і обчислюється мільйонами «людино-днів».

Відповідно до Конституції України йдеться: життя людини є найвищою цінністю у нашій країні. Збереження життя і здоров'я фактично є пріоритетним напрямком розвитку будь-якої держави і головним гарантом її ефективного функціонування. Україні в даному питанні, на жаль, відстає, тому корисним заходом для покращення стандартів охорони праці в нашій країні є вивчення та запозичення вдалого міжнародного досвіду.

Правовий вимір охорони праці на міжнародному рівні вивчали такі науковці, як Г.Г. Гогіташвілі, Л.П. Кербом, О.В. Савчуком, О. Теличко, Ю.М. Прокопчуком [2].

Державна політика з питань охорони праці в Україні регулюється законодавчими та нормативно-правовими актами, зокрема Законом України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян про охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює за участі відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи й організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Нинішній рівень науково-технічного прогресу та соціально-економічні орієнтири розвитку сучасного суспільства не спроможні створити сприятливі умови для забезпечення добробуту людини,

збереження її здоров'я. Особливо гостро ця проблема постає на промислових підприємствах, де зберігається переважно застаріла матеріально-технічна база виробництва при незадовільних обсягах фінансування заходів з охорони праці. Усе це призводить до високого рівня травматизму і, як наслідок, до збільшення видатків підприємства та держави на виплати й компенсації потерпілим. В Україні останнім часом спостерігається зниження рівня загального травматизму, але порівняно з розвиненими країнами світу він залишається надто високим. Високий рівень травматизму зі смертельними наслідками спостерігається в агропромисловому комплексі, вугільній промисловості, будівництві і транспорті. Слід відзначити високий рівень травматизму із смертельними наслідками у соціально-культурній сфері та торгівлі, який досягає стану травматизму на будівництві і транспорті [3, 4]. Особливе занепокоєння викликає стан охорони праці на малих підприємствах, де рівень травматизму значно вищий, ніж на підприємствах інших секторів економіки [5].

Сучасний стан охорони праці в Україні критичний. Ось лише декілька фактів, що це підтверджують:

1) незадовільні умови праці: за даними офіційного державного статистичного спостереження в умовах праці, які не відповідають гігієнічним вимогам, в Україні за станом на 01.01.2012 р. зайнято 7,2 млн працівників (30% загального числа працівників), а на підприємствах деяких галузей (вугледобувні, гірничорудні, металургійні, металообробні, нафтодобувні тощо) – до 80% усіх робітників;

2) значний рівень захворюваності населення, яке працює (за даними Інституту медицини праці АМН України загальна захворюваність населення, яке працює, становить понад 2100 на 10000 оглянутих; набуває поширення туберкульоз, який серед працівників виявляють у 5 разів частіше, ніж серед населення, яке не працює, інфекційні захворювання, ВІЛ-інфекція);

3) високі показники виробничого травматизму (коефіцієнт частоти травмування на 1000 працівників у 2009-2010 рр. склав в середньому по Україні 1,4, а у 2011 р. – 1,3; коефіцієнт частоти травмування зі смертельним наслідком на 100000 працівників у 2009 р. становив 12,5, у 2010 р. він збільшився до 13,1, а у 2011 р. склав 13,0; коефіцієнт тяжкості травмування у 2009 р. в середньому по Україні складав 36,4 людино- днів на один нещасний випадок, у 2010 р. він збільшився до 36,5, а у 2011 р. – до 37,1 дня);

4) недостатнє фінансування заходів і засобів з охорони праці (вартість цих заходів, передбачених постановою Кабінету Міністрів України від 27.06.2003 р. №994, порівняно з рівнем 2002 р., коли була прийнята нова редакція Закону України «Про охорону праці», сьогодні зросла у десятки разів);

5) неповне виконання та недостатня ефективність державної політики у сфері охорони праці (відсутність системи управління охороною праці в центральних і місцевих органах виконавчої влади, а також органах місцевого самоврядування; застарілість нормативної бази у сфері безпеки, гігієни праці та виробничого середовища; низька ефективність адміністративних заходів і юридичної відповідальності за порушення вимог законодавчих і нормативно-правових актів з охорони праці) [6].

Аналіз нещасних випадків на виробництвах України є одним з основних і необхідних шляхів розробки механізмів профілактики та запобігання травматизму. Адже нещасний випадок на виробництві, особливо летальний, слід розглядати як сигнал про незадовільний стан профілактичної роботи щодо запобігання травматизму. Аналіз травмування за 2006-2010 рр. показує, що найчастіше смертельно травмуються працівники 10 груп професій: гірничий робітник очисного вибою (ГРОВ) (11,9%), водій (10,9%), будівельник (9,9%), працівник керівного складу (7,5%), підсобний робітник (5,1%), охоронник (4,1%), машиніст (3,4%), трактористи та електромонтери (по 3,2%) [6]. На ці групи професій припадає майже 65% всіх смертельних нещасних випадків [7].

Якщо говорити про міжнародний досвід, то варто розглянути стан охорони праці в декількох країнах.

Російська Федерація

Останнім часом у Російській Федерації (РФ) більше уваги приділяється розв'язанню проблем охорони праці при приведенні компаній з укладанням колективних договорів. Для РФ, де для економіки характерна висока питома вага видобувних галузей і галузей первинної розробки природних ресурсів, проблема формування діючих механізмів соціального захисту працівників є особливо актуальною. У РФ координація системи обов'язкового соціального страхування від нещасних випадків на виробництві, пенсійного страхування та соціального захисту населення є недостатньою, що призводить до різних непорозумінь. Подібна ситуація спостерігається і в Україні. Тому потрібно однозначно і чітко розмежувати зобов'язання між цими системами. Основним

джерелами правового регулювання у сфері умов та охорони праці в РФ служать: Конституція РФ, Трудовий кодекс РФ, федеральні й регіональні закони про охорону праці, техніку безпеки й гігієну праці, окремі законодавчі акти, генеральні, галузеві угоди та колективні договори, ратифіковані міжнародні конвенції. Рекомендується використати досвід Росії щодо фінансування заходів з охорони праці у бюджетних установах. На прикладі установ культури показано, що обов'язкова реєстрація колективних договорів в адміністрації міста дає змогу включати до бюджету установ нормативні обсяги витрат на охорону праці [8].

США

Державна система, охорона праці і страхування від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань служить одним з невід'ємних елементів сучасного індустріального суспільства. У всіх розвинених країнах ці системи пройшли довгу дорогу розвитку, зокрема в США, де в даний час діє ефективна державна система управління охороною праці і адекватна система соціального захисту та допомоги потерпілим, становлення цих систем зайняло десятки років. Державний нагляд за додержанням законодавства про охорону праці в США здійснює Міністерство праці США. Правовою основою нині чинної державної системи охорони праці в США є закон про безпеку праці на виробництві, прийнятий в 1970 р. Законом було засновано незалежне федеральне агентство під назвою Управління по безпеці праці на виробництві, яке стало основним виконавчим органом, що забезпечує виконання закону на всій території США. Крім того, в кожному штаті ухвалені свої закони і створені виконавчі органи у сфері безпеки праці [9]. Стандартні заходи по забезпеченню безпеки праці, що закріплюються федеральним і місцевим законодавством, в першу чергу, передбачають, що кожен підприємець зобов'язаний використовувати безпечні устаткування і технології, застосовувати спеціальний одяг і взуття, забезпечувати безпечні умови праці для працівників і в цілому робити все можливе, щоб захистити життя, здоров'я, безпеку і добробут працівників. Управління безпеки праці на виробництві і відповідні департаменти праці штатів випускають детальні розпорядження, що передбачають, зокрема, обмеження по використанню небезпечних матеріалів, вимоги до вентиляції виробничих приміщень, до водопостачання, зберігання виробничих відходів, забезпеченню працівників душовими кабінами тощо. Крім того, підприємці зобов'язані інформувати працівників про існуючі небезпеки виробничих процесів і вивчати дотримання техніки безпеки. Підприємці також зобов'язані фіксувати будь-які, навіть дрібні, випадки виробничого травматизму і втрати робочого часу в результаті нещасних випадків на виробництві. Будь-який працівник має право звернутися в Управління безпеки праці на виробництві з приводу наявних проблем з охороною праці на конкретному робочому місці. Ці відомості служать основою для ухвалення рішень Управлінням безпеки праці на виробництві щодо вибору компаній і конкретних виробництв для проведення перевірок. Якщо на виробництві мав місце випадок із смертельним результатом, Управління безпеки праці на виробництві бере участь в розслідуванні в обов'язковому порядку. Щорік Управління безпеки праці на виробництві проводить десятки тисяч перевірок і накладає десятки мільйонів доларів штрафів на підприємців.

Канада

Досвід Канади щодо діяльності з безпеки праці та страхування є актуальним для України з інформування підприємців та працівників про права та пільги застрахованих, про допомоги та виплати потерпілим, про обов'язки підприємця та страхової організації. До досягнення пенсійного віку виплати потерпілому здійснюються страховою організацією, після він отримує звичайну пенсію.

Республіка Білорусь

Основним пріоритетним напрямом діяльності Міністерства праці та соціального захисту Республіки Білорусь та інших республіканських органів державного забезпечення є дотримання забезпечення права громадян на здорові та безпечні умови праці. Міністерством взято напрям на розробку й затвердження міжгалузевих документів, які встановлюють однакові вимоги безпеки до робочих місць та організації робіт [10]. Акцент держави – на контролі працедавців та поширенні знань про свої права серед працівників.

Швейцарія та інші країни ЄС

Правову основу охорони праці у Швейцарії складають Закон «Про страхування від нещасних випадків», Закон «Про працю», а також Закон «Про безпеку технічного устаткування й апаратури». Закон «Про страхування від нещасних випадків» містить у собі заходи профілактики від нещасних випадків і професійних захворювань. У Законі «Про працю» викладено правові вимоги про працю, спеціально зорієнтовані на завдання охорони здоров'я зайнятих на виробництві працівників.

Інноваціями законодавчого характеру останніх років у Законі «Про страхування від нещасних випадків» і в Законі «Про працю» можна назвати набуття чинності постанов, які стосуються фабрично-заводських лікарів та інших фахівців з охорони праці. За Швейцарським інститутом страхування від нещасних випадків закріплено питання, що стосуються перевірки відповідності устаткування і його функціонувань до декларованих стандартів, а також уживання необхідних заходів або проходження технічного тестування. Устаткуванням непромислового призначення займається Консультаційний орган з питань запобігання нещасних випадків, а також різного роду спеціалізовані організації. У Швейцарії поки ще малопомітним залишається вплив соціальних партнерів. У той же час розроблювані в комісіях ЄС норми та стандарти з охорони праці, безпеки технічного устаткування впроваджуються в національні нормативи й публікуються у відповідних виданнях [11]. Як відомо, охорона праці спрямована на запобігання травматизму й забезпечення сприятливих виробничих умов. Принцип, що розділяється всіма країнами, які входять в ЄС – відповідність національних систем охорони праці до нових технологій та систем організації праці, що означає визнання зростаючої ролі охорони праці. Керівні органи ЄС прагнуть до об'єднання зусиль держав-членів Євросоюзу в цій області: видаються нормативні документи з охорони праці, що охоплюють різні аспекти виробничої діяльності, зокрема, вони включаються в національні закони з охорони праці, постійно підвищуючи планку вимог щодо її умов. Для практичного втілення в життя положень стратегії Єврокомісія використовує всі наявні інструменти (законодавче регулювання, соціальний діалог, практику корпоративної соціальної відповідальності, економічні стимули); пропонується розробити директиву для відвернення хуліганства і насильства на робочих місцях, здійснювати консультування соціальних партнерів з питань умов праці. На сьогодні країни ЄС приділяють зростаючу увагу пошукам шляхів, що ведуть до поліпшення виробничого середовища, посилення охорони праці. Створено Європейський фонд поліпшення умов життя і праці, який є однією з організацій ЄС.

Неабияке значення доля охорони праці має і питання підготовки фахівців з охорони праці, тобто, інженерів охорони праці. Наприклад, в Німеччині останніми роками формується новий вигляд охорони праці, який відрізняється від традиційного. Тому у багатьох фірмах охорона праці розглядається не як вимога суспільства про збереження здоров'я громадянина, а як основна мета підприємства на рівні з комерційним успіхом. Підготовка фахівця з безпеки на виробництві поставлена у ФРН таким чином, що диплом з охорони праці людина отримує майже в 30 років, тобто вже в зрілому віці. Що ж до України, то на сьогоднішній день діє Типове положення про громадського інспектора з охорони праці. Громадський інспектор здійснює громадський контроль за додержанням законів, інших нормативно-правових актів з охорони праці, виконанням роботодавцем і уповноваженими ними посадовими особами заходів щодо запобігання нещасним випадкам на виробництвах та професійних захворювань. Вікових обмежень немає.

Висновки

Очевидно, що нашій країні необхідно багато зробити для того, аби охорона праці вийшла на гідний рівень. В даний момент ми займаємо 2 місце в рейтингу за рівнем травматизму серед країн СНД після Таджикистану [2]. Доцільним було б перейняти досвід Німеччини щодо підготовки справді якісних фахівців з охорони праці, Білорусі та країн ЄС щодо поширення освіченості серед працівників про їхні законні права, США та Канади щодо жорсткого контролю працедавців та системи стягнень з недобросовісних компаній. Важливою є не лише робота в напрямку охорони праці, а й комплексний розвиток держави – знищення такого явища, як корупція, укріплення слобкої правової та законодавчої системи, реформування виконавчої влади.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз регуляторного впливу проекту постанови Кабінету Міністрів України „Про затвердження Порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві”
2. Р.Б. Бойко Правовий аспект охорони праці: міжнародний досвід для України Вісник Академії адвокатури України 2011 с. 81-86
3. Геврик Є. О. Охорона праці: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів [Електронний ресурс] / Є. О. Геврик. – К. : Ельга: Ніка-центр, 2003. – 280 с. – Режим доступу : lib.ltd.ua/охорона-праці-геврик.html
4. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник [Електронний ресурс] / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. – 5-те вид., доп. – Львів : Афіша, 2000. – 350 с. – Режим доступу : <http://www.studmed.ru/bezopas....raslyam>
5. Гогіташвілі Г. Г. Основи охорони праці [Електронний ресурс] / Г. Г. Гогіташвілі, В. М. Лапін. – К. : Знання, 2008. – 302 с. – Режим доступу : library.nung.edu.ua/okhorona-pratsi-yak-vazhlivii-aspekt-diyalnosti

6. Виноградов О. В. Охорона праці. Аналіз стану охорони праці в Україні / О. В. Виноградов // Статистика України. - 2011. - №3. - С. 31-35.
7. Відомості про стан виробничого травматизму. [Електронний ресурс]. - www.dnopr.kiev.ua
8. Про соціальне партнерство та управління охороною праці в Російській Федерації [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.dnopr.kiev.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=718&Itemid=60
9. Щодо досвіду наглядових органів США в питанні здійснення державної політики у сфері промислової безпеки та охорони праці на виробництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.dnopr.kiev.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=5881&Itemid=170
10. Про атестацію робочих місць та паспортизацію санітарно-технічного стану умов праці в Білорусії [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.dnopr.kiev.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=515&Itemid=60
11. Офіційна веб-сторінка Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду (Держгірпромнагляду) виробництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dnopr.kiev.ua/index.php>

Стадній Олександра Юрійівна, студентка групи 2СІ-146, Факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: alix.stadniy@gmail.com

Науковий керівник: **Дембіцька Софія Віталіївна** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри БЖД, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Stadniy Oleksandra Yuriyivna, student of the Faculty of Automation, Electronics and Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: alix.stadniy@gmail.com

Supervisor: **Dembitska Sofiia V.**, assistant professor, Vinnytsia National Technical University

Підвищення якості безпекової компоненти у машинобудівній галузі

Вінницький національний технічний університет

Анотація. В статті розглянуто основні причини проблем сучасного ефективного виробництва – недостатній рівень якості підготовки спеціалістів, залежність якості освіти фахівців на безпеку у виробництві.

Ключові слова: безпекова компонента, професійна підготовка, міжнародні стандарти, якість навчання, фахівець, безпека життя, якість підготовки фахівця.

Increasing the quality of the security components in the machine-building industry

Abstract: The article deals with the main causes of problems of modern effective production - insufficient quality of training of specialists, dependence of the quality of training specialists on safety issues of production.

Keywords: security component, professional training, international standards, quality of training, specialist, safety of life, quality of training of a specialist.

Вступ

З кожним днем технології та промисловість в цілому, в нашій країні безперервно рухаються в сторону розвитку. Ефективність розвитку України, як незалежної суверенної держави, залежить від темпів розвитку її промисловості. Внаслідок цього, відбувається постійна потреба в розвитку виробництва усіх галузей, яке неможливе без використання новітніх технологій та знань. Саме тому, нині гостро стоїть проблема професійної підготовки молодих фахівців, задля отримання очікуваного результату, гарантуючи при цьому максимальний рівень безпеки праці на всіх стадіях виробництва.

Розгляд проблеми та шляхи вирішення

Вирішення даної проблеми займає багато часу та тягне за собою постійні зміни в навчанні та підготовці фахівців майбутнього. Фахівців конкурентоздатних та висококваліфікованих. З точки зору безпеки, рівень кваліфікації, компетентності фахівця та дотримання правил безпеки на виробництві – найкраща гарантія безпеки життя та праці працюючого [1].

Як правило, нещасні випадки відбуваються найчастіше з недостатньо кваліфікованими, не зацікавленими або неуважними робітниками. Тому, питання підготовки високо освідчених спеціалістів торкається не лише виробництва та промисловості, але й безпосередньо питання збереження людського життя.

Якість спеціалізованої підготовки фахівця залежить у значній мірі від навчального закладу, де готується майбутній спеціаліст. Останні роки відбувається тенденція демократії у відношенні до студентів. В більшості випадків ці зміни є негативними. Студентам надається право:

- Самостійно обирати частину навчальних дисциплін;
- Надання права на добровільне відвідування лекцій та занять;
- Самостійне вивчення курсу деяких спеціальних дисциплін;
- Недостатній рівень контролю знань [4].

Задля підвищення безпекової компоненти, недостатньо однієї якості освіти та кваліфікації фахівців, ще й потрібно дотримуватися виконання цілого ряду стандартів. Щоб споживач був впевненим, у високій якості, надійності, безпеки товару, чи послуги виробником на переважній більшості підприємств застосовується практика використання системи сертифікації ISO, яка встановлює стандарти на виготовлений товар чи надану послугу. Дана сертифікація гарантує споживачу відмінний стан та якість товару, розробку чи виготовлення згідно ряду вимог тих, чи інших стандартів якості. Існують наступні категорії стандартів [5].



Рисунок 1. Категорія стандартів

Міжнародні стандарти ISO дали визначення якості, в загальному понятті: якість – властивість об’єкта зуміти задовольнити потреби, які висуваються до нього. Якість освіти, як загальний комплекс, що характеризує весь процес здобуття освіти в цілому, визначає правильне формування професійних знань та свідомості [3].



Рисунок 2. Характеристики якості освіти

Якість потенціалу – сукупність мети освіти, якість освітнього стандарту, стан матеріально-технічної бази, та спроможності викладання, ясність поставленої задачі перед учнями.

Якість процесу формування професіоналізму ставить за мету створювати та контролювати мотиваційний рівень викладачів, ефективність викладання, індивідуальний підхід, вміння чітко ставити задачі та вимоги. Формування професіоналізму – процес комплексний, який відповідає за якість усієї технології освіти та презентації досягнень в навчанні.

Якість результату освіти – виявлений на практиці рівень знань, усвідомлення спеціалізації фахівця, спроможність працевлаштуватися, бути конкурентоздатним, займатися самоосвітою, поглиблювати професійні знання [3].

Висновки

Отже, варто відмітити, що в наш час, недостатнім є надбаний багаж знань. Сучасність зобов'язує фахівця постійно оновлювати свої знання та вміння, розширювати їх та змінювати. Найбільше це стосується машинобудівної галузі, так як відбувається постійне оновлення методів виготовлення деталей та механізмів. Саме тому, багато фахівців зобов'язуються проходити відновлення кваліфікації раз на три роки. Керівництво підприємства завжди наполягає на цьому, стимулюючи фахівців машинобудівної галузі, час від часу поновлювати чи підвищувати свою кваліфікацію.

Важелів є декілька: збільшення заробітної плати, покращення умов праці, визнання статусу в колективі. Дані методи стимулювання та контролю знань на практиці, необхідні у великій мірі, для гарантування безпеки, як працюючих, так і споживачів, котрі будуть користуватися продукцією. Щоб виконати поставлену задачу, якість освіти повинна бути синхронізована з сучасними вимогами та потребами суспільства. Але крім цього, вона обов'язково має бути спрямована на майбутнє, враховуючи швидкі темпи розвитку машинобудування в цілому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Зязюн І. А. Інтелектуально творчий розвиток особистості в умовах неперервної освіти / І. А. Зязюн [монографія] // за ред. І. А. Зязюна. – К. : Віпол, 2000
2. Семиченко В. А. Пріоритети професійної підготовки : діяльнісний чи особистісний підхід / В.А. Семиченко // Педагогічний дискурс, випуск 1, 2007
3. Кремень В. Г. Освіта і наука України: шляхи модернізації (Факти, роздуми, перспективи) / В. Г. Кремень. – К. : Грамота, 2003
4. Козловська І. М. Теоретико-методичні основи інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дидактичні основи / І. М. Козловська // монографія, Світ, 1999
5. Лутай В.С. Філософія сучасної освіти. – К., 1996
6. Гичан И.С. Психология профессионального становления специалистов. – Киев, 1989

Львович Євгеній Юрійович – студент групи 2ПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:Lvovich.zhenya@gmail.com;

Костюк Сергій Сергійович - студент групи 2ПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergeykostuk64@gmail.com;

Рябчук Людмила Іванівна – асистент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:Ryabchuk63@gmail.com;

Lvovych Evgeniy Yuryevich - Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnitsa, National Technical University, Vinnytsia, e-mail:Lvovich.zhenya@gmail.com

Kostyuk Sergey Sergeevich - Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnitsa, National Technical University, Vinnytsia, e-mail:Lvovich.zhenya@gmail.com

Ryabchuk Lyudmila Ivanivna - Assistant to the Department of Safety of Life and Security Pedagogy, Vinnitsa, National Technical University, Vinnytsia, e-mail:Ryabchuk63@gmail.com

СУЧАСНИЙ ПОГЛЯД НА АВТОМАТИЗОВАНЕ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано і описано спосіб автоматизованої системи пожежогасіння спринклерного типу з інноваційним використанням водних і електричних ресурсів для підприємства харчової промисловості.

Ключові слова: автоматизована, система, безпека, пожежа.

Abstract

Proposed and describes how automated fire extinguishing systems sprinkler-type innovations it of water and power resources for food industry.

Keywords: automated systems, security, fire.

Вступ

Сьогодні, автоматична установка пожежогасіння (АУПГ) — установка пожежогасіння, що автоматично спрацьовує при перевищенні контрольованим чинником (чинниками) пожежі встановлених порогових значень в зоні, що захищається.

Метою роботи є донесення майбутнім фахівцям, про особливості даної системи, порядок установки і принципи за якими працює дана система.

Результати роботи

Залежно від технологічного процесу обирається: водяне пожежогасіння, пінне пожежогасіння, газове пожежогасіння, порошкове пожежогасіння, аерозольне пожежогасіння. Для даного підприємства яке є підприємством харчової промисловості можливе використання у якості водяне пожежогасіння, оскільки Вода в даних установках через спеціальні насадки перетворюється на водяний туман, який заповнює об'єм приміщення, і ефективно впливає на осередок спалаху, не наносячи збитку обладнанню, меблям і людині.

Як показує статистика, кількість пожеж, успішно погашених правильно експлуатованими спринклерними установками, складає в середньому 96%, що свідчить про досить високу ефективність їхнього використання.

Спринклерними і дренчерними установками в обов'язковому порядку обладнуються будинки промислового і цивільного призначення на підставі переліку, що міститься у відповідних главах СНіП. Спринклерування використовується для локального гасіння пожеж у приміщеннях, дренчерування ж застосовується в тих випадках, коли за умовами технології при виникненні загоряння можливо швидке поширення вогню і для його локалізації і гасіння потрібна велика кількість води з одночасним зрошенням палаючих матеріалів і створенням водяних завіс (наприклад, на сценах театрів, у прорізах транспортерів і т. п.). Дренчерний захист, крім того, може використовуватися для поділу пожежонебезпечних приміщень на окремі відсіки (секції), а також для створення розділових вставок у будинках з різним ступенем пожежної небезпеки.[1]

Приведення в дію спринклерної установки відбувається автоматично за рахунок спрацювання (розплавлення) легкоплавного замка спринклерної головки внаслідок підвищення температури в приміщенні, що захищається, до визначеної, наперед заданої величини. Пуск дренчерних установок може здійснюватися одним з наступних спонукальних пристроїв: тросовою системою з легкоплавкими замками; гідравлічними чи пневматичними системами зі спринклерними голівками; датчиками (сповіщувачами) електричної дії, що реагують на тепло, дим, світло чи ультразвук; кранами ручної дії.

Використовуються спринклерні голівки виконують роль датчиків (у цьому випадку вони впливають на загальну інерційність системи) і подають воду у вогнище горіння.

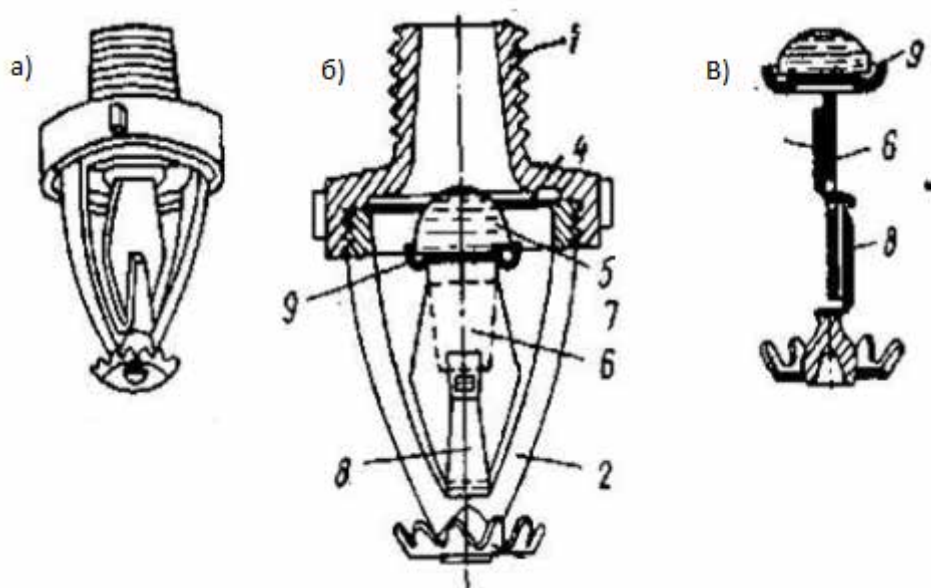


Рис. 1. Схема спринклера СП-2, де а) зовнішній вигляд, б) деталізований вигляд, в) схема випускного каналу

Спринклер СП-2 (рисунку 1) складається з 1 – бронзовий корпус, 2 – рамка, 3 – розбризкуюча розетка, 4 – діафрагма, 5 – скляний клапан, 6,7,8 – замки, 9 – мідна шайба.

Проектування даної системи займаються спеціалізовані компанії на замовлення, з урахуванням побажань і фінансових можливостей. Загальна схема автоматичної системи пожежогасіння зображена на рисунку 2.

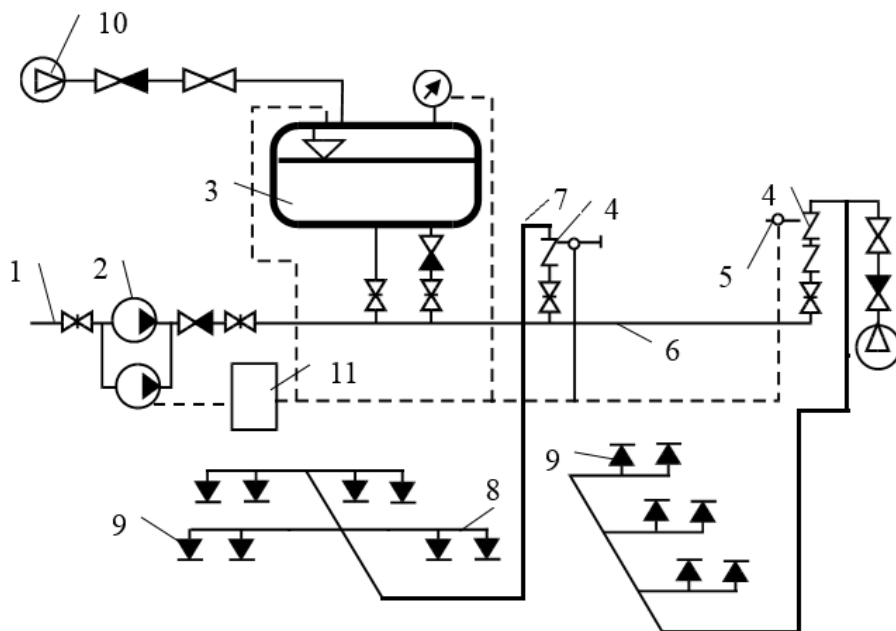


Рис. 2. Загальна схема автоматичної системи пожежогасіння.

На рисунку 2 зображено: 1-вододжерело; 2-основний(резервний) насос; 3-автоматичний водоживлювач; 4-вузол управління; 5-сигналізатор тиску; 6-трубопровід, що підводить; 7-живлячий трубоп-

ровід; 8-розподільчий трубопровід; 9-спринклерні зрошувачі; 10-повітряний компресор; 11-прилад управління. Новаторство методу полягає в тому, щоб розміщувати бак з водою на горищі підприємства, також на горищі розміщуються компресор і основний(резервний) насос. Це робиться для того, щоб зменшити навантаження на двигун, оскільки тиск водяного стовпа створює серйозне навантаження на двигун насосу. У звичайних системах бак з водою розміщуються у підвалах і відповідно потребується потужні двигуни які будуть піднімати цю воду з підвалу і аж до спринклера, для цього ще потрібно потужний компресор, що збільшує вартість усього проекту. Розміщуючи на горищах усе технологічне обладнання, використання потужних двигунів не потрібно, оскільки вода сама буде стікати і потрібне лише незначний тиск для розпилення води.

З точки зору економії природних ресурсів для наповнення баку з водою ми використовуємо талу воду і воду з опадів. Через дренажну систему вода потрапляє до баку з водою, де проходить два ступеня очистки, а саме грубої і тонкої. Фільтри фільтрують воду від зайвих домішок. У баку передбачені срібні вставки для того, щоб вода в баку залишалася придатною для гасіння і була без органічних домішок. Таким чином ми повністю відмовляємося від води з магістрального водопроводу і економим природний ресурс. Звичайно до бака підведена вода з водопроводу але подача води буде відбуватися лише у випадку коли бак буде пустий.

Передбачена система управління і сповіщення через головний пристрій управління який зв'язаний з головним диспетчерським пунктом де відбувається постійний моніторинг роботи даної системи

Висновки

Встановлено, що запропонований спосіб попередження і нейтралізації пожежогасіння є ефективним заходом по нейтралізації пожежі, для офісних і виробничих приміщень де дозволено гасити пожежі водою. Головна особливість даної системи це енергонезалежність, оскільки у дані системі при відсутності електричного живлення процес гасіння в будь-якому випадку відбудеться, водою яка була відібрана з опадів. Це підвищує надійність системи в цілому адже для системи не є критичним відсутність електропостачання і подачі води з магістрального водопроводу, це є головним переважаючим фактором для системи автоматизованого пожежогасіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пахомов В. П. Сравнительный анализ технических характеристик спринклерных оросителей // Режим доступу: <http://www.firesprinkler.ru/dmdocuments/FS090318-1.pdf>
2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004-2013, с. 89.

Паланюк Олександр Вячеславович — магістр електричної інженерії, аспірант, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleksanderp@mail.ru

Томчук Микола Антонович — канд. техн. наук, доцент кафедри БЖДПБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

Palanyuk A. V. — magistr of electricity, aspirant, National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleksanderp@mail.ru

Tomchuk M. A. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Department BZHDPB, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ У ПОВСЯКДЕННИХ УМОВАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено екологічні проблеми діяльності підрозділів ДСНС у повсякденних умовах.

Ключові слова: пожежно-рятувальна частина, екологічні проблеми, забруднення води, забруднення ґрунту, забруднення атмосферного повітря.

Abstract

Investigated the environmental problems of units of the State Service for Emergency Situations in everyday conditions.

Keywords: fire-rescue part, environmental issues, water pollution, soil contamination, air pollution.

Вступ

У нормальних умовах функціонування пожежно-рятувальна частина є споживачем природних ресурсів, внаслідок чого здійснюється вплив на навколишнє середовище.

У діяльності пожежно-рятувальної частини можна виділити наступні групи екологічних проблем:

- екологічні проблеми, пов'язані з діяльністю пожежно-рятувальної служби у нормальних умовах;
- екологічні катастрофи під час пожеж;
- екологічні катастрофи, які виникають під час ліквідації пожеж;
- екологічні проблеми, пов'язані з етичним та юридичним вихованням особового складу пожежно-рятувальної служби.

Результати дослідження

Пожежно-рятувальна частина являє собою обладнану територію в населеній частині міста чи селища. У процесі функціонування пожежно-рятувальна частина утворює відходи, забруднює відведену територію, атмосферне повітря, водні об'єкти. Оцінка цього впливу наводиться в екологічному паспорті (ГОСТ 17.0.0.04-90 «Охорона природи. Екологічний паспорт промислового підприємства. Основні положення»).

Екологічний паспорт промислового підприємства – нормативно-технічний документ, який включає дані про використання підприємством природних ресурсів та їх повторне використання, визначення впливу виробництва на довкілля.

Пожежно-рятувальна частина як об'єкт, що функціонує, являє небезпеку для навколишнього середовища, хоча порівняно з промисловими об'єктами – не виготовляє продукції, і тому в меншій мірі забруднює довкілля.

Забруднення ґрунту на території пожежно-рятувальної частини відбувається засобами пожежогасіння і продуктами горіння, що змиваються з пожежних автомобілів, з території під час тренувань особового складу, при розливі під час заправлення цих засобів і зливання вогнегасних речовин, що залишилися не використаними під час гасіння пожеж. Забруднення також відбувається при ремонті технічних засобів пожежогасіння та автомобілів. Є й тверді відходи та сміття на території пожежно-рятувальної частини [1].

Для запобігання забрудненню ґрунту необхідна рекультивация земель, утилізація сміття та засобів пожежогасіння, прибирання території частини, використання зелених насаджень на території частини тощо.

Забруднення води відбувається за рахунок утворення зливних вод з території пожежно-рятувальної частини. Джерелами утворення стічних вод виступають: побутові води, зливні та талі води, вода, що застосовується для миття машин і території.

Залпове скидання води характеризується зміною витрати води і концентрацією речовин, що забруднюють навколишнє середовище. Витрати води залежать від типу території та виду опадів, а концентрація забруднюючих речовин залежить від ступеня благоустрою та санітарного стану території.

До складу стічних вод входять: завислі частинки (сміття, продукти руйнування будинків і доріг, продукти ерозії ґрунту, викиди в атмосферу промислових підприємств і автомобілів), розчинені речовини, нафтопродукти, органічні речовини та ряд інших хімічних сполук [2].

Для очищення води від твердих речовин можна використати наступне обладнання:

- усереднювачі (усереднювач – це технологічна ємність в якій проходить процес вирівнювання нерівномірностей потоку стічних вод по витраті та концентраціям з метою забезпечення рівномірної подачі стоків на очистку; для подальшої очистки стоків в усереднювачі проходять анаеробні процеси; ефект очищення досягається за рахунок інтенсивного розбавлення води);
- пісколовки (під дією сили тяжіння великі частинки піску та мінеральних нерозчинних забруднювачів осідають на дно);
- відстійники (під дією сил тяжіння великі частки осідають на дно ємкості);
- центрифуги (під дією відцентрових сил забруднюючі частинки відкидаються до стінок центрифуги);
- фільтри (решітчасті, сітчасті, паперові);
- аерація (флотація) – барботаж води у нижній частині ємкості зі підйманням забруднюючих речовин.

Після механічного очищення стічних вод від завислих частинок їх очищають від розчинених у воді забруднюючих речовин.

Існують наступні методи очищення стічних вод від розчинених домішок:

- екстракція (перерозподіл домішок зі стічних вод до екстрагенту);
- сорбція (застосування сорбентів для усунення шкідливих домішок);
- електрокоагуляція (очищення гальванічними засобами від важких металів);
- озонування;
- іонний обмін (застосування іонних смол для усунення домішок на основі усунення вакансій);
- нейтралізація (для видалення кислот і лугів зі стічних вод).

Якість питної води, що поступово погіршується, змушує підприємства та організації очищати стічні води та використовувати їх повторно. Підрозділи ДСНС не є винятком. Вода з відстійників може застосовуватись для миття машин і території, а також як додатковий запас води.

На території частини розташовуються котельні, що є джерелами підвищеного забруднення атмосфери як твердими частками і газоподібними речовинами, так і енергією (теплове забруднення). Окрім котельних, атмосферне повітря забруднюють й інші об'єкти частини: акумуляторні, АЗС, технічні засоби, що використовують двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) [1].

Найбільш небезпечним джерелом забруднення атмосферного повітря є автомобільний транспорт. Зростання парку автомобільного транспорту негативно впливає на навколишнє середовище і супроводжується не лише використанням природних ресурсів, а й забрудненням навколишнього середовища. Для виконання своїх обов'язків працівникам служби цивільного захисту вкрай необхідні автомобілі [3].

На сучасному етапі у пожежно-рятувальній частині використовується великий спектр технічних засобів, які працюють на двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ). Карбюраторними двигунами оснащені: ЗІЛ-130, ЗІЛ-131, ГАЗ-66, УАЗ-469, ГАЗ-53, УРАЛ-375 та інші. Дизельними двигунами оснащені: КРАЗ-255, КРАЗ-256, КАМАЗ-4240 та інші. Окрім автомобільних шасі, використовується причіпне та напівпричіпне обладнання з приводом від ДВЗ: насоси, мотопомпи, підйомне обладнання, компресори тощо [1].

Під час горіння палива у двигунах утворюються відходи (відпрацьовані гази), які забруднюють атмосферне повітря, воду, ґрунт.

Токсичні речовини від автомобіля потрапляють в атмосферне повітря трьома шляхами:

- з відпрацьованими газами (рис. 1);
- з системи вентиляції картера (картерні гази);
- при випаровуванні з паливної системи і паливного бака.

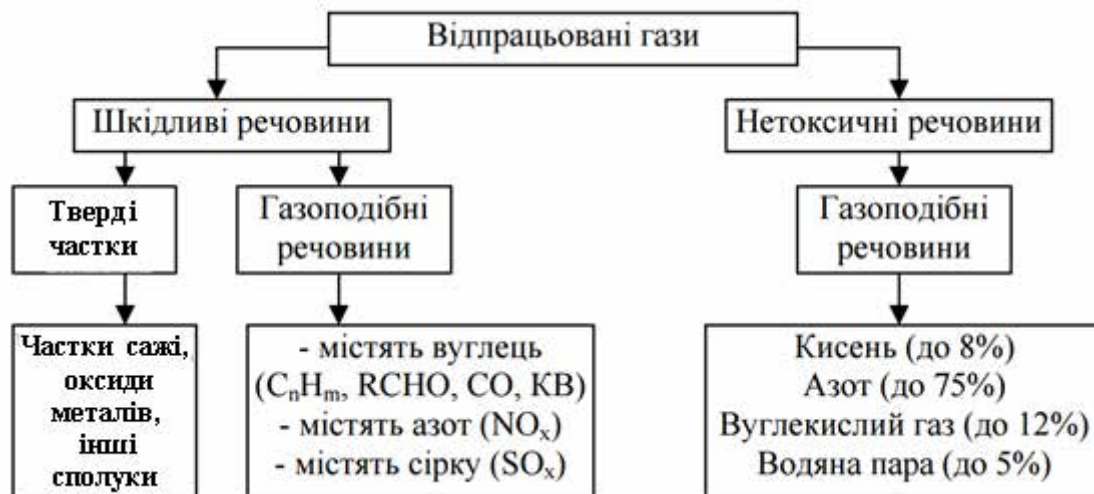


Рисунок 1 – Класифікація складу відпрацьованих газів ДВЗ, де: C_nH_m – неканцерогенні вуглеводні; RCHO – альдегіди; CO – оксид вуглецю; KB – канцерогенні вуглеводні [1]

Картерні гази містять у значній кількості акролеїн і формальдегід. Фахівці Швейцарії встановили, що за рахунок випаровування бензину з систем живлення щорічно втрачається 7 л бензину на 1 автомобіль.

Зі зростанням у бензині вмісту ароматичних вуглеводнів погіршується якість атмосферного повітря, зростають викиди альдегідів, бенз(а)пірену. Як антидетонаторні добавки до бензину вводять сполуки свинцю, що спричиняє забруднення навколишнього природного середовища свинцем [2].

Шкідливим є розлив змащувальних матеріалів і палива. У навколишньому середовищі нафтопродукти розкладаються: у ґрунті за рік – на 25-82%, в озерах – на 20% за 100 днів після розливу. Зростання октанового числа веде до збільшення хімічної активності бензину, а на сучасному етапі науково-технічного прогресу з'являються все нові домішки і присадки, що також збільшують агресивність бензину при розливі [1].

Зменшити забруднення навколишнього природного середовища транспортними засобами, що застосовуються в пожежно-рятувальній службі, можна трьома шляхами:

- технічним (удосконалення двигуна, ходової частини, поршневої групи, карбюратора, газорозподільного механізму, форми автомобілю, застосування повітряних фільтрів, нейтралізаторів і каталізаторів відпрацьованих газів, альтернативних видів палива тощо);

- експлуатаційним (кваліфікація водія, правильний режим роботи, вчасне технічне обслуговування, якісний ремонт, вчасне і правильне змащування вузлів і механізмів, миття машин);

- організаційним (екологічні пости, дорожня розмітка, озеленення території населеного пункту, об'їзні дороги для вантажного транспорту, «зелена вулиця»).

Зростаючий вплив на навколишнє середовище автотранспорту зобов'язує до пошуку вирішення питання про зниження шкідливого впливу без зменшення парку машин.

Нормальне функціонування пожежно-рятувальної частини, на жаль, пов'язане із забрудненням навколишнього природного середовища. Дбайливе ставлення до природних ресурсів, до

автомобілів, будівель у кінцевому результаті приводить не лише до поліпшення стану навколишнього середовища, але й підвищує ефективність діяльності служби цивільного захисту.

Висновки

Отже, досліджено екологічні проблеми діяльності підрозділів ДСНС у повсякденних умовах. Охарактеризовано основні джерела забруднення ґрунту, водних ресурсів та атмосферного повітря на території пожежно-рятувальної частини. Наведені основні заходи спрямовані на запобігання та ліквідацію забруднень на території пожежно-рятувальної частини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андронов В. А., Буц Ю. В., Крайнюк О. В., Коврегін В. В. Екологія: Навчальний посібник. Для самостійної роботи студентів. – Х.:УЦЗУ, 2008. – 382 с.
2. Корсак К. В., Плахотнік О. В. Основи екології; Навчальний посібник. – К. : МАУП, 2002. – 296 с.
3. Джирегей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища; Навчальний посібник. – 2-е вид. – К.:Знання, КОО, 2002. – 203 с.
4. Андронов В. А. Екологія; Конспект лекцій. – Х: АЦЗУ, 2006. – 105 с.

Панькевич Анна Сергіївна – магістр екології, Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annpankevich@gmail.com

Томчук Микола Антонович – к. т. н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

Pankevych Anna – magist ecology, Institute for Environmental Security and Environmental Monitoring, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annpankevich@gmail.com

Nikolay A. Tomchuk – docent of life safeness and pedagogic of security, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІНОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ОХОРОНІ ПРАЦІ НЕПОВНОЛІТНІХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

На сучасному етапі потенційна роль та необхідність всебічного розвитку охорони праці є особливо важливим, оскільки створення безпечних і здорових умов праці для неповнолітніх є гарантією демократичної держави та важливим рушієм розвитку її економіки. Створення дієвої програми захисту інтересів працюючих неможливе без впровадження системи організації охорони праці на виробничому рівні.

Ключові слова: охорона праці, виробнича безпека, пожежна безпека, виробнича санітарія.

Abstract.

At the present stage, the potential role and necessity of comprehensive development of labor protection is especially important, since the creation of safe and healthy working conditions for minors is a guarantee of a democratic state and an important driving force for the development of its economy. Creating an effective program for protecting the interests of workers is impossible without the introduction of a system of organization of labor protection at the production level.

Key words: labor protection, industrial safety, fire safety, industrial sanitation.

Вступ

Більшість неповнолітніх влаштовуючиш на роботу не знають про те, що вони наділені законодавством спеціальним комплексом прав, і деякі роботодавці цим користуються і надають їм відповідні умови для роботи. Виходячи з поставлених перед охороною праці задач, вона складається з правових та організаційних основ, виробничої санітарії та пожежної безпеки на виробництві.

Правові та організаційні основи охорони праці - це комплекс взаємопов'язаних законів та інших нормативно-правових актів, соціально-економічних та організаційних заходів, спрямованих на правильну і безпечну організації праці, забезпечення працюючих засобами захисту, компенсацію за важку роботу в шкідливих умовах, навченість працівників безпечному веденню робіт, регламентацію відповідальності та відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я неповнолітнього працівника або його смерті.

До організаційних заходів належить: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, нормативно правових актів з охорони праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, обладнання, технічних систем.

До виробничої санітарії належить система організаційних, гігієнічних, санітарно-технічних та інших практичних заходів і засобів, яка спрямована на запобігання виробничій небезпеці, обумовленій шкідливими факторами. Засоби з виробничої санітарії для неповнолітніх передбачає створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, теплоізоляцію конструкцій будівель та технологічного устаткування; заміну шкідливих речовин та матеріалів зниження рівнів шуму, інфразвуку, вібрації, електромагнітних та електростатичних полів, іонізуючого випромінювання, влаштування раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Для неповнолітніх виробнича безпека являється системою організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів. До заходів з виробничої безпеки належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокувальних засобів; правельне та зручне розташування органів керування устаткуванням; розроблення та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами; запровадження принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів. До заходів з пожежної безпеки належать: запровадження системи попередження пожеж та системи протипожежного захисту.

Правові та організаційні основи охорони праці є тією ж базою, яка забезпечує соціальних захист працівників і на якій будується інженерно-технічна складова охорони праці. Виробнича санітарія виробнича безпека та пожежна безпека на виробництві з одного боку базуються на правових та організаційних основах охорони праці, з іншого – вони визначають пріоритети, структуру цих основ та необхідність змін в них. Мета охорони праці формування у майбутніх фахівців необхідного в їх професійній діяльності рівня знань та умінь з правових і організаційних питань та знаннями правил безпеки для неповнолітніх.

Для неповнолітніх особливо важливе місце являється пожежна безпека на виробництві – це комплекс заходів та засобів, спрямованих на запобігання пожеж та вибухів у виробничому середовищі, а також на зменшення негативної дії небезпечних факторів, які утворюються в разі їх виникнення. Також потрібно для неповнолітніх що не досягли вісімнадцяти років щорічні відпустки надають в зручний для них час. Крім цього, забороняється ненадання щорічних відпусток повної тривалості протягом двох років підряд, а також ненадання їх протягом робочого року особам віком до вісімнадцяти років.

Працівник, зокрема, і неповнолітній має право на оплату своєї праці відповідно до актів трудового законодавства, колективного договору та на підставі укладеного трудового договору. Власник при укладенні трудового договору зобов'язаний повідомити працівнику всі умови оплати праці, її розміри, порядок і терміни виплати.

Забороняється будь-яким способом обмежувати права неповнолітнього працівника вільно розпоряджатися своєю зарплатою. Держава також маж покласти певні обов'язки з охорони праці неповнолітніх на власників підприємств. Зокрема, з метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності, профілактики травматизму і професійних захворювань, отруєнь та відвернення іншої можливої шкоди для здоров'я на підприємствах, в установах і організаціях різних форм власності повинні встановлюватися єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей, а також до якості машин, обладнання, будівель та інших об'єктів, які можуть мати шкідливий вплив на здоров'я. Всі державні стандарти, технічні умови і промислові зразки обов'язково погоджуються з органами охорони здоров'я в порядку, встановленому законодавством. Власники і керівники підприємств, установ та організацій зобов'язані забезпечити в їх діяльності виконання правил техніки безпеки, виробничої санітарії та інших вимог щодо охорони здоров'я, передбачених законодавством.

В Україні все частіше ми чуємо про грубе порушення правил прийому на роботу неповнолітніх, тому в статті ми поставитися до цієї проблеми більш детально, та проаналізувавши статистику по працюючим неповнолітнім, рекомендуємо прийняти більш кращі закони для працюючих неповнолітніх. Також потрібно частіше перевіряти підприємства де працюють неповнолітні та слідкувати як вони ознайомленні з охороною праці. Чи вони отримують увесь соціальний пакет від роботодавця, адже я вважаю що неповнолітні це є майбутнє України, тому до них потрібно відноситися з розумінням, та надавати їм всі привілеї, щоб вони могли вчитися і працювати, і це не заважали їхньому здоров'ю та саморозвитку.

В даній статті було розглянуто основні способи та недоліки слідкування за працею неповнолітніх, тому проаналізувавши всі негаразди які трапляються з неповнолітніми пропонується для покращення становища впровадити такі рекомендації, які зможуть виправити становища в Україні та досягнути

менше травмувань та невідповідної поведінки для працюючих неповнолітніх. Рекомендації з організації, виконання та контролю за безпечною працею неповнолітніх:

Загальні рекомендації:

1. Умови і види робіт для неповнолітніх мають відповідати віковим і функціональним можливостям, не здійснювати несприятливого впливу на ріст, розвиток і стан здоров'я підлітків.
2. Праця має унеможливити підвищену небезпеку травматизму для підлітків та оточуючих і враховувати підвищену чутливість організму в цьому віці до дії факторів виробничого чередовища та трудового процесу
3. Переконаватися в необхідном забезпеченні засобами захисту.
4. Знати характерні небезпеки для здоров'я, властиві виконаній роботі
5. Сумлінно пройти інструктаж з питань охорони праці, дотримуватися правил безпеки праці
6. Звертатися до керівника робіт, інших дорослих чи дітей за допомогою при погіршенні самопочуття чи травмуванні та в жодному разі не приховувати цього, припинити роботу.
7. Наполягати, щоби залучення дитини до роботи було оформлено офіційно за трудовою або хоча би цивільно правовою угодою з відображенням істотних умов праці.
8. Впевнитися, що запропонована чи виконана дитиною робота відповідає її фізичному стану та не шкодить здоров'ю.

Мета цієї статті забезпечити покращення та створення безпечних умов праці на підприємстві для неповнолітніх, для різних власності є одним з головних пріоритетів. А високий рівень організації охорони праці на підприємстві сприяє зростанню продуктивності праці працівників, а тим самим і зростанню виробництва, і підвищенню його ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атаманчук П. С. Безпека життєдіяльності та охорона праці (практичний курс): навчальний посібник / П. С. Атаманчук, В. В. Мендерецький, О. П. Панчук, О. Г. Чорна. – Київ: Центр учбової літератури, 2011. – 276 с.
2. Закон України «Про охорону праці» в редакції від 21 листопада 2002 р.
3. Хайнацький Д. С. Інформаційні технології і охорона праці на виробництві [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://conference.vntu.edu.ua/yaib/2017/konf_yaib_2017.
4. Пожежна безпека. Навч. Посіб./За ред. Рожкова А. П. – К.: Пожінфортехніка, 1999-255 с.
5. Ротань В. Г., Зуб І. В., Стичинський Б. С. Науково-практичний коментар до законодавства України про працю. Восьме видання. Доповнене та перероблене.-К. : Видавництво А. С. К., 2007.-944 с.
6. Ткачук К. Н. Основи охорони праці : підручник. – 2-ге видання, доповнене та перероблене / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк; за ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К. : Основа, 2006. – 448 с.

Ротар Андрій Вікторович – студент групи ЕТЗ-17м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rotarandriy17@gmail.com.

Томчук Микола Антонович – к.т.н, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: entipartner@gmail.com

Rotar Andriy Viktorovich – student group ETZ-17m, faculty of electroenergy and electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rotarandriy17@gmail.com.

Tomchuk Nikolay Antonovich – PhD, Associate Professor, Department of Safety and Security of Life and Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: entipartner@gmail.com

М. А. Томчук
Т. М. Закусило
Р. О. Білий

ЕФЕКТИВНА ПРОТИДІЯ ІНФОРМАЦІЙНІЙ ВІЙНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано роль інформаційних війн у політико-комунікативному просторі. Охарактеризовано види і особливості сучасних інформаційних війн. Інформаційно-комп'ютерна революція відкриває широкі можливості для впливу на суспільство, маніпулювання свідомістю та поведінкою людей навіть на відстані. Тому можна припустити, що інформаційні види агресії будуть пріоритетними у майбутньому.

Ключові слова: інформаційна війна, політична комунікація, засоби масової комунікації, інформаційний агресор.

Abstract

The role of information war in the political-communicative space. The characteristic features of species and modern information wars. Information and computer revolution opens the wide opportunities to influence society, manipulation consciousness and the behavior of people even at a distance. We can therefore assume that kind of aggression will be informational. The priority in the future.

Keywords: Information War, Political communication, mass communication, information aggressor.

Вступ

Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в різні сфери життя суттєво підвищило залежність суспільства, кожної людини від надійності та особливостей функціонування інформаційної інфраструктури, достовірності отриманої інформації, її захищеності від несанкціонованої модифікації, а також протиправного доступу до неї. Сучасна людина стає дедалі більш залежною від масової комунікації. Інформаційні технології як реальний ресурс стали активно використовуватись для маніпулювання свідомістю. Набули поширення нові методи інформаційного управління людьми. Нині засоби масової комунікації фактично створили в суспільстві своєрідну «суб'єктивну реальність», що робить людину відкритою і беззахисною перед маніпулювальними технологіями [1, с. 70]. Отже, бурхливий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій приносить не лише нові можливості, але й низку загроз, серед яких вирізняється інформаційна війна.

Інформаційна війна останнім часом стає предметом дослідження як зарубіжних, так і вітчизняних вчених. Серед них найбільш відомими є С. Гриняєв, С. Денисюк, О. Дубас, О. Калиновський, В. Корнієнко, А. Крутьких, М. Павлютенкова, А. Федоров, І. Шаравов та ін. Характер і особливості інформаційної війни були докладно представлені у працях Д. Волкогонова.

Виходячи з вищезазначеного, метою дослідження є аналіз інформаційної війни як дієвої технології і складової політичної комунікації.

Очевидно, що намагання дати визначення інформаційної війни на сьогоднішній день передчасні. Можна згодитись, що інформаційна війна – це особливо інтелектуальна війна. Мортін Лібікі із Університету національної оборони з намагання дати визначення інформаційної війни вимовив: “Намагання в повній мірі усвідомити всі грані поняття інформаційної війни нагадує зусилля сліпих, які намагаються зрозуміти природу слона: той, що обшупує його ногу, називає її деревом, той, що обшупує хвіст, називає його канатом Чи можливо таким чином одержати правильне уявлення? Можливо слона і немає, а є тільки дерева та канати. Деякі підводять під це визначення дуже багато, інші практикують тільки один аспект інформаційної війни як визначення в цілому ...”. Приведена думка говорить, що остаточне формулювання давати ще рано. Але ми зробимо спробу визначити поняття інформаційної війни. На наш погляд, інформаційна війна не може бути випадковою або відокремленою від інформаційного простору. Вона припускає злагоджену діяльність по використанню інформаційної зброї для ведення “бойових дій” в економічній, політичній, соціальній, ідеологічній,

військовій та інших сферах. Якість захисту інформації можна оцінити або характеризувати показниками інформаційної безпеки. Інформаційна безпека є захищеність інформації і підтримуючої інфраструктури від випадкових та навмисних впливів природного та штучного характеру, в результаті яких наносяться збитки володарям або користувачам інформації і інфраструктурі, що їх підтримує. Інформаційна безпека забезпечується за рахунок захисту інформації [6].

Слушною є думка американського дослідника М. Маклуена стосовно того, що «істинно тотальною війною є війна за допомогою інформації». Власне засоби масової комунікації є новими «природними ресурсами», які збільшують багатства суспільства. Тобто боротьба за капітал, простори збуту та інше відходять на другий план, а головним постає доступ до інформаційних ресурсів, знань, що призводить до того, що війни ведуться переважно в інформаційному просторі та за допомогою інформаційного озброєння. Відомо, що великомасштабні інформаційні технології, які дістали назву «інформаційних війн», мають тисячолітню історію [2, с. 44].

Зокрема, у Біблії згадується Гедеон, який під час війн часто вдавався до залякування ворогів. Одного разу залякування супротивника привело до того, що він розгубився і вдарив по своїх військах. Іншими словами, прикладів інформаційного впливу на моральну стійкість супротивника можна знайти чимало і у давньому Римі, і в епоху феодалізму, і в пізніші часи. Звичайно, особливого значення інформаційні війни набули у XX-XXI ст., коли ЗМІ охопили масову аудиторію. Уже у 20-х роках XX ст. США спрямовували інформаційні потоки на регіони своїх «традиційних інтересів» — країни Латинської Америки, Великобританія — на свої колонії. Німеччина, яка домагалася перегляду умов Версальського миру — на німців Померанії і Верхньої Сілезії у Польщі, Судетів — у Чехії. Тоді ж, у 30-х роках, інформаційні війни перестають бути додатком до збройних і перетворюються у самостійне явище — як от: німецько-австрійська радіовійна 1933-34 рр. з приводу приєднання Австрії до рейху. Саме тоді й з'явилося поняття — «інформаційний агресор» [3].

На сьогодні за допомогою інформаційної зброї протиборчі сторони здатні вирішувати стратегічні завдання, зокрема: завдавати серйозної шкоди національним інтересам, підривати основи державності; дискредитувати органи влади й ускладнювати прийняття ними важливих рішень, паралізувати управління країною в кризових ситуаціях; створювати атмосферу напруженості в суспільстві, провокувати соціальні, політичні, національні і релігійні безладдя, ініціювати страйки, масові заворушення й інші акції економічного протесту; створювати атмосферу бездуховності й аморальності, негативного ставлення до культурного спадку; дезорганізовувати техносферу, економіку, систему комунікацій; підривати міжнародний авторитет держави, перешкоджати її співробітництву з іншими країнами.

У науковій літературі існують різні класифікації інформаційних війн. Зокрема, є стратегічна інформаційна війна першого і другого покоління. Стратегічна інформаційна війна першого покоління включає основні методи інформаційної війни, які нині США реалізують на державному та військовому рівнях. Стосовно інформаційної війни другого покоління, то її скоординовані операції у перспективі можуть привести до відмови від використання військової сили.

Прикладом інформаційних війн можуть бути російсько-грузинський конфлікт 2008 р., теперішній російсько-український конфлікт та багато інших. Ще з часів проголошення незалежності України Російська Федерація веде постійну інформаційну війну проти України. Від початку агресії Російської Федерації (лютий 2014 р.) російська пропаганда набула форм габбельсівської пропаганди часів Другої світової війни. Сьогодні в Російській Федерації на всіх рівнях суспільства розгорнута пропаганда [4, с. 98]. Уряд Росії фінансує досить багато видань за кордоном, які реалізують політику В. Путіна і підривають авторитет України в очах світової спільноти.

Звичайно, у політичній комунікації це явище пов'язане з прагненням дискредитації реального стану в певній державі для того, щоб показати світовій громадськості обмеженість історичної можливості подолати існуючу небезпеку для політичної системи держави.

В економіці робиться все, щоб послабити економіку в країні, на яку спрямований вплив, викликати різного роду труднощі за допомогою дискримінаційних заходів у торгівлі, економічних зв'язках, блокуванні обмінів і контактів.

У духовному світі використовується неправда, наклеп, агітація людей, спрямована на зміну політичного ладу, вплив на сферу як теоретичної (ідеологію, політичні концепції, певні соціальні принципи), так і на сферу повсякденної свідомості.

Цілеспрямований інформаційний вплив на населення передбачає пануюче становище суб'єкта інформаційної війни у всіх сферах життєдіяльності іншої держави: економічній, політичній,

психологічній, релігійній, науково-технічній, мистецькій, а також міжнаціональних і міжнародних зв'язків. Зростання ефективності заходів безпосереднього підризу, зокрема ІВ, досягається за рахунок встановлення контролю над Інформаційним простором іноземної країни, точності та цілеспрямованості таких акцій з урахуванням необхідного обсягу та рівня достовірності інформації, що доводиться, ступеня диференціації населення за системами матеріальних і духовних цінностей, здатності адекватно сприймати відомості та реагувати на них, а також політичної, економічної, етнорелігійної та іншої ситуації в державі й регіоні.

Загрозливим в умовах інформаційних війн є руйнування ціннісних орієнтирів суспільства, національного менталітету, суспільних ідеалів [5, с. 170]. Чим більш розвинутим є суспільство, тим більше воно покладається на інформацію та засоби її доставки. Сюди відноситься також Інтернет, який є лише вершиною цієї інформаційної конструкції. Будь-яка розвинена країна має телефонну, банківську та безліч інших мереж, що керуються комп'ютерами, отже, мають слабкі місця [6].

Було проведено соціологічного дослідження “Вивчення рівня інформованості населення України про можливу загрозу тероризму / екстремізму і правила поведінки в екстремальних умовах”.

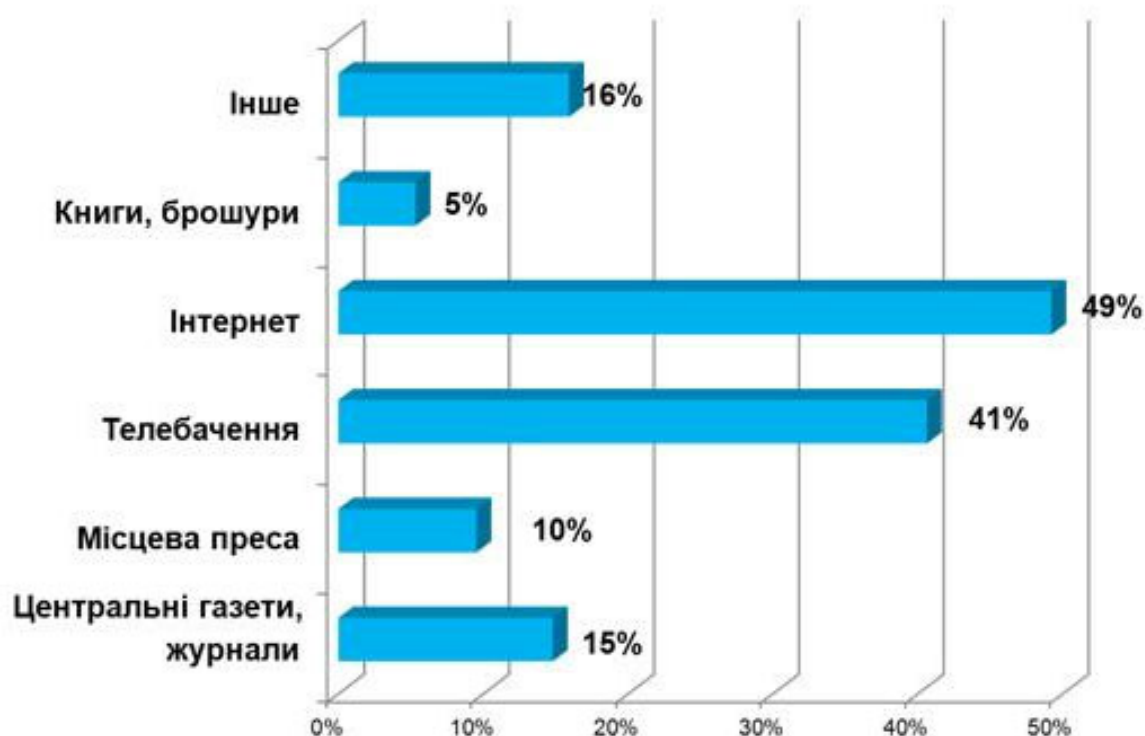


Рис. 1. Джерела інформації за рівнем довіри

Інформаційно-комп'ютерна революція відкриває широкі можливості для впливу на народи та владу, маніпулювання свідомістю та поведінкою людей навіть на віддалених просторах. Беручи до уваги процес глобалізації телекомунікаційних мереж, що відбувається у світі, можна припустити, що саме інформаційним видам агресії буде наданий пріоритет у майбутньому. Потрібна серйозна увага фахівців різного профілю до цього питання, щоб уникнути найнегативніших наслідків цієї війни для всього людства.

Інформаційну війну, що є інформаційним забезпеченням агресії Російської Федерації проти України, відомий російський політик Борис Немцов охарактеризував як війну нацистському режиму проти демократичної держави: «Виграти війну можуть нацисти із Геббельсом на чолі. Те, що Україна прогала інформаційну війну — це факт. Але те, що ви не повинні з цього приводу дуже переживати — це теж факт. Ви ж не нацистська держава», — сказав російський опозиціонер.

Пропаганда є терміном, який вже з часів першої світової викликає негативні асоціації, тому частина країн до сьогодні його уникає. Під пропагандою ми будемо розуміти інтенсивні комунікативні

процеси, що мають на меті зміну поведінки аудиторії, на яку вони налаштовані. Витоки пропаганди можна побачити в будь-якій людській цивілізації.

Суттєвим для поглядів на пропаганду є намагання відокремити її від інших варіантів комунікативного впливу, таких як реклама чи виборчі технології. В історії та теорії визначено два можливі варіанти впливу, що мають назву маніпулятивна та підсилювальна теорії. Як приклад можливостей маніпулятивної теорії наводять фашистську Німеччину, яка під керівництвом Геббельса досягла в цьому нечуваних успіхів. Згідно з цією теорією комунікація може змінити ставлення населення в будь-який бік. Сьогоднішнім прикладом такої активної ролі може слугувати теорія, що розглядає пресу як таку, що задає порядок денний для суспільства. Ми обговорюємо лише те, що записано в цьому переліку. Факти, які до нього не потрапили, залишаються невідомими суспільству. У межах підсилювальної теорії вважається, що досить важко переконати людей у протилежному, якщо вони вже мають власну думку про той чи інший об'єкт чи подію. Пропаганда в її старому розумінні скоріше стосується першого підходу. Реклама вже є представником другого, вона ближча підсилювальної теорії [3].

Ще одним підходом до розрізнення цих процесів є намагання акцентувати увагу на двох варіантах цілей комунікації: з одного боку, це може бути породження повідомлень, з іншого – породження позитивних контекстів того чи іншого майбутнього рішення. Паблік рилейшнз (а з ним і пропаганда) може стосуватися породження позитивних контекстів. Реклама – породжує повідомлення. Сучасна іміджева реклама спрямована на породження контекстів. Виходячи з того, що пропаганду розрізняють за тим, наскільки в ній утаємничений пропагандист, пошук правильного визначення може йти і в цьому напрямі. Пропаганда є "білою", коли джерело відоме, "чорною" – коли ні, або джерело є перекрученим. "Сіра" пропаганда може мати і відоме, й невідоме джерело. Джерело є прихованим, якщо пропагандист не хоче асоціювати цілі повідомлення із собою. Цей акцент на прихованості, що дає змогу навіть класифікувати пропагандистські повідомлення, говорить про суттєві зміни в поведінці, які хоче викликати пропагандист і про невідповідність цілей нормам аудиторії. З іншого боку, найефективніші листівки, що спонукають до дезертирства, ніколи не приховують, що йдуть від противника [2].

Інформаційні війни давно зайняли належне місце у військовій парадигмі. Існує інфраструктура відповідної підготовки спеціалістів та їх місце у військовій ієрархії. Все це трапилося на наших очах, коли прийшло нове бачення війни, що було підказане новим інструментарієм – інформаційним. Це також співпало зі зміною парадигми війни в цілому, що реалізувалася в переході військових і до нелегальних видів зброї, і до більш складної роботи з населенням. Інформаційні війни є інформаційними технологіями, що впливають на інформаційні системи, маючи на меті введення в оману масової чи індивідуальної свідомості, виведення з ладу або десинхронізацію процесів управління суспільством та його складовими, передовсім військовими. Причому сьогодні чітко стало зрозумілим, що важливим компонентом для виграшу є не лише населення ворожої сторони, а й власне населення, бо війни можуть виграватися на полі боя, а програватися в свідомості людей [2].

Сьогодні Україна стала відкритою в інформаційному відношенні державою, уже сьогодні вона підключилась до Глобальної інформаційної інфраструктури (системи Інтернет, Глобалстар, GSM та інші), володіє замкнутими інформаційними системами низького рівня. Вказане робить Україну особливо вразливою інформаційною зброєю. Тому створення та безперервне вдосконалення систем та засобів захисту інформаційної інфраструктури України, створення оборонної інформаційної інфраструктури, є першочерговою задачею, вирішення якої забезпечить національну безпеку України.

Аналіз показує, що інформаційна зброя, створена в вигляді програмних або програмно-апаратних систем та засобів, може бути економічною, легко замаскованою під засоби захисту, може діяти анонімно без оголошення війни, володіючи в той же час такими властивостями як універсальність застосування, багатоваріантність побудови та використання, скритність та радикальність дії (у розумінні заподіяння максимальної шкоди).

Очевидно, що основними об'єктами інформаційної війни, по суті мішенню інформаційної зброї є і будуть національна інформаційна інфраструктура та глобальна інформаційна інфраструктура. В цілому об'єктами застосування інформаційної зброї можуть бути виробництво, силові відомства, зв'язок, транспорт та енергетика, фінанси, наука та освіта, засоби масової інформації та інше. Але в першу чергу інформаційна зброя буде націлюватись на розв'язання суперечок в економічній, політичній та ідеологічній областях, ця зброя буде націлюватись на збройні сили, підприємства оборонного комплексу, силові структури, відповідальні за безпеку держави. При цьому імовірніше

всього, що найбільший розвиток та використання інформаційна зброя знайде в економічній області – шпигунство через електронні системи, знищення та підробка інформації, введення в оману та інше – реалії сьогодення. В таких складних умовах вижити може тільки держава, яка створить і буде повсякчасно покращувати якість національної оборонної інформаційної інфраструктури.



Рис. 2. Діаграма відсоткового показника кількості атак на українські сайти, сторінки за 2016 рік

Світове співтовариство зустрілося з новою глобальною загрозою безпеці країн — інформаційною зброєю. Проблеми розробки, використання і захисту від інформаційної зброї на сьогодні стали вищими пріоритетами політики національної безпеки США та інших західних країн, орієнтованої на Х. І ст.

Інформаційна зброя принципова відрізняється від інших засобів ведення війни тим, що з її допомогою ведуться неоголошені і, найчастіше, невидимі війни, та що об'єктами впливу є, насамперед, громадські інститути суспільства і держави. Крім того, військова стратегія використання інформаційної зброї виявилася тісно пов'язаною із цивільним сектором і стала багато в чому від нього залежати [7, с. 188].

Нині є величезна кількість різноманітних технологій здійснення негативного впливу на духовно-ідеологічну сферу життєдіяльності суспільства. Їх можуть застосовувати спецслужби іноземних держав, терористичні організації, політизовані радикальні угруповання, кримінальні структури, транснаціональні корпорації та інші формальні й неформальні учасники сучасних міжнародно-правових відносин. Принаймні можливість такого використання видається досить реальною [8].

Таким чином, інформаційна зброя може служити ефективним засобом знищення, зміни або розкрадання інформаційних масивів, здобування з них необхідної інформації після подолання систем захисту, обмеження або заборони доступу до них законних користувачів, дезорганізації роботи технічних засобів, виведення з ладу телекомунікаційних мереж, комп'ютерних мереж, усього високотехнологічного забезпечення життєдіяльності суспільства і функціонування державних структур.

Отже, інформаційна війна є ефективною технологією і складовою політичної комунікації. Інформаційна війна передуює озброєному конфлікту, готує «громадську думку» до прийняття певних рішень, потрібних політикам. Як правило, при цьому використовуються різні засоби масової комунікації та адресні групи.

Висновки

Під час виконання даної роботи було охарактеризовано види і особливості інформаційних війн, наведено різноманітні приклади та думки експертів. А також проаналізовано роль інформаційних війн у політико-комунікативному просторі сучасності. Інформаційно-комп'ютерний прогрес надав широкі можливості для впливу на суспільство, маніпулювання свідомістю та поведінкою людей, можливістю створення різноманітних тисків та примусів. Тому дана тематика є надзвичайно актуальною і у майбутньому тільки розвиватиметься.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубас О. Інформаційна війна: нові можливості політичного протистояння [Текст] / О. Дубас // Освіта регіону. – 2010. – № 1. – С. 69-72.
2. Веймер Д. Л. Аналіз політики: концепції і практика [Текст] / Веймер Девід Л., Вайнінг, Ейден Р.; пер. з англ. І. Дзюб. – К. : Основи., 2000. – 656 с.
3. Политика безрассудства или как руководители Украины «о народе думают» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dnpr.com/forum/cat-novostiukrainyiimira/topic-14169.html>.
4. Денисюк С. Г. Імідж України у внутрішньо і геополітичних контекстах сучасності [Текст] / С. Г. Денисюк, В. О. Корнієнко // – Житомир-Київ-Краків : ФОП Євенок О. О., 2014. – Вип. 4. – С. 93-100.
5. Денисюк С. Г. Ідеали в структурі політичної комунікації [Текст] / С. Г. Денисюк // Нова парадигма : журнал наукових праць [голов. ред. В. П. Бех]. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2011. – Вип. 102. – С. 164-172.
6. Диявол криється в деталях. Інформаційна війна в світлі російської військової доктрини [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osw.waw.pl/en/publikacje/point-view/2015-05-19/devil-details-nformation-warfare-light-russias-military-doctrine>
7. Денисюк С. Г. Інтернет як інструмент ефективності політичної комунікації [Текст] / С. Г. Денисюк // Політологічний вісник : збірник наукових праць. – К. : ІНТАС, 2012. – Вип. 62. – С. 183-190.
8. Анатомія Російської інформаційної війни [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.osw.waw.pl/n/publikacje/pomt-view/2014-05-22/anatomy-mssian-шformation-warfare-crimean-operation-a-case-study>.

Томчук Микола Антонович – к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

Закусило Тарас Миколайович – магістр комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tapac.zakusylo@gmail.com

Білий Роман Олександрович – студент другого курсу, групи УБ-16, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: wintervinnitsa@gmail.com

Nikolay A. Tomchuk – docent of life safeness and pedagogic of security, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: tomchuk@vntu.edu.ua

Zakusylo Taras M. – computer science teacher, Vinnytsia National Technical University. e-mail: tapac.zakusylo@gmail.com

Bilyi Roman O. – student of another course, group UB-16, Department of Management and Information Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: wintervinnitsa@gmail.com

МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОІМПУЛЬСНИХ ПРИВОДІВ, ГІДРАВЛІЧНА ЯКИХ ПРЕДСТАВЛЕНА ЯК ТІЛО КЕЛЬВІНА-ФОЙГТА

Вінницький національний технічний університет; факультет Машинобудування
та транспорту; кафедра Галузевого машинобудування

Анотація

Розглянуто базові залежності методу математичного моделювання гідроімпульсних приводів, гідравлічна ланка (ГЛ) яких представлена як тіло Кельвіна-Фойгта. Показано зв'язок між базовим поняттям методу – лінійною деформацією ГЛ, та тиском енергоносія – одним із основних параметрів за традиційного моделювання гідроімпульсних приводів. Наведено приклад застосування розглянутого методу для побудови математичної моделі простого гідроімпульсного привода.

Ключові слова: амплітуда; генератор імпульсів тиску; гідравлічна ланка; гідроімпульсний привод; деформація; жорсткість; енергоносії; моделювання; привод; подача; тиск.

Abstract

The basic dependences of the method of mathematical modeling of hydropulse drives are considered, the hydraulic link (GL) of which is presented as the Kelvin-Voigt body. The relationship between the basic concept of the method - linear deformation of GL, and energy pressure - is one of the main parameters in the traditional modeling of the hydropulse drives. An example of the application of the considered method for constructing a mathematical model of a simple hydropulse drive is given.

Key words: amplitude; pulse pressure generator; hydraulic link; hydropulse drive; deformation; rigidity; energy resources; modeling; actuator; innings; pressure.

Вступ

Гідроімпульсний привод відносно новий тип гідравлічного привода, особливістю якого є пульсуючий тиск робочої рідини (енергоносія), величину, амплітуду та частоту проходження імпульсів якого можна регулювати. На базі гідроімпульсного привода розроблено багато технологічних машин значної потужності – вібраційні та віброударні преси для порошкової металургії, струшуючі машини для ливарного виробництва, будівельні вібраційні машини, пристрої для віброрізання та деформаційного зміцнення матеріалів тощо [1, 2]. Основними структурними складовими гідроімпульсного привода є гідронасосна станція, генератор імпульсів тиску (ГІТ) та виконавча ланка – гідродвигун (гідроциліндри різних типів тощо). Творцем гідроімпульсного привода на базі ГІТ параметричного типу є Матвеев І. Б., який створив наукову школу, що зараз активно функціонує у ВНТУ. Напрацювання школи гідроімпульсного привода – сотні наукових статей, монографій і патентів на винаходи у вітчизняних і закордонних наукових виданнях.

Порівняно зі звичайним гідроприводом у гідроімпульсних приводах вібраційних технологічних машинах різного призначення, наприклад такого, що показаний на рис. 1, з метою отримання високих частот проходження імпульсів тиску, обмежують об'єм напірної порожнини A .

У цьому випадку для побудови динамічних і математичних моделей таких приводів доцільно використати, так звану, «пружно-зосереджену модель» [3] енергоносія, нехтуючи масою рідини в напірній порожнині A .

В динамічній моделі (рис. 2) привода (див. рис. 1) гідравлічну ланку (ГЛ) можна представити у вигляді тіла Кельвіна-Фойгта, [4, 5], складеного з паралельно з'єднаних між собою безінерційних пружного k_0 та дисипативного c_0 елементів, що дозволяє під час математичного моделювання врахувати як пружні, так і в'язкісні властивості енергоносія.

Мета роботи – викладення та обґрунтування базових залежностей методу математичного моделювання гідроімпульсних приводів, ГЛ яких представлена як тіло Кельвіна-Фойгта.

Основні базові залежності методу

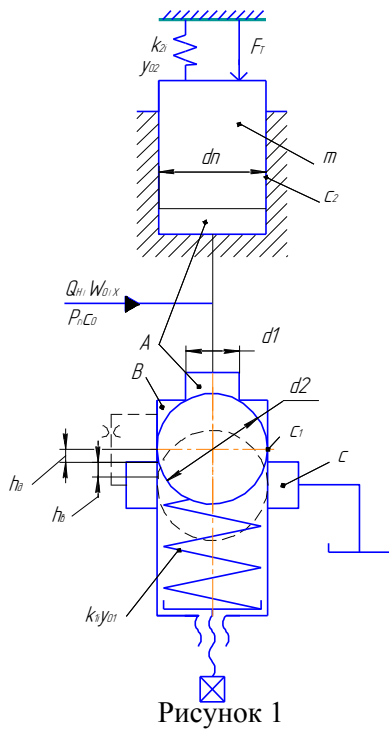


Рисунок 1

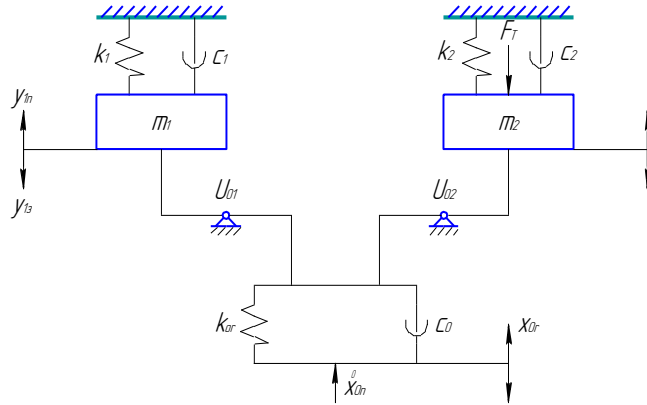


Рисунок 2

ГЛ динамічної моделі (див. рис. 2) привода (див. рис. 1) впродовж робочого циклу деформується з певною швидкістю $\dot{x}_{or}$ та взаємодіє з рухомих ланками через передаточні відношення

$$U_{0i} = A_i^2 \cdot A_0^{-2}, \quad (1)$$

де A_i – площа поперечного перерізу i -ї рухомої ланки привода; A_0 – площа поперечного перерізу усередненої напірної гідравлічної ланки привода:

$$A_0 = \sum_{i=k}^n (l_k \cdot A_k) / \sum_{k=1}^n l_k, \quad (2)$$

де l_k , A_k – відповідно, довжина та площа поперечного перерізу k -го гідроканалу привода (див. рис. 1).

Жорсткість безінерційного пружного елемента відносно площі A_0 визначається за відомою залежністю [4]

$$k_{or} = A_0^2 \kappa W_0^{-1}, \quad (3)$$

де κ – ізотермічний модуль пружності енергоносія.

Жорсткість k_{or} під час робочого циклу привода змінюється внаслідок зміни об'єму напірної порожнини A привода через додавання (віднімання), до початкового об'єму W_0 об'ємів енергоносія, що витрачаються на переміщення рухомих ланок енергоносія та на власне його стискання під дією високого тиску енергоносія.

Як показали теоретичні та експериментальні дослідження [1 – 5] гідроімпульсних приводів, ці добавки до об'єму W_0 енергоносія малі і ними можна знехтувати. Це дозволяє вважати $k_{or} = const$, що суттєво спрощує математичне моделювання гідроімпульсних приводів.

Зв'язок між тиском енергоносія p_r та деформацією x_{or} гідравлічної ланки у формі тіла Кельвіна-Фойгта можна встановити на основі закону Гука для рідини [6, 7]

$$\Delta p = \varepsilon_v \cdot \kappa = \frac{\Delta W \cdot \kappa}{W_0} = \frac{A_0 \cdot x_{or} \cdot \kappa}{W_0}, \quad (4)$$

де $\Delta p = p_r - p_0$ – перепад тиску в напірній порожнині A привода; $\varepsilon_v = \Delta W / W_0$ – відносна об'ємна деформація енергоносія в напірній порожнині A , яку доцільно виразити через лінійну деформацію x_{or} :

$$x_{0r} = \varepsilon_v \frac{W_0}{A_0} = var, \quad (5)$$

де $\varepsilon_v = var$; $W_0 = const$; $A_0 = const$. Якщо припустити, що $p_0 = p_{3л} = 0$ ($p_{3л}$ – тиск енергоносія в зливній порожнині привода), то формула (4) набуде вигляду

$$p_r = x_{0r} \cdot \sigma_r \cdot A_0^{-1}, \quad (6)$$

де $A_0 \kappa W_0^{-1} = k_{0r} \cdot A_0^{-1}$ (див. (3)).

Жорсткість k_{0r} гідравлічної ланки привода можна приводити до будь-якої площі поперечного перерізу, звичай, рухомої ланки привода за формулою

$$\sigma_i = U_{0i} \cdot \sigma_r, \quad (7)$$

де $i = 1, 2, \dots, n$ – порядковий номер елементів ланок привода.

Формула (1) знаходиться із залежності (3) і (7) за умови, що $k_{0r} = const$ та $k_{0i} = const$.

Зважаючи на те, що енергоносії в гідроприводах, в т.ч. гідроімпульсних, відносяться до ньютонівських (крапельних) рідин, силу F_{A0} в'язкого опору дисипативного елемента гідравлічної ланки можна розраховувати за формулою [6]

$$F_{A0} = c_0 \cdot \dot{x}_{0r}, \quad (8)$$

де $\dot{x}_{0r} = dx_{0r}/dt$ – швидкість деформації гідравлічної ланки (тіла Кельвіна-Фойгта), за припущення, що ця швидкість дорівнює швидкості потоку енергоносія в усередненій напірній гідролінії привода з діаметром умовного проходу $d_0 = 2\sqrt{(A_0/\pi)} \approx 1,13\sqrt{A_0}$; $c_0 = \pi\mu d_0^2/4 \approx 0,785\mu d_0^2$ – коефіцієнт в'язкого опору деформуванню гідравлічної ланки; μ – динамічна в'язкість енергоносія.

Деформацію x_{0r} та швидкість $\dot{x}_{0r}$ деформації гідравлічної ланки можна приводити на основі формули (6) до будь-якої площі поперечного перерізу A_i рухомих ланок привода за залежностями:

$$\begin{aligned} x_{Ai} &= x_{0r} \cdot U_{0i}^{-0.5}, \\ \dot{x}_{Ai} &= \dot{x}_{0r} \cdot U_{0i}^{-0.5}. \end{aligned} \quad (9)$$

Також можна приводити і силу F_{A0} до будь-якої площі A_i рухомої ланки привода:

$$F_{Ai} = U_{0i}^{0.25} \cdot c_0 (\dot{x}_{Ai} \pm \dot{y}_i), \quad (10)$$

де $\dot{y}_i$ – швидкість руху i -ї ланки привода; знак «+» ставлять, якщо переміщення ланки збільшує деформацію x_{Ai} , а «-» – коли зменшує.

Побудова динамічної та математичної моделей гідроімпульсного привода на основі методу

Побудову динамічної та математичної моделей гідроімпульсного привода, в якому гідравлічна ланка представлена як тіло Кельвіна-Фойгта, розглянемо на прикладі простого гідроімпульсного привода (див. рис.1) [4], що складається з однокаскадного кулькового генератора імпульсів тиску (ГІТ) параметричного типу та виконавчої ланки – плунжерного гідроциліндра.

ГІТ має кульку – запірний елемент, який створює два ступеня герметизації за площами поперечного перерізу $A_1 = \pi d_1^2/4 \approx 0,785d_1^2$ та $A_2 = \pi d_2^2/4 \approx 0,785d_2^2$ (див. рис.1). Кулька ГІТ навантажується пружиною регулятора тиску p_1 «відкриття» ГІТ, жорсткість якої k_1 , а попередня деформація y_{01} , що може змінюватись за допомогою гвинтового механізму.

До плунжерного гідроциліндра з площею поперечного перерізу плунжера $A_{\Pi} = \pi d_{\Pi}^2/4 \approx 0,785d_{\Pi}^2$, ГІТ приєднується за схемою «на виході» [4].

Плунжер гідроциліндра навантажено пружиною жорсткістю k_2 з попередньою деформацією y_{02} та технологічним зусиллям $F_T = const$.

Припускаємо, що під час руху запірної ланки ГІТ та плунжера має місце тільки в'язке (рідинне) тертя, яке характеризується, відповідно, коефіцієнтами в'язкого опору c_1 та c_2 .

В дію гідроімпульсний привод приводиться гідронасосною станцією з постійною подачею Q_H енергоносія. Всі рухомі маси m_1 ГІТ та m_2 гідроциліндра зведені, відповідно, до запірної ланки – кульки ГІТ та плунжера гідроциліндра. A , B , C – відповідно, напірна, проміжна ГІТ та зливна порожнини привода.

Тиск «відкриття» ГТТ визначається за простою залежністю [4]

$$p_1 \geq p_1 \cdot y_{01} / A_1. \quad (11)$$

За досягнення в напірній порожнині A тиску енергоносія $p_r \geq p_1$ порушується геометричність першого ступеня герметизації ГТТ і кулька відривається від сидла. Порожнини A та B з'єднуються і тиск енергоносія величиною p_1 починає діяти на площу A_2 , що спричиняє прискорений рух кульки ГТТ на шляху додатного перекриття h_∂ (другий – золотниковий рівень герметизації ГТТ). Після проходження додатного перекриття порожнини A та B сполучаються h_∂ через від'ємне перекриття h_b зі зливною порожниною C , що спричиняє зменшення тиску енергоносія в гідросистемі привода до рівня тиску «закриття» ГТТ [4]:

$$p_2 \leq p_1 A_1 A_2^{-1} + p_1 h_\Gamma \cdot A_2^{-1}, \quad (12)$$

де $h_\Gamma = h_\partial + h_b$ – хід кульки – запірного елемента ГТТ.

Таким чином у гідросистемі привода збуджуються імпульси тиску енергоносія амплітудою $\Delta p = p_1 - p_2$ ($p_2 < p_1$), що спричиняє вібраційний рух плунжера гідроциліндра привода.

Використовуючи формулу (6), можна встановити зв'язок між рівнями тиску енергоносія p_1 та p_2 і рівнями деформації гідравлічної ланки:

$$x_{01} = p_1 A_0 \cdot A_1^{-1}; \quad (13)$$

$$x_{02} = p_2 A_0 \cdot A_2^{-1} = x_{01} A_1 \cdot A_2^{-1} = x_{01} U_{21}^{0.5}, \quad (14)$$

де $p_2 \approx p_1 A_1 A_2^{-1}$ (друга $p_1 h_\Gamma \cdot A_2^{-1}$ складова частина формули (12) мала [4] порівняно з першою); $U_{21} = A_1^2 \cdot A_2^{-2}$ – внутрішнє передаточне відношення в ГТТ між першим і другим ступенями герметизації його запірного елемента.

Динамічна модель (див. рис.2) гідроімпульсного привода, структурна схема якого зображена на рис.1, складається з двох зосереджених мас m_1 і m_2 , які взаємодіють з гідравлічною ланкою, у вигляді з'єднаних паралельно пружинного k_{0r} та дисипативного c_0 елементів, через передаточні відношення U_{01} та U_{02} . Гідравлічна ланка протягом робочого циклу привода деформується зі змінною швидкістю $\dot{x}_{0r}$ в напрямках x_{0r} .

Рухові мас m_1 і m_2 під час їх прямого ($y_{1п}$, $y_{2п}$) та зворотного ($y_{1з}$, $y_{2з}$) ходів протидіють сили пружного опору, які характеризуються жорсткостями, відповідно, k_1 та k_2 , в'язкого опору (коефіцієнти c_1 та c_2) та технологічне зусилля F_T .

Використовуючи принцип розчленування [8], вихідну динамічну модель привода шляхом приведення гідравлічної ланки до мас m_1 та m_2 , розділяємо на чотири прості динамічні моделі для прямого (рис. 3, а, б) та зворотного (рис. 3, в, г) ходів мас m_1 і m_2 .

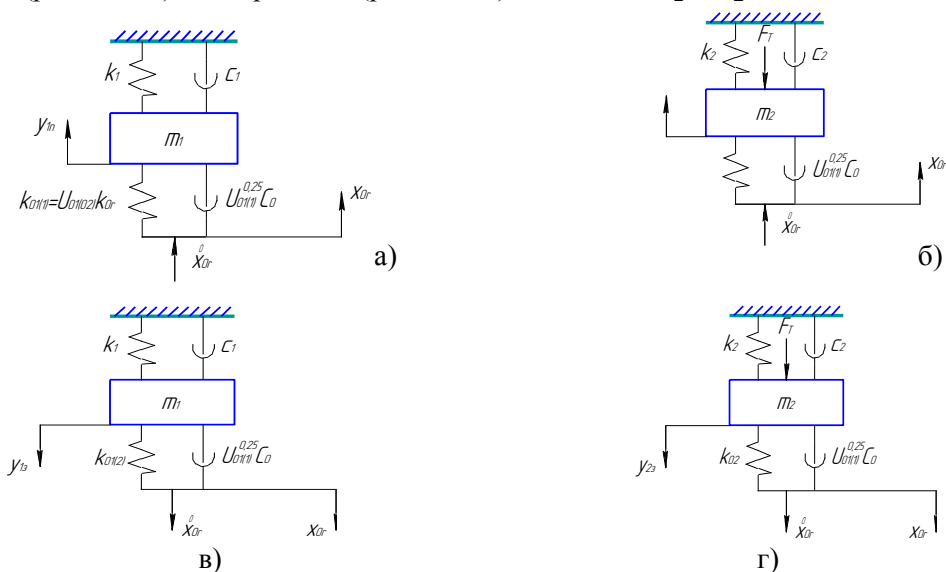


Рисунок 3 – Динамічні моделі для прямого (а, б) та зворотного (в, г) ходів мас m_1 і m_2

На основі принципу Д'Аламбера [9], складаємо за допомогою цих динамічних моделей диференціальні рівняння руху для запірнього елемента ГІТ (маса m_1) та виконавчої ланки привода (маса m_2) під час ходів:

прямого ($x_{01} \geq x_{0r} \geq x_{02}$) –

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_{1n} = U_{01(02)} \cdot \text{or}(x_{A1(1)} - y_{1n}) - {}_1(y_{1n} + y_{01}) - c_1 \dot{y}_{1n} - \\ - U_{01(02)}^{0,25} c_0 (x_{A1(\dot{1})} - \dot{y}_{1n}) - m_1 g; \\ m_2 \ddot{y}_{2n} = U_{02} \cdot \text{or}(x_{A2} - y_{2n}) - {}_2(y_{2n} + y_{02}) - \\ - U_{02}^{0,25} \cdot c_0 (x_{A2} - \dot{y}_{2n}) - c_2 \dot{y}_{2n} - m_2 g; \end{cases} \quad (15)$$

зворотного ($x_{02} \geq x_{0r} \geq 0$) –

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_{13} = {}_1(y_{01} + h_\Gamma - y_{13}) - U_{01(02)} \cdot \text{or}[x_{A1(\dot{1})} - (h_\Gamma - y_{13})] - \\ - U_{01(02)}^{0,25} \cdot c_0 (x_{A1(\dot{1})} - \dot{y}_{13}) - c_1 \dot{y}_{13} - m_1 g; \\ m_2 \ddot{y}_{23} = {}_2(y_{02} + h_\Pi - y_{23}) - U_{02} \cdot \text{or}[x_{A2} - (h_\Pi - y_{23})] - U_{02}^{0,25} \cdot c_0 (x_{A2} - \dot{y}_{2n}) - c_2 \dot{y}_{13} - m_2 g. \end{cases} \quad (16)$$

де для: $y_{1n} = 0$; $U_{01(02)} = A_1^2 \cdot A_0^{-2}$; $y_{1n} > 0$; $U_{01(02)} = A_2^2 \cdot A_0^{-2}$; $0 \leq y_{13} \leq h_\Gamma$; $U_{01(02)} = A_2^2 \cdot A_0^{-2}$; $y_{13} = h_\Gamma$; $U_{01(02)} = A_1^2 \cdot A_0^{-2}$; $x_{A1(1)} = x_{0r} \cdot U_{01(02)}$; $\dot{x}_{A1(1)} = \dot{x}_{0r} \cdot U_{01(02)}$; $x_{A1(\dot{1})} = x_{0r} \cdot U_{01(02)}$; $\dot{x}_{A1(\dot{1})} = \dot{x}_{0r} \cdot U_{01(02)}$; $x_{A2} = U_{02} \cdot x_{0r}$; $\dot{x}_{A2} = \dot{x}_{0r} \cdot U_{02}$; $U_{02} = A_\Pi^2 \cdot A_0^{-2}$; y_{1n} , y_{2n} , y_{13} , y_{23} , $\dot{y}_{1n}$, $\dot{y}_{2n}$, $\dot{y}_{13}$, $\dot{y}_{23}$ – відповідно, поточні координати та швидкості мас m_1 і m_2 під час прямого та зворотного їх ходів; h_Π – повний хід маси m_2 .

Диференціальні рівняння систем (15) і (16), з метою виключення вільних членів, заміною змінних y_{1n} , y_{2n} , y_{13} , y_{23} , на змінні

$$\begin{aligned} z_{1n} &= y_{1n} + \omega_{\Sigma 1}^{-2} (\omega_{01}^2 y_{01} + g); \quad z_{2n} = y_{2n} + \omega_{\Sigma 2}^{-2} (\omega_{02}^2 y_{02} + g); \\ z_{13} &= y_{13} - \omega_{\Sigma 1}^{-2} [\omega_{01}^2 (y_{01} + h_\Gamma) + \omega_{p1}^2 U_{02} h_\Gamma + g]; \\ z_{23} &= y_{23} - \omega_{\Sigma 2}^{-2} [\omega_{02}^2 (y_{02} + h_\Pi) + \omega_{p2}^2 U_{02} h_\Pi + g], \end{aligned} \quad (17)$$

(де $\omega_{\Sigma 1} = \sqrt{\omega_{p1}^2 U_{01(02)} + \omega_{01}^2}$; $\omega_{p1} = \sqrt{k_{0r} m_1^{-1}}$; $\omega_{01} = \sqrt{k_1 m_1^{-1}}$; $\omega_{\Sigma 2} = \alpha \omega_{\Sigma 1}$; $\omega_{p2} = \gamma^{-1} \omega_{p1}$; $\omega_{02} = \gamma^{-1} \delta \omega_{01}$ – власні частоти системи привода, визначені відносно маси m_1 – відповідно, системи запірний елемент ГІТ – ГЛ, ГЛ зведеної до маси m_1 , запірнього елемента ГІТ, системи виконавча ланка (плунжерний гідроциліндр і зведені до нього маси) – ГЛ, зведеної до маси m_2 та виконавчої ланки; $\alpha = \{U_{\Gamma\Pi} [1 + \omega_{01}^2 \omega_{\Sigma 1}^{-2} (\gamma^{-1} \delta U_{\Gamma\Pi}^{-1} - 1)]\}^{0,5}$; $\gamma = m_1/m_2$; $\delta = 1/k_2$; $U_{\Gamma\Pi} = U_{02}/U_{01(02)}$ – внутрішнє передаточне відношення між виконавчою ланкою та ГІТ), які не міняють характер руху ланок привода, після відповідних алгебраїчних перетворень, можна привести до вигляду, відповідно для прямого та зворотного ходів мас m_1 і m_2 , який за формою та змістом описує вимушені коливання цих мас під дією змінних коливань амплітуди лінійної деформації ГЛ:

$$\left\{ \begin{aligned} \ddot{z}_{1п} + 2\beta_{1п}\dot{z}_{1п} + \omega_{\Sigma 1}^2 z_{1п} &= \omega_{p1}^2 U_{01(02)}^{0,5} x_{0r}; \\ \ddot{z}_{2п} + 2\beta_{2п}\dot{z}_{2п} + \alpha \omega_{\Sigma 1}^2 z_{2п} &= \gamma^{-1} \omega_{p1}^2 U_{02}^{0,5} x_{0r}; \\ \ddot{z}_{13} + 2\beta_{13}\dot{z}_{13} + \omega_{\Sigma 1}^2 z_{13} &= -\omega_{p1}^2 U_{01(02)}^{0,5} x_{0r}; \\ \ddot{z}_{23} + 2\beta_{23}\dot{z}_{23} + \alpha \omega_{\Sigma 1}^2 z_{23} &= -\gamma^{-1} \omega_{p1}^2 U_{02}^{0,5} x_{0r}, \end{aligned} \right. \quad (18)$$

де $\beta_{1п} = 0,5m_1^{-1}[c_1 + U_{01(02)}^{0,25}c_0(x_{A1(i)}\dot{y}_{1п}^{-1} - 1)]$; $\beta_{13} = 0,5m_1^{-1}[c_1 + U_{01(02)}^{0,25}c_0(x_{A1(i)}\dot{y}_{13}^{-1} - 1)]$; $\beta_{2п} = 0,5m_2^{-1}[c_1 + U_{02}^{0,25}c_0(\dot{x}_{A2}y_{2п}^{-1} - 1)]$; $\beta_{23} = 0,5m_2^{-1}[c_1 + U_{02}^{0,25}c_0(\dot{x}_{A2}y_{23}^{-1} - 1)]$ – змінні коефіцієнти демпфірування під час руху мас m_1 і m_2 .

Протягом робочого циклу власна частота $\omega_{\Sigma 1}$ змінюється, оскільки параметрично міняється передаточне відношення з $U_{01(02)} = A_1^2 \cdot A_0^{-2}$ на $U_{01(02)} = A_2^2 \cdot A_0^{-2}$ і навпаки внаслідок переміщення запірнього елемента ГІТ (маси m_1) на хід h_r в прямому та зворотному напрямках.

Для завершення математичної моделі привода, зображеного на рис.1, до системи диференціальних рівнянь (18) необхідно додати рівняння зв'язку – рівняння витрати енергоносія для переміщення плунжера гідроциліндра, запірнього елемента ГІТ та під час перетікання в бак через відкритий ГІТ, та умови однозначності, які описують переміщення ланок привода та ГІТ в характерні проміжки часу на відповідних ділянках руху ланок.

Оскільки, як правило, розв'язують систему (18) числовими методами за допомогою різних комп'ютерних програм, наприклад, MATLAB 6, 5, де час процесу є основним аргументом, то зміну деформації гідравлічної ланки доцільно подати у вигляді простих залежностей [4, 5] для ходів мас m_1 і m_2 :

$$\text{прямого} \quad x_{0r} = x_{01} - Q_{\Sigma l_n} \cdot t \cdot A_0^{-1}; \quad (19)$$

$$\text{зворотного} \quad x_{0r} = x_{02} \mp Q_{\Sigma l_3} \cdot t' \cdot A_0^{-1}, \quad (20)$$

де $Q_{\Sigma l_n}$, $Q_{\Sigma l_3}$ – відповідно, сумарна витрата енергоносія через гідролінії та відкриту щілину ГІТ, що відповідає певним переміщенням ланок привода на шляху прямого (l_n) та зворотного (l_3) ходів мас m_1 і m_2 ; t , t' – поточний час зміни певного етапу « l_n » (чи « l_3 ») $Q_{\Sigma l_n}$ чи $Q_{\Sigma l_3}$.

Висновки

1. Розроблення динамічних і математичних моделей гідроімпульсного привода на основі представлення його гідравлічної ланки у вигляді тіла Кельвіна-Фойгта дозволяє врахувати як пружні, так і в'язкісні властивості енергоносія.

2. Диференціальні рівняння руху ланок гідроімпульсного привода, отримані на основі розглянутого методу є класичними рівняннями динаміки рухомих мас механічних систем, що приводяться в рух пружними позиційними силами.

3. Шляхом заміни змінних, які не міняють закономірності динамічних процесів в приводі, диференціальні рівняння руху ланок привода приводяться до класичних диференціальних нелінійних рівнянь, що описують вимушені коливання ланок привода та ГІТ під дією змінного тиску енергоносія, що спричиняє імпульсні коливання величини лінійної деформації ГІТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Искович-Лотоцкий Р. Д., Машины вибрационного и виброударного действия. / Искович-Лотоцкий Р. Д., Матвеев И. Б., Крат В. А. – Киев : Техника, 1982. – 208 с.
2. Искович-Лотоцкий Р. Д. Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій : монографія / Искович-Лотоцкий Р. Д., Обертюх Р. Р., Архипчук М. Р. Севостьянов І. В. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця 2006. – 291 с.

3. Бочаров Ю. А. Основы общей теории гидравлических кузнечно – штамповочных машин // Машины и технология обработки металлов давлением: Сб. науч. Трудов МВТУ №330. – М., 1980. – С. 12 –40.
4. Искович-Лотоцкий Р. Д. Генераторы импульсов тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин : монографія / Іскович-Лотоцький Р. Д., Обертюх Р. Р., Архипчук М. Р. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця 2008. – 171 с.
5. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.
6. Абрамов Е. И. Элементы гидропривода : справочник / Абрамов Е. И., Колесниченко К. А., Маслов В. Т. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – Киев : Техніка, 1977. – 320 с.
7. Чупраков Ю. И. Гидропривод и средства гидроавтоматики / Ю. И. Чупраков. – М. : Машиностроение, 1979. – 232 с
8. Молчанов А. А. Моделирование и проектирование сложных систем / Молчанов А. А. – К. : Выща шк., Головное изд-во, 1988. – 359 с.
9. Добронравов В. В. Курс теоретической механики : учебник для машиностроит. спец. вузов / В. В. Добронравов, Н. Н. Никитин. – [4-е изд. перераб. и доп.]. – М. : Высш. школа, 1983, – 575 с.

Роман Романович Обертюх – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри Галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Історія розвитку газогенераторів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В тезах розглядається короткий історичний огляд розвитку газогенерації, можливість її використання в промисловості та перші кроки створення газогенеруючих установок.

Ключові слова: газогенерація, генераторний газ, штучний газ, водяний газ, газовий двигун, газогенераторні установки, світильний газ

Abstract

This paper examines a concise historical review of the development of gas generation, the possibility of its use in industry and the first steps of the creation of gas generating units.

Keywords: gas generation, artificial gas, water gas, gas engine, gas generator sets, light gas.

Можливість отримання горючого газу з твердого або рідкого палива була відома задовго до його промислового використання. Штучний газ в Європі почали отримувати ще в XVIII столітті. У 1726 році доктор Галес (Англія) провів дослід, під час якого при перегонці 158 г вугілля отримав 2880 см³ газу. У 1730 році доктор Клайтон (Англія), розжарюючи в закритій реторті кам'яне вугілля, теж отримав газ, який не зріджувався і добре горів. Процес розкладання водяної пари розпеченим коксом і отримання водяного газу розробив Фелікс Фонтана (Німеччина) в 1870 році. Однак процес отримання водяного газу не був з'ясований.

У 1783-1784 роках Лавуазьє розклав водяну пару з метою отримання водню і вказав на можливість технічного застосування цього процесу.

Творцем першого газогенератора прийнято вважати французького інженера Філіпа Лебона. Одного разу, в 1788 році, кинувши жменю тирси в ємність, що стояла на вогні, Лебон побачив, що з посудини піднявся густий дим, який спалахнув на вогні і дав яскраве полум'я. Він створив в мініатюрі перший газовий завод. Лебон розробляв проекти найрізноманітнішого використання генераторного газу, в тому числі і проект газового двигуна, на який отримав патент в 1801 році. Цей двигун мав працювати за схемою парового двигуна, в який замість пара подавався газ, який запалювався по черзі по різні боки поршня.

У перше десятиріччя XIX сторіччя кількість патентів на газогенераторні установки і двигуни, виданих в Англії і Франції, було невеликим. Жодна з винайдених в той час установок не знайшла застосування, хоча в загальних рисах всі вони були близькі до наступних розробок.

У Росії, навпаки, перша газогенераторна установка, створена талановитим російським інженером Петром Соболевським, знайшла практичне застосування. «Термолампа», як називалася установка, застосовувався для вироблення світильного газу і освітлення заводських приміщень.

Розвиток газогенераторної техніки було викликано розвитком чорної металургії. У 1809-1811 роках інженер Оберто (Франція) спробував використовувати доменний газ для випалювання вапна.

У 1832-1837 роках Фабер дю Фор (Німеччина) застосував доменний газ для опалення зварювальних і пудлінгових печей. У 1840 році на суміші доменного та генераторного газу вже працювала томильна піч. Генераторний газ Фабер дю Фор добував в окремій печі - «газогенераторі» - з дешевого і непридатного для інших потреб кам'яного вугілля.

Роботи інженерів Оберто і Фабер дю Фор відносяться скоріше до робіт з утилізації відходів доменного процесу і можуть розглядатися лише як раціоналізаторські заходи. Хоча вчені і були дуже близькі до ідеї створення самостійної газогенераторної установки.

Далі розвиток конструкцій газогенераторів йшов у напрямку їх повної механізації при одночасному підвищенні продуктивності. Це досяглося за рахунок збільшення їх розміру, підвищення інтенсивності їх роботи, але в той же час було можливо тільки при наявності якісного, добре сортового і ретельно підготовленого палива.

Паралельно з роботами з удосконалення конструкцій газогенераторів і підвищення їх ККД активно велися дослідження по отриманню необхідних продуктів: безсольного газу, газу підвищеної якості та інш.

З початку ХХ сторіччя почався перехід від механізації окремих вузлів газогенераторних установок до загальної механізації і автоматизації газогенераторних механізмів. До таких установок можна віднести газогенератори конструкції Керпеллі, Моргана, Вельмана, Гільгера, фірм AVG і «Демаг».

З часом виробництво газогенераторів розділилось на дві самостійні галузі - промислові стаціонарні газогенератори і газогенераторні установки транспортного типу. Надалі ці галузі розвивалися окремо. Кожна з них має цікаву історію, гідну додаткового вивчення і висвітлення.

Історія розвитку технічних засобів і методів газогенерації завжди цікавила дослідників і широку науково-технічну громаду. Але, на жаль, історія розвитку газогенераторних технологій не була досить добре вивчена і не знайшла гідного висвітлення, хоча і нараховує понад двісті років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. Самылин., М. Яшин, «История развития транспортных газогенераторов», ЛесПромИнформ. № 7(73), с. 158-2010.
2. А. А. Шейпак, История науки и техники. Энергомашиностроение. Учебное пособие, М., Россия : Прометей, 2017.

Булига Юрій Володимирович, к.т.н., доцент кафедри галузевого машинобудування, факультет машинобудування і транспорту, ВНТУ, м. Вінниця, ybuliyha@gmail.com.

Скальський Сергій Анатолійович, студент гр 1М-14б, факультет машинобудування і транспорту, 1м.14б.skalskyi@gmail.com

ПОДРІБНЮВАЧ БАРАБАННОГО ТИПУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація Зазначено важливість розробки нових технологій, обладнання та його модернізації щодо переробки деревинних відходів для охорони навколишнього середовища та відновлення екосистеми. Визначено напрямки модернізації існуючого обладнання, що експлуатується на одному з підприємств Вінницької області. Обґрунтовано заміну подрібнювача молоткового на подрібнювач барабанного типу. Розроблено конструктивні схеми подрібнювачів з гідравлічним приводом для яких здійснено вибір передавального механізму.

Ключові слова подрібнювач барабанного типу, деревинні відходи, гідропривод, передавальний механізм.

Abstract The importance of developing new technologies, equipment and its modernization for the processing of wood waste for the protection of the environment and the restoration of the ecosystem are noted. The directions of modernization of existing equipment, which is operated at one of the enterprises of Vinnytsia region, are determined. The replacement of the hammer shredder to the drum type shredder is substantiated. The design schemes of hydraulic driven shredders have been developed for which the choice of the transfer mechanism has been made.

Keywords drum chopper, wood waste, hydraulic drive, transmission mechanism.

Охорона навколишнього середовища та відновлення екосистеми є одними із головних і найболючіших питань сьогодення у всьому світі. Для розв'язування задач, що виникають під час вирішення цієї проблеми, створюються нові технології та обладнання. Приділяється значна увага безвідходним екологічним виробничим комплексам та модернізації обладнання, що експлуатується на переробних підприємствах [1].

Одним із таких напрямків є переробка відходів деревини (щепи, стружки та ін.) у паливні брикети чи пелети [2]. Такий підхід дозволяє деревину, що зазвичай спалювалась чи просто складувалася для утилізації за територією населеного пункту, перетворити у біопаливо, тим самим, захистити навколишнє середовище від забруднень, зекономити кошти на утилізацію та отримати додатковий прибуток від реалізації виготовленої продукції.

Для вирішення цього питання застосовується два підходи – розробка нового обладнання та модернізація існуючого [3, 4, 5]. Розробка нового обладнання є довготривалим та складним процесом і потребує залучення значних людських ресурсів та фінансових витрат. Цим питанням тривалий час займається багато виробничих організацій з різних країн світу, виділяючи на дослідження та розробку новітніх технологій великі кошти. Тому більш економічно доцільним є модернізація існуючого обладнання, з використанням досвіду передових виробників у створенні деревопереробного обладнання. Такий підхід дозволить підвищити техніко-економічні показники цього обладнання за рахунок зменшення собівартості його виготовлення на вітчизняних підприємствах, а також здешевити вартість виготовлених брикетів та пелетів у кілька разів у порівнянні з продукцією закордонних виробників.

На кафедрі галузевого машинобудування ВНТУ складено угоду на виконання госпдоговірної теми з одним із підприємств області, основною метою якої є підвищення ефективності роботи працюючого комплексу фірми Хеммель [4] по переробці та брикетуванні деревинних відходів, який знаходиться у м. Муровані-Курилівці, за рахунок розробки конструкції нового подрібнювача, що дасть змогу покращити якісні показники готової продукції.

Проаналізовано переваги та недоліки цього комплексу і запропоновано для підвищення якості виготовленої брикетованої продукції замінити встановлений шнековий прес гідравлічним з тристороннім навантаженням під час брикетування, що дозволить покращити показники рівнощільності, збільшити довговічність пресового обладнання та його техніко-економічні показники [6]. Для зниження вартості виготовленої продукції запропоновано замінити електричні приводи основних робочих вузлів гідравлічними, що зменшить кількість споживаної електроенергії. Використання гідравлічних приводів дозволить збільшити питому потужність на подрібнювальній

ланці обладнання барабанного типу, яким пропонується заміни молотковий подрібнювач і покращити показники первинного подрібнення.

Подрібнювач барабанного типу улаштовується різцями, які в залежності від заданої продуктивності можуть улаштовуватися на бічній нарізній поверхні барабана з різним кроком за гвинтовою чи V – подібною лінією. За результатами аналізу відомих технічних рішень розроблено конструктивні схеми подрібнювача, обґрунтовано вибір форми різців, їх розташування та кількість. В одній із схем використано комплектний гідравлічний привід, а в іншій – вмонтований. Для спрощення конструкції та зменшення металомісткості приводного пристрою проведено порівняння габаритних розмірів відомих механічних передач в залежності від передатного числа і здійснено обґрунтований вибір рядової три поточної циліндричної передачі для передавального механізму приводу. Розробляється конструкторська документація на подрібнювач барабанного типу з гідравлічним приводом для передачі її замовнику та виготовлення експериментального зразка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лотош В. Е. Переработка отходов природопользования. – Екатеринбург: Полиграфист, 2007. – 503 с.
2. Гомонай М. В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с
3. http://pidruchniki.com/73012/ekologiya/tehnologiy_virobnitstva_tverdogo_paliva_biomasi
4. http://hemmel.com.ua/ru/production/rm_71
5. <http://bio.ukrbio.com/ua/articles/2344/>
6. Поліщук, Л. К. Аналіз технологічних процесів та обладнання для переробки деревинних матеріалів / Л. К. Поліщук, В. П. Міськов // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1. – С. 83 – 89.

Міськов Вадим Петрович, к.т.н., ст. викл., Вінницький національний технічний університет, кафедра «Галузеве машинобудування», e-mail: vadimmiskov@mail.ru, 21021, Україна, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Воїнів-Інтернаціоналістів 3, кім. 432.

Поліщук Леонід Клавдійович, д.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри «Галузеве машинобудування», e-mail: leo.polishchuk@gmail.com, 21020, Україна, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Магістратська 80, кв. 17.

Miskov Vadim Petrovich, candidate of engineering sciences, senior lecturer of department «Engineering breanch», Vinnytsa national technical university, e-mail: vadimmiskov@mail.ru, tel. +38 (0432) 598-523, 21021, Vinnytsa, str. Warriors-Internationalists, 3, br. 432.

Polishchuk Leonid K., doctor of engineering sciences, professor of department «Engineering breanch», Vinnytsa national technical university, e-mail: leo.polishchuk@gmail.com, tel. +38 (0432) 598-523, 21020, Vinnytsa, str. Mahistratska, 80, apt. 17.

СТІЙКІСТЬ ГІДРОПРИВОДУ СТІЧКОВОГО КОНВЕЄРА, ЧУТЛИВОГО ДО ЗМІНИ НАВАНТАЖЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Досліджено стійкість гідроприводу стрічкового конвеєра, чутливого до зміни навантаження, з врахуванням параметрів гідромеханічної системи приводу, його системи керування та пружно-інерційних характеристик транспортувальної частини конвеєра з використанням комп'ютерного програмного пакета MATLAB Simulink. Виявлено області стійкої та нестійкої роботи приводу за зміни параметрів жорсткості та коефіцієнту демпфування для сенсора, клапана-розподільника і натискного плунжера системи керування. Аналізом теоретичних графіків визначено характерний об'єм додаткового гідромотора, співвідношення площ герметизації запірного елемента сенсора, що впливають на стійкість приводу. Визначено, що характер зміни навантаження не впливає на стійкість роботи адаптивного приводу стрічкового конвеєра.

Ключові слова: стійкість, гідропривід, стрічковий конвеєр, змінне навантаження.

Abstract: The stability of the hydraulic drive of a conveyor belt sensitive to change in load, taking into account the parameters of the hydromechanical drive system, its control system and the elastic-inertial characteristics of the conveyor belt conveyor using the computer software package MATLAB Simulink, is researched. The areas of stable and unstable operation of the drive for changing the parameters of rigidity and damping coefficient for the sensor, valve-distributor and pressure plunger of the control system are revealed. The analysis of theoretical graphs specifies the characteristic volume of the additional hydromotor, the ratio of the areas of sealing of the stopper element of the sensor, which affect the stability of the drive. It is determined that the nature of the load change does not affect the stability of the adaptive drive of the belt conveyor.

Keyword: stability, hydraulic drive, belt conveyor, variable load.

Вантажопотоки, що надходять на стрічки конвеєрів різного технологічного призначення, характеризуються великою нерівномірністю як за амплітудою навантаження, так і за перервами в надходженні вантажу. Коефіцієнт нерівномірності вантажопотоків може коливатися в межах $K_n=1,97...2,02$ [1]. З цієї причини коефіцієнт використання конвеєрів, наприклад, на гірничих підприємствах становить в середньому 50...70% за потужністю і 60...70% за тривалістю роботи. Приводи транспортерів сільськогосподарських мобільних машин сприймають навантаження, інтенсивність яких суттєво відрізняється у різних фазах технологічного циклу. Так, вивантажувальний і поперечний транспортери коренезбиральної машини під час зміни автотранспорту, що працює з комбайном, зупиняються і в бункері накопичується буряк. За подальшого пуску приводів транспортерів технологічне навантаження на них зростає в 2,5...3 рази у порівнянні з номінальним. Аналогічні режими роботи характерні й для приймального конвеєра буртоукладника під час розвантаження коренеплодів в бункерний пристрій з автотранспорту. В такому випадку, в електромеханічному приводі транспортерів можливим є вихід з ладу елементів приводу, а в гідрофікованому [2] – аварійне відмикання через спрацьовування запобіжного клапана і зупинка гідромотора. Для подальшого відновлення роботи конвеєра вручну зменшують навантаження на його робочому органі, після чого здійснюють повторний пуск приводу.

Такі режими роботи конвеєра спричиняють невиправдані затрати електроенергії, зношування стрічки, роликоопор, збільшення холостого вибігу стрічки, простоювання обладнання. Тому значна кількість досліджень [3–5] спрямована на забезпечення узгодження параметрів роботи приводів стрічкових конвеєрів із змінними режимами вантажопотоків. Одним з напрямків досліджень є вивчення роботи приводів з регуляторами швидкості руху стрічки за періодичного надходження вантажу, іншим – з автоматичним адаптуванням його параметрів за значної зміни навантаження для уникнення нетехнологічних зупинок конвеєра.

З метою забезпечення безупинної роботи приводу конвеєра, що піддається короточасним або тривалим перевантаженням, та підвищення за рахунок цього продуктивності машини неперервного транспорту доцільно улаштовувати привід додатковим мотором, встановленим паралельно до основного, що дозволить застосувати активне резервування крутного моменту на

приводному барабані. При цьому привід необхідно оснастити пристроєм чи системою керування, чутливими до зміни навантаження на робочому органі, що дозволить миттєво адаптувати його параметри до змінних режимів роботи. Розв'язку таких задач присвячені роботи [6–9].

Машини та механізми, зокрема такі, що оснащені системами автоматичного керування, за певних параметрів можуть працювати в нестійких режимах роботи. Тому забезпечення стійкості є однією з основних задач, які необхідно розв'язати при створенні пристроїв з системами автоматичного керування [10]. Особливо це стосується нестационарних режимів роботи, коли важливим є збереження механічною системою стану рівноваги чи заданого закону руху.

Для дослідження стійкості незбуреного та збуреного рухів системи, стан якої описується системою диференціальних рівнянь, часто застосовується метод Ляпунова, критерії Рауса-Гурвіца, Найквіста-Михайлова тощо [11–14].

Наведені методи дослідження стійкості є досить складними і трудомісткими для дослідження систем вище п'ятого порядку.

Сучасні програмні продукти MATLAB, а саме Simulink, дозволяють досліджувати стійкість роботи приводу під час налагодження математичної моделі. Розрахунок перехідних процесів відбувається за лічені хвилини та за результатами підбору параметрів системи керування, наприклад, гідроприводом легко визначити параметри, що забезпечують затухаючі коливальні процеси.

Побудовано розрахункову схему адаптивного приводу конвеєра, яка складається з розрахункової схеми системи керування гідроприводом конвеєра та транспортувальної частини стрічкового конвеєра, в якій враховано пружно-інерційні характеристики стрічкового конвеєра невеликої довжини.

На основі циклограми, на якій послідовно показано спрацювання елементів системи керування гідроприводу конвеєра [15], побудовано математичну модель для розрахунку перехідних процесів в системі керування адаптивного приводу конвеєра, в якій враховано пружно-інерційні характеристики його транспортувальної частини.

Під час складання математичної моделі використано загальноприйняті припущення [16], коректність яких підтверджена порівнянням результатів теоретичних та експериментальних досліджень подібних систем [6].

Математична модель адаптивного приводу з системою керування конвеєра містить рівняння рівноваги сил, що діють на сенсор, клапан-розподільник та плунжер, рівняння умови нерозривності потоків для напірної магістралі гідроприводу та гідроліній сенсора і плунжера, рівняння рівноваги моментів на валах привідної та транспортувальної частини стрічкового конвеєра.

Математична модель, яка складається з системи нелінійних диференціальних рівнянь п'ятнадцятого порядку, розв'язувалась за допомогою комп'ютерного програмного пакета MATLAB Simulink з використанням методу Розенброка 2-го порядку. Цей метод забезпечує високу швидкість обчислень у порівнянні з методами, наприклад, Рунге-Кутти та Адамса, за точності розрахунків 0,001, якої достатньо для отримання достовірних результатів обчислень. Розрахунок одного перехідного процесу тривав близько 3 хв.

Дослідження динамічних характеристик механічної системи конвеєра виконувалося на основі перехідних процесів по тиску p_n в напірній магістралі гідроприводу [17]. Визначено вплив параметрів системи керування, гідромеханічного приводу з врахуванням пружно-інерційних характеристик транспортувальної частини конвеєра.

Таким чином, удосконалено математичну модель адаптивного приводу конвеєра за рахунок врахування пружно-інерційних характеристик транспортувальної частини конвеєра. За допомогою цієї моделі з використанням програмного продукту MATLAB Simulink визначено параметри адаптивного приводу, що впливають на стійкість досліджуваної системи з автоматичним регулюванням параметрів руху за умови зміни навантаження. За зміни параметрів жорсткості та коефіцієнту демпфування для сенсора, клапана-розподільника і натискного плунжера системи керування виявлено області стійкої та нестійкої роботи. Аналізом теоретичних графіків з'ясовано, що для стійкої роботи адаптивного приводу характерний об'єм додаткового гідромотора q_{m2} не повинен перевищувати 75% характерного об'єму q_{m1} основного гідромотора, а співвідношення площ герметизації запірного елемента сенсора – значення $f_1/f_2=0,9$. Визначено, що характер зміни навантаження не впливає на стійкість роботи адаптивного приводу стрічкового конвеєра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шахмейстер Л. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / В. Г. Дмитриев, Л. Г. Шахмейстер. – М.: Машиностроение, – 1978. – 392 с.
2. Поліщук Л. К. Гідрофікація транспортних засобів буртоукладальних машин / Л. К. Поліщук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. П. Коцюбівський. – Вібрації в техніці і технологіях. Всеукраїнський науково-технічний журнал. – Вінниця: ВГАУ. – 2002. – №5 (26)
3. Заика В. Т. Влияние регулируемого привода на грузопотоки и энергоэффективность системы шахтного конвейерного транспорта / В. Т. Заика, Ю. Т. Разумный, В. Н. Прокуда // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту, – 2015. – №3. – С. 82–88.
4. Wheeler, C. A. Evolutionary Belt Conveyor Design — Optimizing Coasts / C. A. Wheeler. – Bulk Material Handling by Conveyor Belt. 7, Littleton, Colorado, – 2008. – 108 p.

5. Bing Xua. Pump valves coordinate control of the independent metering system for mobile machinery / X. Bing, D. Ruqi, Z. Junhui, C. Min, S. Tong // *Automation in Construction*, – 2015. – P. 98–11.
6. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи конвеєрів з гнучким тяговим органом, чутливі до зміни навантаження: монографія / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер. – Вінниця.: ВНТУ, – 2010. – 184 с.
7. Forental V., Forental M., Nazarov F., (2015). Investigation of Dynamic Characteristics of the Hydraulic Drive with Proportional Control. *Procedia Engineering. International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2015)*, – № 129, – P. 695–701.
8. Cheng G. Adaptive sliding mode control of electro-hydraulic system with nonlinear unknown parameters / G. Cheng, P. Shuangxia // *Control Engineering Practice*, – 2008. – P.1275 – 1284.
9. Burennikov, Y., Kozlov, L., Pyliavets, V., & Piontkevych, O. L. E. H. (2017, June). Mechatronic Hydraulic Drive with Regulator, Based on Artificial Neural Network. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 209, No. 1, p. 012071). IOP Publishing.
10. Попов Д. Н. *Учебник для студентов вузов по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»*. – М.: Машиностроение. 1991. – 384 с.
11. Skjong S., Pedersen E. Model-based control designs for offshore hydraulic winch systems // *Ocean Engineering*. – 2016. – T. 121. – C. 224-238.
12. Chentouf B., Smaoui N. Stability analysis and numerical simulations of a one dimensional open channel hydraulic system // *Applied Mathematics and Computation*. – 2018. – T. 321. – C. 498-511.
13. Liu P. et al. 1-D dynamic stability analysis of mixed-spectrum supercritical water reactor core // *Annals of Nuclear Energy*. – 2017. – T. 101. – C. 278-292.
14. Halanay, A., Safta, C. A., Ursu, F., & Ursu, I. (2009). Stability analysis for a nonlinear model of a hydraulic servomechanism in a servoelectric framework. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 10(2), 1197-1209.
15. Polishchuk L. Mathematical modeling of dynamic processes of control device of hydraulic drive of belt conveyor with variable load / L. Polishchuk, O. Koval – *Tehnomus. New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies*, – 2015 – №1. – P. 141–147.
16. Поліщук Л. К. Дослідження динамічних процесів в системі керування гідропривода стрічкових конвеєрів із змінними вантажопотоками / Л. К. Поліщук, С. В. Харченко, О. В. Піонткевич, О. О. Коваль // *Восточно-Европейский журнал передових технологій. Технологии машиностроения*, – 2016. – 2/8(80). – С. 22–29
17. Polishchuk, L. K., Piontkevych, O. V. (2017). Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor. In *22nd International Scientific Conference «MECHANIKA 2017», 19 May 2017: 307–311.*. Kaunas University of Technology.

Поліщук Леонід Клавдійович – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця. E-mail: leo.polishchuk@gmail.com

Polishchuk Leonid K. – Doctor of Engineering, Professor of Industrial Engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. E-mail: leo.polishchuk@gmail.com

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВІБРОУДАРНОГО ПРЕСУВАННЯ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведена інформація щодо реалізації процесів віброударного пресування в умовах реального виробництва

Ключові слова: віброударне пресування, прес-форма, матриця, порошковий матеріал

Abstract

The information about implementation of vibro-impact pressing processes in the conditions of real production was given.

Keywords: vibration pressing, mold, matrix, powder material

Вступ

Технологічний процес виробництва заготовок з порошкових матеріалів передбачає сукупність трьох основних операцій: дозованого завантаження порошкового матеріалу в прес-форму, віброударного пресування матеріалу та витягання заготовки з прес-форми. В залежності від компонування автоматичної лінії прес-форма може займати стаціонарне положення на столі інерційного вібропрес-молота (ІВПМ) або встановлюватися тільки для виконання операції віброударного пресування.

Результати дослідження

Для успішного вирішення задач автоматизації технологічних процесів формоутворення заготовок виробів з непластичних порошкових матеріалів необхідно забезпечити певну послідовність виконання їх основних операцій. Для стаціонарно встановленої прес-форми необхідна послідовність та взаємозв'язок технологічних операцій, які реально можуть бути забезпечені за допомогою робота-маніпулятора, проте продуктивність процесу формоутворення в цьому випадку значно нижча, ніж в разі періодичної подачі прес-форми в робочу зону ІВПМ, коли операції змащення прес-форми, дозованого завантаження, розрівнювання порошкового матеріалу та витягання заготовки виконуються поза робочою зоною на відповідних позиціях, де встановлено необхідне обладнання. Потрібна послідовність та взаємозв'язок виконуваних на такій ділянці операцій досягається за допомогою пристроїв транспортування, конструктивне виконання яких залежить від конструкції станини ІВПМ ("П"- або "С-подібна"). Базовою поверхнею для транспортування може служити основа матриці, в якій передбачені отвори під штифти для забезпечення фіксації на відповідних операціях. Умовна продуктивність ділянки забезпечується заданою послідовністю виконання операцій і визначається часом, що лімітує віброударне пресування.

Напівавтоматична лінія з коловим післяопераційним переміщенням матриці реалізована у вигляді 5-ти позиційної карусельної установки і містить дозуючий завантажувальний пристрій, механізм скидання та розрівнювання з пневматичним приводом. Установка аналогічного типу була розроблена для Городницького фарфорового заводу і додатково оснащена пристроєм для витягання з гнізда карусельного столу матриці прес-форми і встановлення її на робочому столі перед початком операції віброударного пресування.

Висновки

Таким чином для успішного вирішення задач автоматизації виробничої ділянки для реалізації технологічних процесів формоутворення заготовок виробів з непластичних порошкових матеріалів необхідно забезпечити певну послідовність виконання їх основних операцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович-Лотоцький Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія. - Вінниця, 2006 - 338 с.

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри Галузевого Машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Iskovich-Lototskyi Rostyslav – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Branch Machine Building , Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ШВИДКОПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНІ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядаються варіанти модернізації спеціальних та спеціалізованих пристосувань з метою розширення їх технологічних можливостей та використання у сучасному гнучкому автоматизованому виробництві.

Ключові слова: спеціальне пристосування, змінні призми, губки, пальці, тандем-циліндри.

Abstract

The options for upgrading special and specialized appliances to expand their technological capabilities and use in modern flexible production are examined in this article.

Keywords: special appliance, variable prisms, sponges, fingers, tandem-cylinders.

Вступ

В сучасному автоматизованому механообробному виробництві досить широко використовуються спеціальні та спеціалізовані пристосування [1] для закріплення заготовок деталей типу «корпус» та «вал» на верстатах автоматах, напіваавтоматах і обладнанні з ЧПК. Дані пристосування мають гідравлічний, пневматичний, електромеханічний, електромагнітний або вакуумний привод і призначені для базування та закріплення заготовок тільки певного типорозміру або одного типу різних розмірів, що незначно змінюються у певному невеликому діапазоні. Подібні пристосування забезпечують просте та точне базування заготовок, їх надійне закріплення та утримання у продовж всього процесу обробки, а часто також і можливість повороту заготовки для обробки з декількох сторін. Але в останні роки все більше простежується тенденція до переходу від масового і великосерійного виробництва до середньо- і дрібносерійного, що характеризуються досить частою зміною номенклатури продукції, що випускається і потребують обладнання та оснащення з широкими технологічними можливостями. Згадані вище спеціальні та спеціалізовані пристосування не відповідають цим вимогам, у зв'язку із чим, актуальною задачею є їх модернізація та розширення технологічних можливостей.

Результати дослідження

Зокрема пропонується переробити виконавчу частину важільних, клинових, клиново-плунжерних, важільно-шарнірних, рейкових та гвинтових пристосувань для закріплення корпусних деталей таким чином, щоб була можливість заміни їх виконавчих елементів. Наприклад, якщо пристосування призначене для закріплення заготовок корпусних деталей і має плоскі губки – виготовити додатково для нього призматичні губки різних розмірів для закріплення заготовок деталей типу «вал», «втулка», «палець», «стакан». При цьому для точного базування вказаних змінних деталей на виконавчому елементі можна використовувати штифти або пальці, а кріплення здійснювати за допомогою болтів та гвинтів.

Також в гідравлічних та пневматичних пристосуваннях доцільно замінити звичайні гідро- і пневмоциліндри на тандем-циліндри та диференціальні циліндри [3]. У тандем-циліндрах з двома поршнями при подачі робочого середовища під тиском тільки в одну або в обидві відповідні порожнини забезпечуються два різні зусилля на штоку, що відрізняються за величиною у два рази. Якщо кожна з губок пристосування приводиться в дію окремим тандем-циліндром, то при описаному вище перемиканні подачі робочої рідини в їх порожнинах, у різних комбінаціях можна одержати чотири різні зусилля затискання заготовки, що вибираються та устанавлюються залежно від заданих умов обробки. Порожнини циліндрів, при подачі в які робочої рідини здійснюється розтискання заготовки можуть сполучатись попарно. Таким чином, для керування кожним циліндром

пристосування потрібний трипозиційний п'ятилінійний розподільник з електромагнітним керуванням [4].

У випадку, якщо фіксація заготовки в пристосуванні здійснюється за допомогою набору тарілчастих пружин [5], а гідро- чи пневмопривод слугує для розтискання, що підвищує надійність фіксації, то для розширення сфери використання пристосування можна передбачити зміну кількості пружин, що дасть змогу збільшувати та зменшувати зусилля затискання.

Висновки

У доповіді пропонуються варіанти модернізації спеціальних та спеціалізованих пристосувань автоматизованого виробництва з метою розширення їх технологічних можливостей та забезпечення їх використання у серійному гнучкому виробництві. Це дозволить підвищити ефективність та точність затискання заготовок різних форм та розмірів, зменшити витрати часу на виконання як основних так і допоміжних операцій, підвищити якість та зменшити собівартість готової продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванин В. А. Приспособления для металлорежущих станков : учеб. пособие / В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 316 с.
2. Черпаков Б. И. Технологическая оснастка / Б. И. Черпаков. – М. : Академия, 2003. – 288 с.
3. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.
4. Свешников В. К. Станочные гидроприводы: Справ очник. – М. : Машиностроение, 1995. – 448 с.
5. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для втузов/ Н. М. Капустин, П. М. Кузнецов и др. - М.: Высш. шк., 2004. - 415 с.

Олександр Сергійович Рекало – студент гр. 1М-16б, Вінниця, e-mail: USERBUSIK@gmail.com.

Olexandr S. Rekalov – student of group 1M-16b, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, , e-mail: USERBUSIK@gmail.com.

КОНСТРУКЦІЇ БАРАБАНІВ ДЛЯ ВТОРИННОГО ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИННИХ ВІДХОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Запропонована конструкція барабану для вторинного подрібнення деревинних відходів, в якій обґрунтовано вибір різців, схема їх розташування та кількість в залежності від продуктивності роботи обладнання та типу і стану деревинних відходів

Ключові слова: барабан, подрібнення деревинних відходів, різці, схема розташування.

Abstract: The drum design for recycling wood waste is proposed, in which the choice of incisors is grounded, the scheme of their arrangement and the quantity depending on the productivity of the equipment and the type and condition of the wood waste

Keywords: drum, shredding of wood waste, cutters, arrangement scheme.

В умовах постійного зростання цін на енергоносії гостро постало питання запровадження технології енергозбереження чи використання альтернативних екологічно чистих джерел енергії. Деревообробна промисловість накопичує велику кількість відходів у вигляді тріски, тирси, стружки тощо, які у більшості випадків не використовуються, і вони накопичуються як забруднюючі відходи на виробничих територіях. Крім того, щорічне прорідження та обрізка лісових, паркових, придорожніх насаджень утворює велику кількість відходів на стихійних звалищах, що спонукає до пошуку розв'язання проблеми їх утилізації. Одним з перспективних напрямків раціонального використання цієї сировини є виробництво з неї пелетів чи брикетів та їх подальше використання як екологічного палива. Для цього використовують різне за устаткуванням обладнання: мобільне – у вигляді додаткових змінних пристроїв базової машини (наприклад трактора); стаціонарне – у вигляді технологічної лінії деревообробного виробництва.

Основними вимогами до сировини, що підлягає обробці, є величина фракції (ступінь подрібнення 2...5 мм) та вологість (від 6 до 8 %). Тому підготовку сировини до обробки необхідно проводити в три етапи: перший – попереднє подрібнення в щепу (10 – 20 мм); другий – зменшення вологості за допомогою сушильних установок; третій – остаточне подрібнення до необхідних розмірів, в залежності від величини брикетів.

Для розробки конструкції барабана подрібнювача, як одного з основних елементів цього обладнання, забезпечення основних характеристик подрібнених фракцій деревинних відходів проаналізовано конструкції найбільш відомих їх технічних рішень [1]. При подрібненні деревинних матеріалів потрібно враховувати їх різну твердість. Поряд із забезпеченням необхідної фракції потрібно враховувати і продуктивність обладнання. Через врахування цих чинників розроблено різні конструкції барабанів з різцями. Аналізом існуючих конструкцій встановлено, що найбільш ефективними є використання двох типів нарізних барабанів, в канавках яких розміщено опорні поверхні для улаштування на них різців: V-Rotor і F-Rotor [2]. В залежності від типу деревинних відходів, які підлягають подрібненню використовується різні типи змінних різців як за формою, так і за видом різальної кромки. Важливою особливістю конструкції барабана є можливість заміни зношених різальних кромок чотиригранних різців шляхом їх переулаштування на опорних поверхнях барабана. Враховуючи задану продуктивність, вибрано схему розташування різців за гвинтовою твірною лінією на зовнішній поверхні барабана.

Для підтвердження ефективності використання запропонованої конструкції барабана та схеми розташування різців необхідно провести теоретичні та експериментальні дослідження, одним з етапів яких є розробка експериментального стенда з дослідним зразком конструкції барабана подрібнювача, результати яких будуть використані у бакалаврських дипломних та в магістерських кваліфікаційних роботах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://weima.com/en/>
2. <https://weima.com/en/weimapedia>

3. Поліщук, Л. К. Аналіз технологічних процесів та обладнання для переробки деревинних матеріалів / Л. К. Поліщук, В. П. Міськов // Вісник машинобудування та транспорту. – 2017. – № 1. – С. 83 – 89.

Кравчук Валерій Олександрович – студент групи 1ГМ-16м, факультет машинобудування та транспорту.

Бондар Андрій Леонідович – студент групи 1М-14б, факультет машинобудування та транспорту.

Науковий керівник: Поліщук Леонід Клавдійович – доктор техн. наук, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Kravchuk Valeriy O. – Faculty of engineering and transport.

Bondar Andrii L. - Faculty of engineering and transport.

Supervisor: Polishchuk Leonid K. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, department of mechanical engineering industry, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Моделювання робочих процесів віброударної установки для руйнування гірських порід

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено теоретичне дослідження гідродинамічних процесів, як основні робочі процеси, що протікають у гідроімпульсному приводі віброударної установки для руйнування гірських порід. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів віброударної машини, що дозволило оцінити ефективність розробленої конструкції гідроімпульсного привода на базі двокаскадного клапана-пульсатора.

Ключові слова: моделювання, скінчені об'єми, гідроциліндр, вібрації, клапан-пульсатор, привод.

Abstract

A theoretical study of hydrodynamic processes as the main working processes taking place in the hydraulic drive of a vibro-impact installation for the destruction of rocks has been carried out. Using the finite volume method, the basic dependences of the operating parameters of a vibro-impact machine were determined, which made it possible to evaluate the efficiency of the developed design of a hydroimpulse drive based on a two-stage valve-pulsator.

Keywords: modeling, finite volumes, hydraulic cylinder, vibration, pulsator-valve, drive.

Вступ

У даний час знаходить широке застосування математичне моделювання гідродинамічних процесів в гідроімпульсних приводах з використанням ЕОМ, за допомогою якого можна глибоко і в повному обсязі досліджувати вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики робочих процесів вібраційних машин і намітити конкретні шляхи їх поліпшення, істотно знизивши при цьому обсяги складних теоретичних і експериментальних досліджень.

Результати дослідження

На кафедрі галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету була розроблена оригінальна конструкція навісного віброударного пристрою (рис. 1) для ефективного руйнування гірських порід на базі гідроімпульсного привода з двокаскадним клапаном пульсатором [1].

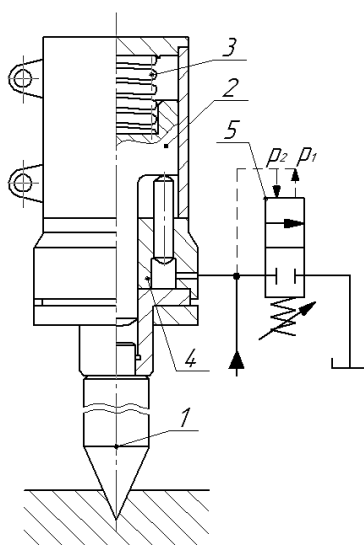
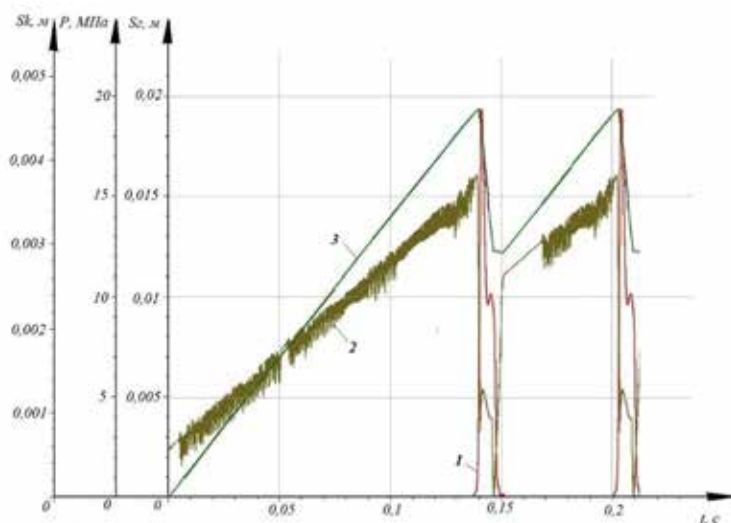


Рисунок. 1. Принципова схема віброударного пристрою для руйнування гірських порід

Навісний віброударний пристрій складається із робочого органу 1 (долото із конічним наконечником) на верхню основу якого прикладається періодичне ударне навантаження ударною масою 2 під дією сил тяжіння і сил повернення пружного елемента 3. Зворотно-поступальний рух ударної маси 2 відбувається за рахунок дії гідроімпульсного привода, який складається із гідроциліндра 4 і генератора імпульсів тиску 5. У робочій порожнині (див. рис. 1) гідроциліндра 4 створюється періодична зміна тиску амплітудою $\Delta p = p_1 - p_2$, яка передається на плунжер гідроциліндра 4. У свою чергу плунжер, під дією поточного тиску в порожнині 6 гідроциліндра 4, переміщує ударну масу 2, що спричиняє деформацію пружного елемента 3 і накопиченню потенційної енергії від сил тяжіння. Після відкриття клапана другого каскаду відбувається злив робочої рідини, що спричиняє падіння тиску у робочій порожнині гідроциліндра 4. При цьому відбувається переміщення ударної маси 2 у початкове положення, що спричиняє ударну взаємодію із робочим органом 1. Енергія ударної взаємодії складається із потенційної енергії пружних сил і сил тяжіння. Налагодження тиску спрацювання p_2 генератора імпульсів тиску 5 залежить від налагодження пружини, а з'єднання напірної гідролінії зі зливною відбувається за допомогою (скидання робочого тиску до тиску p_1) запірного елемента (клапана другого каскаду) у вигляді конусного золотника.

Енергія ударної взаємодії даного віброударного пристрою складає $E=150$ Дж, при номінальній частоті ударів $\nu=25\dots30$ Гц, робочому тиску в гідросистемі $p=14$ МПа і максимальній витраті $Q=70$ л/хв. Маса ударної частини складає $m=18$ кг.

Для отримання робочих характеристик даного віброударного пристрою, за допомогою програмного комплексу FlowVision було проведено чисельне моделювання, методом кінцевих об'ємів, гідродинамічних процесів в гідроімпульсному приводі з двокаскадним клапаном-пульсатором [3, 4]. На рисунку 2 показані графіки зміни тиску в порожнині гідроциліндра 4 (див. рис. 1), зміни переміщення ударної маси 2 (рис. 2), а також зміни переміщення запірного елемента першого каскаду клапана-пульсатора [5, 6].



- 1) – графік переміщення запірного елемента першого каскаду клапана-пульсатора $S_k(t)$, м;
- 2) – графік зміни тиску в порожнині гідроциліндра $P(t)$, МПа;
- 3) – графік зміни переміщення ударної маси S_z , м

Рисунок 2. Робочі характеристики віброударного пристрою на базі гідроімпульсного привода з двокаскадним клапаном-пульсатором

На основі результатів чисельного моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода ВМ, на базі однокаскадного клапана-пульсатора, були визначені його робочі характеристики, а саме тиск спрацювання клапана-пульсатора склав $p_1=16$ МПа, тиск закриття $p_2=5$ МПа, а частота коливань плунжерного гідроциліндра $\nu=25$ Гц.

Висновки

Незважаючи на складність розрахунків і прийнятих при математичному описі робочого процесу гідроімпульсного привода допущеннях, які в міру накопичення експериментальних даних можуть бути уточнені, перспективність використання автоматизованого проектування за допомогою сучасного програмного забезпечення очевидна [1-3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – №1/1(85). С. 9–17.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Іскович–Лотоцький, В. И. Повстенюк, О.М. Данилюк, Я. В. Іванчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологий» – Харьков, 2007. – №12(73). – С.36–37.
5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.
6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці гідроімпульсного привода віброударного пристрою для розвантаження кузовів–самоскидів транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків., 2014. – Випуск 148. Частина 1. – С. 95–101.

Іванчук Ярослав Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ivanchuck@ukr.net.

Yaroslav Ivanchuk V. – Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

ФРЕЗЕРНИЙ БАРАБАН МОБІЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ РЕМОНТУ ДОРІГ

Вінницький національний технічний університет

Анотація:

Проаналізовано ефективність використання мобільних комплексів, оснащених фрезерним інструментом, для ремонту автомобільних доріг. Показано доцільність заміни механічного приводу фрезерного барабана на вмонтований гідравлічний. Наведено особливості конструкції нового технічного рішення фрезерного барабана, який пропонується для існуючого комплексу.

Ключові слова: фрезерний барабан, холодне фрезерування, гідравлічний привід, дорожнє покриття.

Abstract:

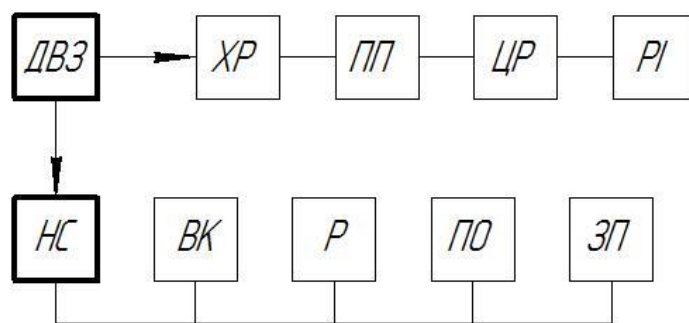
The efficiency of use of road milling machines that equipped with a milling tool (milling drum) for road restore and repair was analyzed. The expediency of replacing the mechanical drive with of cold milling machine milling drum with the mounted hydraulic was shoed. The features of the design of a new milling drum technical solution, which is proposed for the existing milling machine, are presented.

Keywords: milling drum, cold milling, hydraulic drive, road pavement.

Стан автомобільних доріг відіграє важливе значення для економіки будь-якої країни, оскільки саме вони забезпечують внутрішньодержавні та міжнародні перевезення пасажирів і вантажів. Для їх повного використання необхідно, щоб спеціальне технологічне обладнання, що застосовують для ремонту та відновлення дорожнього полотна, відзначалось високою надійністю, продуктивністю та мобільністю.

Спеціальні технологічні машини – холодні фрези (cold milling machine), виконують низку технологічних операцій для усунення недоліків дорожнього покриття: колійності, опуклостей, ям та інших дефектів з використанням технології холодного фрезерування [1, 2].

Починаючи з 2013 року Вінницьким шляховим управлінням на дорогах міста Вінниці експлуатується машина для холодного фрезерування (МХФ) дорожнього покриття Wirtgen W100 (виробник Wirtgen GmbH, ФРН). Технологічна машина Wirtgen W100 має будову, структурна схема якої наведена на рис. 1.



ДВЗ – двигун внутрішнього згорання, ХР – хвильовий редуктор, ПП – пасова передача, ЦР – циліндричний редуктор, РІ – робочий інструмент, НС – насосна станція, ВК – привод відвантажувального конвеєра, Р – привод руху, ПО – привод піднімання/опускання машини, ЗП – привод захисник плит

Рисунок 1 – Структурна схема будови машини для холодного фрезерування Wirtgen W100

Фрезерний барабан (робочий інструмент) отримує обертання від валу відбору потужності дизельного двигуна через хвильовий редуктор, роботою якої керує гідравлічна муфта, поліклінову передачу та одноступінчастий циліндричний редуктор, закріплений ззовні на лівій рухомій щоквині машини, яка разом із правою утворює опорну поверхню осі фрезерного барабана. Вихідна ланка

циліндричного редуктора скріплена із внутрішньою фланцевою поверхнею фрезерного барабана, через яку йому передається обертальний рух. Регулювання частоти обертання фрезерного барабана в існуючій конструкції здійснюється за допомогою взаємозаміни положення шківів, в результаті чого машина може працювати за двох частот обертання: 117 хв^{-1} або 247 хв^{-1} . Заміна останніх вимагає значних затрат часу та допоміжних інструментів, що впливає на загальну продуктивність машини. Крім того, установка шківів поліклінової передачі на різні базові поверхні може призвести до порушень точності монтажу, осьовому зміщенню шківів, паралельності валів, , що різко зменшує термін служби передачі.

Розгалужена гідравлічна система машини забезпечує роботу приводів відвантажувального конвеєра, коліс, піднімання і опускання та захисних плит [3].

На основі проведеного аналізу [4, 5] основних типів приводів технологічних машин різного призначення авторами запропоновано конструкцію фрезерного барабана, в якій за рахунок використання в ньому комплектного гідравлічного приводу значною мірою усуваються зазначені недоліки.

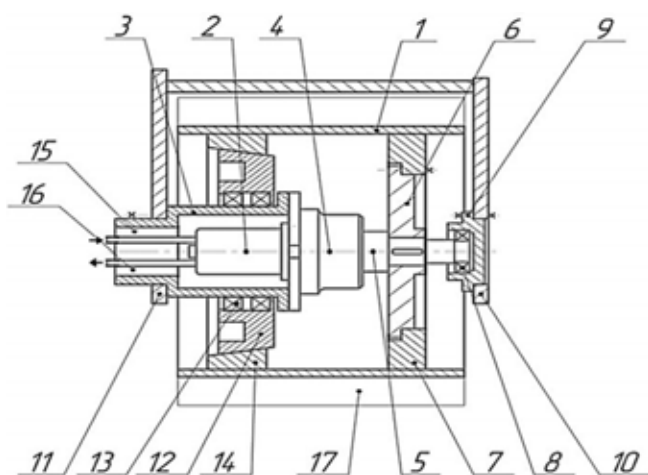


Рисунок 2 – Конструктивна схема фрезерного барабана МХФ

На рис. 2 представлена конструктивна схема розробленої конструкції фрезерного барабана, яка містить корпус 1, в середині якого розміщено вмонтований гідравлічний привод з гідродвигуном 2, який встановлено в порожнині піввісі 3, що скріплена з корпусом передавального механізму 4. На вихідному валу 5 передавального механізму 4 закріплено приводний диск 6, який нерухомо з'єднано з кільцем 7, що жорстко скріплене з внутрішньою поверхнею корпусу барабана 1. Вихідний вал 5 встановлено в підшипнику 8, який розміщений в корпусі 9, котрий прикріплено до шоківини 10. 3 протилежною шоківиною 11 скріплено піввісь 3. Напрямний фланець 12, який через підшипники 13 встановлено на піввісі 3, розміщений по конічній поверхні опорного кільця 14, що жорстко скріплений з корпусом барабана 1.

В порожнині піввісі 3 улаштовано дві гідромагістралі 15 та 16, одна з яких через напірний трубопровід під'єднана до робочої камери гідродвигуна, а інша, через виливний трубопровід, – із зливною камерою гідродвигуна. На поверхні барабана за гвинтовою лінією шевроном нерухомо встановлено за відповідним кроком різцеві головки (умовно на схемі непоказані), які мають робочу зону 17.

Робоча рідина під тиском через напірну гідромагістраль подається в робочу камеру гідромотора. В результаті взаємодії робочої рідини з роторними елементами гідромотора відбувається обертання його вихідного вала, який через передавальний механізм приводить в рух приводний диск та опорне кільце, яке надає корпусу барабана обертального руху.

Розроблена конструкція приводу фрезерного барабана відзначається невеликими габаритами та числом складальних одиниць, а також можливістю його установки на базові опорні елементи. Спрощена кінематична схема дозволяє підвищити надійність роботи машини, а використання гідродвигуна дає можливість плавно змінювати частоту обертання фрезерного барабана для

забезпечення необхідного режиму роботи машини. Зазначені властивості надають ряд нових технологічних переваг, які недоступні для існуючого приводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Современные машины и прогрессивные технологии для строительства дорог [Електронний ресурс] / Wirtgen GmbH. – 2016. Режим доступу: <http://www.wirtgen.de>
2. Руководство по холодным фрезам Wirtgen: Технология и применение [Електронний ресурс] / Wirtgen GmbH. – 2016. Режим доступу: <http://www.wirtgen.de>
3. Maschinendaten Wirtgen W100 / Wirtgen GmbH, 2007. - 14 p.
4. Поліщук Л. К. Вибір раціональної схеми приводу конвеєра за критеріальними оцінками / Л. К. Поліщук, Р. П. Коцюбівський, С. А. Барабанов // Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. – 2012. – Вип. 10, т.2 (59). – С. 149–154.
5. Поліщук Л. К. Вмонтовані гідравлічні приводи з гнучким тяговим органом чутливі до зміни навантаження : монографія [текст] / Л. К. Поліщук, О. О. Адлер // Вінниця, ВНТУ, 2010 р. - 184 с.

Коваль Олег Олександрович, аспірант кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця; kovaloleg@outlook.com

Науковий керівник: **Поліщук Леонід Клавдійович**, д.т.н., доцент, професор кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

Koval Oleh, Ph.D. researcher, Industrial Engineering dept., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city; kovaloleg@outlook.com

Scientific supervisor: **Polishchuk Leonid**, D.Eng., professor, Industrial Engineering dept., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.

Дослідження деформацій каркаса автомобіля методом скінчених елементів

Вінницький національний технічний університет

Автором в статті досліджується деформація просторового каркасу автомобіля методом скінчених елементів для визначення критичних точок. В результаті аналізу визначено напруження по фон Мізесу, деформації та коефіцієнти запасу по міцності у небезпечних місцях.

Ключові слова: каркас, рама, автомобіль, деформації, напруження, коефіцієнт запасу.

Authors in the article investigates the deformation of the car's spatial carriage by the finite element method for determining critical points. As a result of the analysis, the stresses on the background of Mises, deformations and strength factors in hazardous areas are determined.

Key words: carcass, carriage, car, deformation, tension, reserve ratio.

Каркас автомобіля є надзвичайно відповідальною конструкцією, особливо у автомобілів спеціального призначення. Адже на каркас автомобіля монтуються усі агрегати автомобіля і він забезпечує необхідний зв'язок між ними. Також каркас являється основним несучим елементом, який сприймає зусилля, які діють на автомобіль.

Даний каркас автомобіля виконаний у вигляді решітчастої (просторової) рами (див. рис. 1). Така система являє собою просторову ферму, для виготовлення якої використовуються товстостінні труби. Ці труби виконуються з легованих сталей, що відрізняються високою міцністю та забезпечують високу жорсткість усієї конструкції.

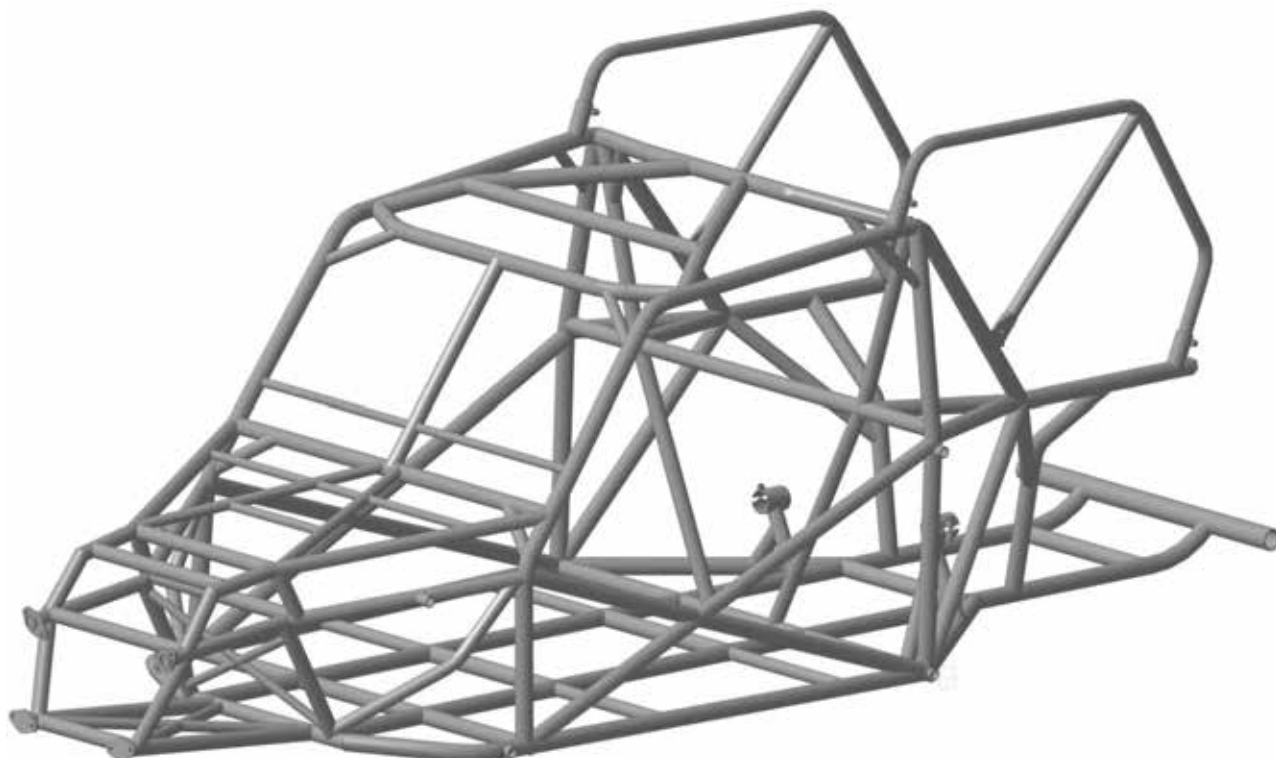


Рисунок 1 – Каркас автомобіля (вигляд в просторі)

Існує безліч теоретичних досліджень міцності та жорсткості просторової рами автомобіля, які здійснювалися на підставі різних припущень процесу навантаження і спрощення конструкції рами [1-3].

Проектування і розрахунок цих конструкцій в більшій мірі здійснювався на підставі розрахункових формул опору матеріалів без урахування взаємодії елементів особливостей властивих тонкостінних стержнів, наявності накладок, косинок і т.д. У зв'язку з цим було поставлено завдання дослідження таких конструкцій, виявлення перевантажених і недовантажених зон.

Метою даної роботи є дослідження деформації рами автомобіля у різних площинах методом кінцевих елементів, що дозволяє визначити переміщення, напруги і деформації в будь-якій точці рами автомобіля.

Використовуючи можливості обчислювальної техніки, здійснювався процес розробки розрахункової моделі досліджуваної рами. Для цього був застосований програмний пакет Autodesk Inventor.

Розміри розрахункової моделі відповідають реальним розмірам рами автомобіля. В якості граничних умов пред'явлені наступні:

- розглядаються навантаження, зумовлені масою корисного навантаження, двигуна і силових агрегатів;
- на місці кріплення рами і підвісок застосовані рухомі і нерухомі опори.

Результати проведення моделювання просторової рами автомобіля наведено на рис. 2 та 3. На рис. 2 представлена діаграма розподілу коефіцієнта запасу. З рисунку видно, що мінімальний коефіцієнт запасу становить 3 і знаходиться в точці приєднання лівої та правої передніх підвісок. Більшість елементів рами працюють із коефіцієнтом запасу від 12 до 15.

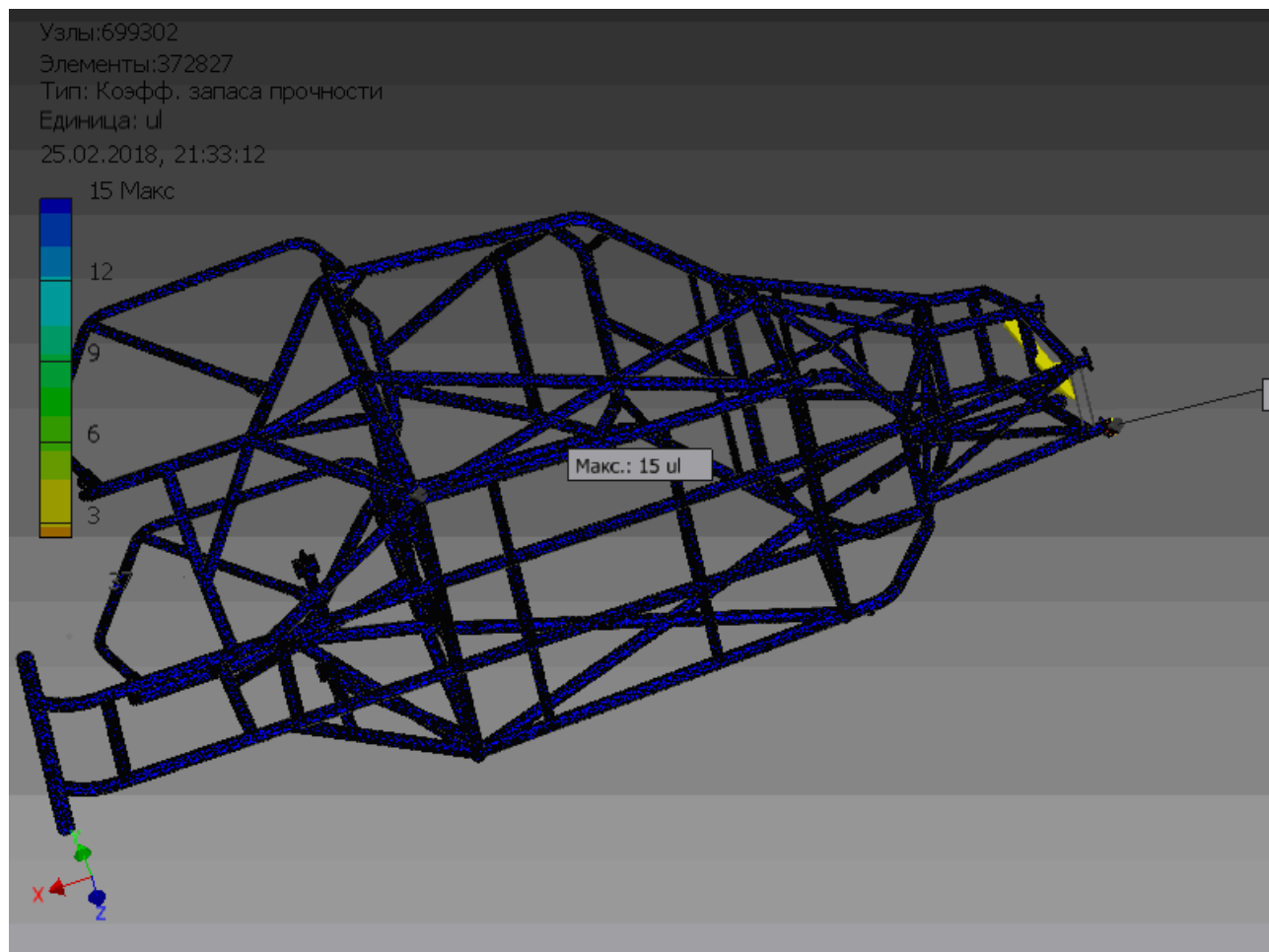


Рисунок 2 – Діаграма розподілу коефіцієнта запасу

На рис. 3 представлена діаграма розподілу напружень по фон Мізесу. З рисунку видно, що в елементах рами діє напруження, яке не перевищує 135, МПа.

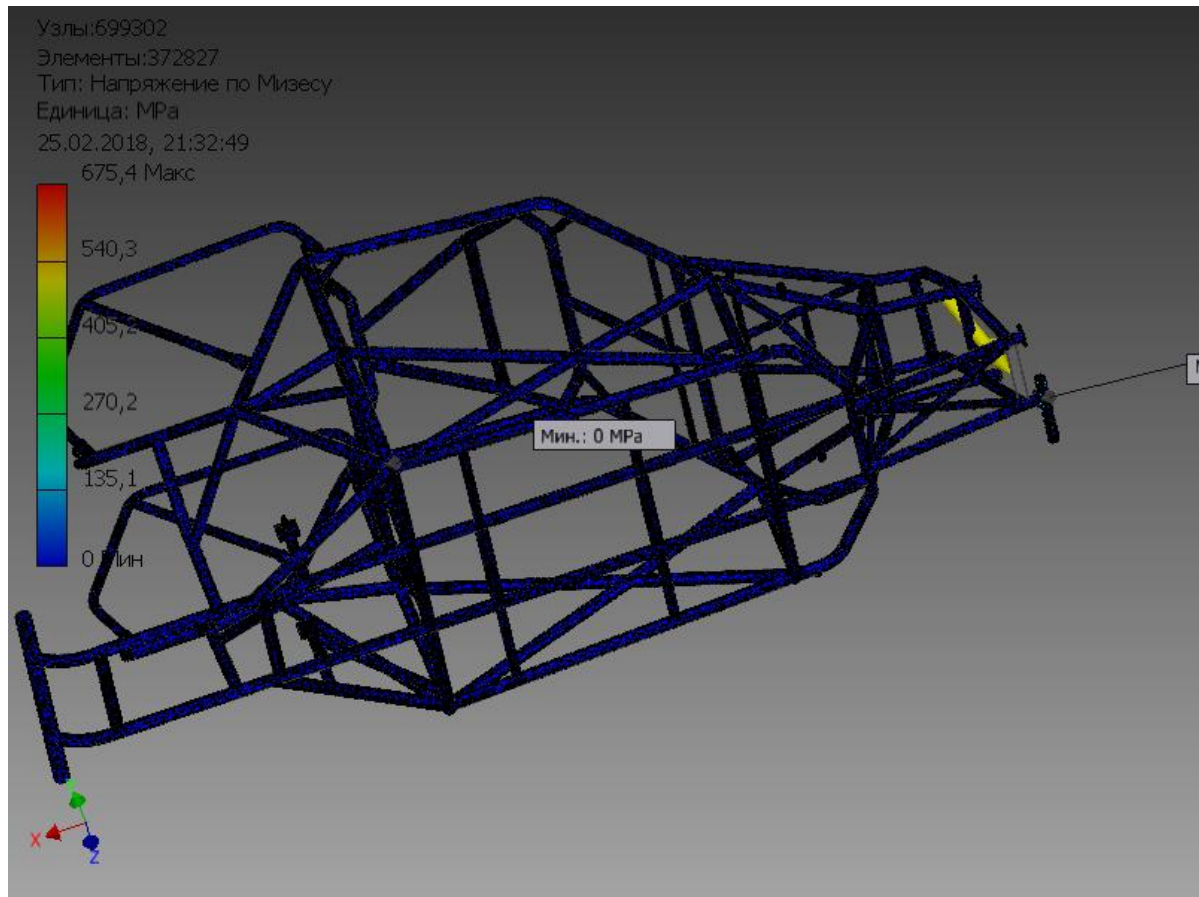


Рисунок 3 – Діаграма розподілу напружень по фон Мізесу.

Висновок. Розроблена математична модель просторової рами автомобіля дозволяє визначити розподіл компонентів напружень і деформацій в рамі автомобіля, а також переміщення в довільній точці. Виявляються його найбільш небезпечні ділянки.

Отримані дані дозволяють зробити висновок про придатність рами для подальшої експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гельфгат Д. Б. Рамы грузовых автомобилей / Д. Б. Гельфгат, В. А. Ошноков. – М.: Маш-гиз, 1959. – 231 С.
2. Гельфгат Д. Б. Расчет рам грузовых автомобилей на кручение / Гельфгат Д. Б., Ошноков В. А. // Автомобильная промышленность. – 1955. – № 10. – С.8-14.
3. Зенкевич О. метод конечных элементов в технике и аппроксимация Текст / О. Зенкевич. – пер. с англ.. – М.: Мир, 1975. – 536 с.

Манжілевський Олександр Дмитрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, доцент кафедри металорізальних верстатів та обладнання автоматизованих виробництв, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, тел. +380961742288, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, кімн. 1204.

Manzhilevskyy Alexander D. – Candidate of Science (Engineering), Vinnytsia National Technical University, the Associate Professor of the Chair of Machine Tools and Automated Production Equipment, e-mail: manzhilevskyy@gmail.com, tel. +3809961742288 Ukraine, 21021, Vinnytsia, Khmelnytsky Highway st. 95, apt. 1204.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ВІБРОУДАРНОГО ПРЕСУВАННЯ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведена інформація щодо реалізації розрахунку параметрів робочих режимів віброударного пресування.

Ключові слова: віброударне пресування, робочий режим, вібропрес-молот.

Abstract

The information about realization of vibro-impact pressing working mode parameters calculating was given.

Keywords: vibration-pressing, working mode, vibropress hammer.

Вступ

Широка номенклатура виробів з порошкових матеріалів вимагає науково-обґрунтованого підходу до визначення параметрів робочих режимів віброударного пресування. Методика розрахунку цих параметрів базується на резонансно-структурній теорії формування заготовок з непластичних порошкових матеріалів під дією імпульсів тиску зовнішніх сил і включає можливість об'єднати параметри інерційного навантаження заготовки в прес-формі закритого типу, вихідні параметри порошкового матеріалу та силові параметри робочих режимів навантаження на інерційних вібропрес-молотах (ІВПМ).

Результати дослідження

Для проектування ІВПМ вихідними даними можуть бути параметри, які характеризують заготовку порошкового матеріалу в прес-формі закритого типу. До них відносяться маса навішення, лінійний розмір частинок її матеріалу, значення середньої щільності заготовки в початковий та кінцевий моменти віброударного пресування (ВУП) і відповідні їм значення модуля умовної пружності, які встановлюються експериментальним шляхом. Початковий стан заготовки визначається величиною питомого зусилля статичного притискання. Для заготовки простої конфігурації блок вихідних даних доповнюється значенням площі її відкритої поверхні з боку пуансона.

Вихідними даними для визначення параметрів робочих режимів ВУП можуть служити параметри інерційного навантаження заготовки та відповідні конструктивні параметри ІВПМ. Додатково у перелік вихідних даних слід ввести час набору тиску, а також значення узагальненої змінної або критерію подібності, яке встановлюється експериментально за результатами пресування "еталонних" зразків.

На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень розроблений алгоритм методики розрахунку параметрів робочих режимів ВУП. Згідно з ним спочатку за вихідними даними визначаються умовні деформації, що характеризують процес розрядки одноциклового акумулятора та зведена маса рухомих ланок ІВПМ.

Під час наступного етапу знаходять тривалість ударного імпульсу та його величину, час розрядки одноциклового акумулятора, період спрацьовування віброзбуджувача і робочу частоту слідування ударних імпульсів.

Далі визначається повний час ВУП і еквівалентне зусилля ударного імпульсу прямокутної форми. Значення даних параметрів відповідає параметрам робочих режимів ВУП, що реалізуються на ІВПМ.

Висновки

Таким чином для успішного розрахунку параметрів робочих режимів віброударного пресування необхідно правильно дослідити і обробити вихідні дані, параметри інерційного навантаження та вихідні параметри порошкового матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович-Лотоцький Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія. - Вінниця, 2006 - 338 с.

Веселовський Ярослав Петрович – аспірант третього року навчання спеціальності 05.03.05, кафедра Галузевого Машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри Галузевого Машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Veselovskyi Yaroslav – third-year phd student, 05.03.05 specialization, Branch Machine Building Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Iskovych-Lototskyi Rostyslav** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Branch Machine Building Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБЛІКУ ПОСТАЧАННЯ ГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано ефективну конструкцію пристрою для обліку витрати і споживання газу на базі лічильного механізму роторного типу, що підвищує точність вимірювання зберігаючи при цьому стабільність метрологічних характеристик на протязі всього строку служби.

Ключові слова: газ, лічильний механізм, температура, точність вимірювання.

Abstract

An efficient design of the device for calculating the consumption and consumption of gas on the basis of a rotary-type counter mechanism is proposed, which increases the accuracy of the measurement while maintaining the stability of metrological characteristics throughout the life of the device.

Keywords: gas, counting mechanism, temperature, measurement accuracy.

Вступ

Україна за обсягом споживання газу займає третє місце в світі і перше – в перерахунку на одного жителя [1]. Імпортозалежність України в природному газі ставить завдання підвищення точності вимірювання витрати та кількості газу як одне із пріоритетних при реалізації комплексної програми енергозбереження покликаної забезпечити якнайшвидше подолання енергетичної кризи. Вирішення цієї проблеми в значній мірі залежить від впровадження в промисловості та побуті засобів обліку витрачання [2, 3], та регулювання споживання газу.

Метою роботи є розробка ефективної конструкції для підвищення точності вимірювання витрати та споживання газу.

Результати дослідження

Облік газу в промисловому секторі України ведеться, в основному, витратомірами змінного перепаду тиску, а також роторними та турбінними лічильниками [4]. Майже усі ці прилади обліку газу переважно вітчизняного виробництва. В побуті для обліку газу застосовуються як мембранні так і роторні лічильники газу вітчизняного виробництва, так і зарубіжні лічильники мембранного типу.

Вирішення проблеми енергозбереження вимагає перегляду традиційних підходів, що склалися в Україні, пов'язаних із застосуванням методів та засобів вимірювань витрати та кількості газу, оцінкою показників точності вимірювань. Основними факторами, які обмежують точність обліку є характерні властивості методів вимірювань (методичні похибки) та засобів вимірювальної техніки (інструментальні похибки). Також є ще одна проблема, вирішення якої сприятиме підвищенню точності обліку газу – це приведення об'єму вимірюваного газу до стандартних (нормальних) температурних умов. В європейських країнах за нормальні температурні умови для обліку газу приймається температура + 15°C (на території України + 20°C). Як відомо, зміна температури газу на $\pm 3^\circ\text{C}$ приводить до додаткової похибки вимірювання об'єму лічильником, що складає $\pm 1\%$.

Аналіз середньодобових температур газу, протягом року в різних регіонах України за даними газозбутових організацій показує їх набагато більшу збіжність до температури + 15°C, ніж до + 20 °C. Відхилення середньодобових температур на -1 ... - 4°C від значення + 15 °C спричинить появу додаткових, температурних похибок вимірювання об'єму -0,34... -1,7 %, тоді як відхилення на - 6... - 9 °C від значення + 20°C приведе до додаткових похибок вимірювання об'єму - 2 ... - 3,1 %. Аналізуючи характер та знак цієї додаткової похибки і співставляючи її з характерними кривими розподілу основної похибки мембранних та роторних побутових лічильників газу, які в діапазоні, близькому до максимальних витрат, мають протилежні за знаком значення похибки [5], можна стверджувати, що середньорічні втрати газозбутових організацій при застосуванні для обліку мембранних лічильників газу, складають 4 ... 5 %, тоді як при використанні роторних – всього 1...1,5 %, тобто не виходять за межі

основної допустимої похибки лічильників.

Таким чином стандарти значення температури $+15^{\circ}\text{C}$, як нормальної при обліку газу, значно зменшить інструментальну складову похибки вимірювань його об'єму споживання і приведе до суттєвого зниження втрат газозбутових організацій.

Для рішення даної проблеми було запропоновано ефективну конструкцію пристрою обліку газу на базі лічильного механізму роторного типу. Роторні лічильники зберігають стабільність метрологічних характеристик протягом необмеженого часу експлуатації, надійно працюють при вимірах об'ємних витрат неочищених газів. Конструкція роторного лічильника забезпечує безпечність його експлуатації навіть у випадку тимчасової призупинки роботи вимірювача [1, 4, 6]. Важливою перевагою лічильників роторного типу є можливість їх експлуатації на максимальних витратах; без обмеження часу, тоді як для більшості побутових лічильників газу других конструкцій їх експлуатація при витратах зверх номінального значення допускається тільки протягом одного чи декількох годин на добу, що практично вдвічі звужує робочий діапазон вимірювань і зменшує строк служби [5].

Висновки

На відміну від лічильників мембранного типу, які бояться забрудненого газу, перепадів тиску в мережах, накопичення конденсатної вологи, лічильники газу ротаційного типу надійно працюють в газових мережах, зберігаючи стабільність метрологічних характеристик на протязі всього строку служби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. Іскович–Лотоцький Р. Д. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Іскович–Лотоцький, В. И. Повстенюк, О.М. Данилюк, Я. В. Іванчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологий» – Харьков, 2007. – №12(73). – С.36–37.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном пульсатором [Текст] / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2017. – № 3(86). – С.10–19.
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.
5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно–європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20. doi: 10.15587/1729-4061.2016.59419.
6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.

Рекало Олександр Сергійович — студент групи ІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: **Іванчук Ярослав Володимирович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Rekalo Oleksandr S. — Department of machine building and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanchuck@ukr.net

Supervisor: **Yaroslav Ivanchuk V.** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

Моделювання робочих процесів навісної інерційної вібротрамбовки

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено теоретичне дослідження гідродинамічних процесів, як основні робочі процеси, що протікають у гідроімпульсному приводі навісної інерційної вібротрамбовки. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів вібраційної машини, що дозволило оцінити ефективність розробленої конструкції гідроімпульсного привода на базі двокаскадного клапана-пульсатора.

Ключові слова: моделювання, скінчені об'єми, гідроциліндр, вібрації, клапан-пульсатор, привод, трамбовка.

Abstract

A theoretical study of hydrodynamic processes as the main working processes that take place in the hydroimpulse drive of a hinged inertial vibratory ramming is carried out. By the method of finite volumes, the main dependencies of the operating parameters of the vibrating machine were determined, which made it possible to evaluate the efficiency of the developed design of the hydropulse drive based on a two-stage valve-pulsator.

Keywords: modeling, finite volumes, hydraulic cylinder, vibration, pulsator-valve, drive, ramming.

Вступ

У даний час знаходить широке застосування математичне моделювання гідродинамічних процесів в гідроімпульсних приводах з використанням ЕОМ, за допомогою якого можна глибоко і в повному обсязі досліджувати вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики робочих процесів вібраційних машин і намітити конкретні шляхи їх поліпшення, істотно знизивши при цьому обсяги складних теоретичних і експериментальних досліджень.

Результати дослідження

На кафедрі галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету була розроблена оригінальна конструкція навісного вібраційного пристрою (рис. 1) для поверхневого ущільнення ґрунту на базі гідроімпульсного привода з двокаскадним клапаном пульсатором [1, 2].

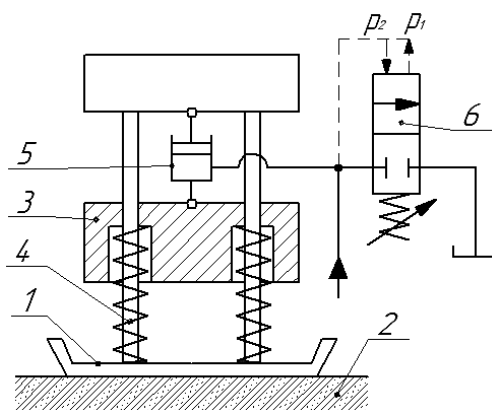


Рисунок. 1. Принципова схема навісної вібротрамбовки

Навісна вібротрамбовка складається із ущільнюючої плити 1 та інерційної маси 3, яка передає вібраційні навантаження через пружні елементи 4 на ґрунтову основу 2. Зворотньо-поступальний рух інерційної маси 3 відбувається за рахунок дії гідроімпульсного привода, який складається із

гідроциліндра 5 і генератора імпульсів тиску 6.

У робочій порожнині гідроциліндра 5 створюється періодична зміна тиску амплітудою s , яка передається на клапан другого каскаду. У свою чергу клапан другого каскаду, під дією поточного тиску в порожнині гідроциліндра 5, переміщує інерційну масу 3, що спричиняє деформування пружних елементів 4 і накопиченню потенційної енергії від дії пружних сил. Після відкриття клапану другого каскаду відбувається злив робочої рідини, що спричиняє падіння тиску у робочій порожнині гідроциліндра 5. При цьому відбувається переміщення інерційної маси 3 у початкове положення, що спричиняє інерційну взаємодію із робочим органом 1 через пружні елементи 4, яка передається на поверхню ущільнюючого ґрунту. Енергія силової взаємодії робочого органу 1 із поверхнею ущільнюючого ґрунту складається із потенційної енергії пружних сил і сил тяжіння. Налагодження тиску спрацювання p_2 генератора імпульсів тиску 6 залежить від налагодження регульовальної пружини, а з'єднання напірної гідролінії зі зливною (скидання робочого тиску до тиску p_1) запірного елемента (клапану другого каскаду) у вигляді конусного золотника. Керуванням спрацювання клапану другого каскаду відповідає клапан першого каскаду [3, 4], який виконаний також у вигляді конусного золотника.

Амплітуда коливань інерційної маси 3 складає $A=5\ldots6$ мм, при номінальній частоті вібрацій $\nu=15\ldots25$ Гц, робочому тиску в гідросистемі $p=14$ МПа і максимальній витраті $Q=70$ л/хв. Маса інерційної маси 3 при цьому складає $m=25$ кг.

Для отримання робочих характеристик даного віброударного пристрою, за допомогою програмного комплексу FlowVision було проведено чисельне моделювання, методом кінцевих об'ємів, гідродинамічних процесів в гідроімпульсному приводі з двокаскадним клапаном-пульсатором [3, 4]. На основі отриманих результатів чисельного моделювання були побудовані графіки зміни тиску в порожнині гідроциліндра 5 (див. рис. 1), зміни переміщення інерційної маси 2 (рис. 2), а також зміни переміщення запірного елемента першого каскаду клапану-пульсатора [5–7].

На основі результатів чисельного моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода ВМ, на базі однокаскадного клапану-пульсатора, були визначені його робочі характеристики, а саме тиск спрацювання клапану-пульсатора склав $p_1=14$ МПа, тиск закриття $p_2=5$ МПа, а частота коливань плунжерного гідроциліндра $\nu=25$ Гц.

Висновки

Незважаючи на складність розрахунків і прийнятих при математичному описі робочого процесу гідроімпульсного привода допущеннях, які в міру накопичення експериментальних даних можуть бути уточнені, перспективність використання автоматизованого проектування за допомогою сучасного програмного забезпечення очевидна [1-3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – №1/1(85). С. 9–17.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Іскович–Лотоцький, В. И. Повстенюк, О.М. Данилюк, Я. В. Іванчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологий» – Харьков, 2007. – №12(73). – С.36–37.
5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.
6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці гідроімпульсного привода віброударного пристрою для розвантаження кузовів–самоскидів транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Збірник наукових праць Української

державної академії залізничного транспорту. – Харків., 2014. – Випуск 148. Частина 1. – С. 95–101.

7. Іскович–Лотоцький Р. Д. Дослідження динаміки процесу віброударної головки бурильної установки з гідроімпульсним приводом / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Науковий журнал «Вібрації в техніці та технологіях» – Полтава, 2006, – №1 (43) – С. 49–51.

Козловський Андрій Владиславович — студент групи ІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: **Іванчук Ярослав Володимирович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Kozlovskyi Andrii V. — Department of machine building and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanchuck@ukr.net

Supervisor: **Yaroslav Ivanchuk V.** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Забруднення навколишнього середовища при утилізації сміття - одна з найважливіших проблем сучасної цивілізації. У зв'язку з цим було запропоновано метод і конструкторська розробка системи фільтрів, яка дозволяє ефективно для навколишнього середовища очищувати відпрацьовані гази при утилізації відходів, з мінімальними економічними та технологічними витратами, а також з подальшим ефективним використанням теплової енергії. В основу запропонованої конструкції покладено інерційний метод процесу очищення від важких фракцій димових газів.

Ключові слова: утилізація, відходи, очищення, циклони, фільтри.

Abstract

An efficient design of the device for calculating the consumption and consumption of gas on the basis of a rotary-type counter mechanism is proposed, which increases the accuracy of the measurement while maintaining the stability of metrological characteristics throughout the life of the device.

Keywords: gas, counting mechanism, temperature, measurement accuracy.

Вступ

Утилізація сміття – одна із важливих проблем сучасної цивілізації. У нашій країні 90% відходів піддаються захороненню (депонуванню) на полігонах, хоч це і зв'язано із транспортними витратами і відчуженням великих територій [1, 2]. Але, якщо від більшості відходів ще можна порівняно безпечно звільнитися шляхом депонування, то, наприклад, медичні відходи підлягають обов'язковій переробці.

У зв'язку з цим виникає задача створення таких систем по утилізації відходів, які дозволяють досягти не тільки повного спалювання відходів, але й створити можливість введення нових елементів та зв'язків для ефективного очищення від важких фракцій відпрацьованих газів з подальшим ефективним використанням теплової енергії [3].

Результати дослідження

Кафедрою галузевого машинобудування ВНТУ спільно із НВП ТОВ «Гідравліка Вінниця-Сервіс» із використанням систем автоматизованого проектування, була спроектована піролітична установка (рис. 1) [1, 2], яка дозволяє ефективно утилізувати медичні відходи з мінімальними економічними і технологічними витратами та подальшим ефективним використанням теплової енергії [4].

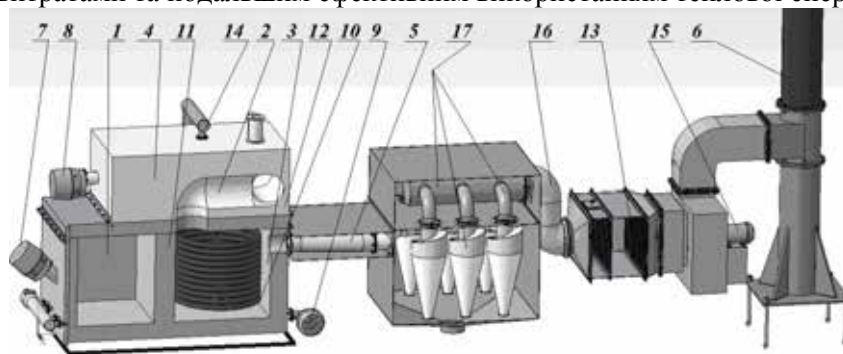


Рисунок 1. Модель установки для утилізації відходів

Запропонована установка працює наступним чином.

Пристрій містить камери спалювання 1, допалювання 2 і охолодження 3, розташованих під єдиним сподом печі 4, системи циклонів 5 і димохідної труби 6, які сполучені між собою трубопроводами 16 і 17 і утворюють єдину систему направлення газового потоку [5]. Причому об'єм камери спалювання 1 в шість разів більше об'єму камери допалювання 2 тороїдальної форми. У камерах спалювання 1 і допалювання 2 встановлені відповідно інжекторні пальники 7 і 8. Для подачі повітря в камери спалювання 1 та опалювання 2 використано нагнітальний вентилятор 9, а в камері охолодження 3 розміщений теплообмінний вузол котла для нагрівання води 10 системи комунального обігріву. Між камерами спалювання 1, допалювання 2 і камерою охолодження 3 виконані відповідно перегородки 11 і 12. Газопроводи 14 під'єднані до інжекторних пальників 7, 8 камер спалювання 1 і допалювання 2. Димохідна труба 6 забезпечена вентилятором 15 і сполучена з системою циклонів 17 через систему фільтрів 13 трубопроводом 16 і 17. Для подачі сміття до камери спалювання 1 передбачено стрічковий транспортер, а сама камера спалювання містить вікно завантаження і вікно вивантаження золи.

Установка працює наступним чином.

У камеру спалювання 1 через стрічковий транспортер подаються відходи і запалюється інжекторний пальник 7. Досягнувши заданої температури в камері спалювання 1, що контролюється термопарою, запалюється інжекторний пальник 7 в камері допалювання 2. У порожнині камер спалювання 1 і допалювання 2, які розташовані над єдиним сподом печі 4, нагнітальним вентилятором 9 подається потік повітря, який поступає з повітряозабірною люка камери охолодження. Розігрітий газовий потік, що утворився, спрямовується з камери спалювання 1, в камеру допалювання 2 і допалюється за допомогою інжекторного пальника 8, яка встановлений під певним кутом до вертикальної і горизонтальної осей. Далі, в камері охолодження 3, очищений від горючих газів і незгорілих частинок, газовий потік нагріває воду, яка протікає через теплообмінний вузол котла для нагрівання води 10 системи комунального обігріву, після чого газовий потік поступає по трубопроводу в систему циклонів 17 і в систему фільтрів 13, де відбувається додаткове його очищення. З системи циклонів 17 і системи фільтрів 13 вентилятор 15 подає газовий потік в димохідну трубу 6.

На основі розробленої моделі установки для утилізації відходів були вибрані і обґрунтовані оптимальні розміри камер спалювання 1, допалювання 2 і охолодження 3 (рис. 1), також була розроблена раціональна конструкція систем грубої (системи циклонів 5) і тонкої очистки (система фільтрів 13) відпрацьованих димових газів [6-8].

Міністерством охорони навколишнього природного середовища України надано висновок від 04.02.10 №15/1-18.01.10.0029 державної екологічної експертизи щодо робочого проекту ТОВ НВП «Гідравліка Вінниця-Сервіс» (Установка для утилізації відходів), яким визнано екологічну допустимість прийнятих у проекті «Установка для утилізації відходів» рішень та надано йому позитивну оцінку.

Вінницькою державною санітарно-епідеміологічною службою МОЗ надано висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи від 09.11.2009 р. №05.03.02-04/71033 та від 09.11.2009 р. №05.03.02-07/71034 - проект технічних умов ТУ У 29.2-35054400-001:2009 та установка для утилізації органічних відходів ТОВ НВП «Гідравліка Вінниця-Сервіс» відповідає вимогам санітарного законодавства України та встановленим медичним критеріям.

Висновки

Застосування гібридного моделювання у відомих системах автоматизованого проектування, при розробці установок для утилізації відходів, дозволило розробити ефективну систему очищення відпрацьованих газів при утилізації побутових, медичних та промислових відходів, з подальшим ефективним використанням теплової енергії, що можуть знайти застосування у вітчизняних підприємствах харчової переробної промисловості, медичних закладах та на підприємствах комунального господарства, які в даний час транспортують і захоплюють відходи на полігонах сміттєзвалищ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.

2. Искович–Лотоцкий Р. Д. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Искович–Лотоцкий, В. И. Повстенюк, О.М. Данилюк, Я. В. Иванчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологий» – Харьков, 2007. – №12(73). – С.36–37.
3. Искович–Лотоцкий Р. Д. Моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном пульсатором [Текст] / Р. Д. Искович–Лотоцкий, Я. В. Иванчук, Я. П. Веселовський // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2017. – № 3(86). – С.10–19.
4. Искович–Лотоцкий Р. Д. Моделювання процесу спряженого теплообміну в установці для утилізації відходів // Р.Д. Искович–Лотоцкий, Я.В. Иванчук, Я.П. Веселовський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016, – №3(126). – С. 51 – 57.
5. Искович–Лотоцкий Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Искович–Лотоцкий, Я. В. Иванчук, Я. П. Веселовський // Східно–європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20. doi: 10.15587/1729-4061.2016.59419.
6. Искович–Лотоцкий Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Искович–Лотоцкий, Я. В. Иванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.
7. Искович–Лотоцкий Р. Д. Розрахунок температурних полів в робочих зонах піролізної установки / Р. Д. Искович–Лотоцкий, Н. Р. Веселовська, Я. В. Иванчук, Я. П. Веселовський // Міжвузівський збірник наукових праць "НАУКОВІ НОТАТКИ". – Луцьк, 2013. – Випуск 42. – С. 113 – 120.
8. Искович–Лотоцкий Р. Д. Установка для утилізації медичних відходів з відбором тепла та охолодження / Р. Д. Искович–Лотоцкий, Я. В. Иванчук, В. І. Повстенюк, Г. В. Костюк, О. М. Данилюк, Н. Р. Веселовська // Збірник наукових праць ВНАУ, Серія: Технічні науки. – Вінниця, 2011. – №7. – С. 98 – 103.

Турчик Дмитро Володимирович — студент групи ІГМ-176, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: **Іванчук Ярослав Володимирович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Turchyk Dmytro V. — Department of machine building and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanchuck@ukr.net

Supervisor: **Yaroslav Ivanchuk V.** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБЛІКУ ПОСТАЧАННЯ ГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано ефективну конструкцію пристрою для обліку витрати і споживання газу на базі лічильного механізму роторного типу, що підвищує точність вимірювання зберігаючи при цьому стабільність метрологічних характеристик на протязі всього строку служби.

Ключові слова: газ, лічильний механізм, температура, точність вимірювання.

Abstract

An efficient design of the device for calculating the consumption and consumption of gas on the basis of a rotary-type counter mechanism is proposed, which increases the accuracy of the measurement while maintaining the stability of metrological characteristics throughout the life of the device.

Keywords: gas, counting mechanism, temperature, measurement accuracy.

Вступ

Україна за обсягом споживання газу займає третє місце в світі і перше – в перерахунку на одного жителя [1]. Імпортозалежність України в природному газі ставить завдання підвищення точності вимірювання витрати та кількості газу як одне із пріоритетних при реалізації комплексної програми енергозбереження покликаної забезпечити якнайшвидше подолання енергетичної кризи. Вирішення цієї проблеми в значній мірі залежить від впровадження в промисловості та побуті засобів обліку витратання [2, 3], та регулювання споживання газу.

Метою роботи є розробка ефективної конструкції для підвищення точності вимірювання витрати та споживання газу.

Результати дослідження

Облік газу в промисловому секторі України ведеться, в основному, витратомірами змінного перепаду тиску, а також роторними та турбінними лічильниками [4]. Майже усі ці прилади обліку газу переважно вітчизняного виробництва. В побуті для обліку газу застосовуються як мембранні так і роторні лічильники газу вітчизняного виробництва, так і зарубіжні лічильники мембранного типу.

Вирішення проблеми енергозбереження вимагає перегляду традиційних підходів, що склалися в Україні, пов'язаних із застосуванням методів та засобів вимірювань витрати та кількості газу, оцінкою показників точності вимірювань. Основними факторами, які обмежують точність обліку є характерні властивості методів вимірювань (методичні похибки) та засобів вимірювальної техніки (інструментальні похибки). Також є ще одна проблема, вирішення якої сприятиме підвищенню точності обліку газу – це приведення об'єму вимірюваного газу до стандартних (нормальних) температурних умов. В європейських країнах за нормальні температурні умови для обліку газу приймається температура + 15°C (на території України + 20°C). Як відомо, зміна температури газу на $\pm 3^\circ\text{C}$ приводить до додаткової похибки вимірювання об'єму лічильником, що складає $\pm 1\%$.

Аналіз середньодобових температур газу, протягом року в різних регіонах України за даними газозбутових організацій показує їх набагато більшу збіжність до температури + 15°C, ніж до + 20 °C. Відхилення середньодобових температур на -1 ... - 4°C від значення + 15 °C спричинить появу додаткових, температурних похибок вимірювання об'єму -0,34... -1,7 %, тоді як відхилення на - 6... - 9 °C від значення + 20°C приведе до додаткових похибок вимірювання об'єму - 2 ... - 3,1 %. Аналізуючи характер та знак цієї додаткової похибки і співставляючи її з характерними кривими розподілу основної похибки мембранних та роторних побутових лічильників газу, які в діапазоні, близькому до максимальних витрат, мають протилежні за знаком значення похибки [5], можна стверджувати, що середньорічні втрати газозбутових організацій при застосуванні для обліку мембранних лічильників газу, складають 4 ... 5 %, тоді як при використанні роторних – всього 1...1,5 %, тобто не виходять за межі

основної допустимої похибки лічильників.

Таким чином стандарти значення температури $+15^{\circ}\text{C}$, як нормальної при обліку газу, значно зменшить інструментальну складову похибки вимірювань його об'єму споживання і приведе до суттєвого зниження втрат газозбутових організацій.

Для рішення даної проблеми було запропоновано ефективну конструкцію пристрою обліку газу на базі лічильного механізму роторного типу. Роторні лічильники зберігають стабільність метрологічних характеристик протягом необмеженого часу експлуатації, надійно працюють при вимірах об'ємних витрат неочищених газів. Конструкція роторного лічильника забезпечує безпечність його експлуатації навіть у випадку тимчасової призупинки роботи вимірювача [1, 4, 6]. Важливою перевагою лічильників роторного типу є можливість їх експлуатації на максимальних витратах; без обмеження часу, тоді як для більшості побутових лічильників газу других конструкцій їх експлуатація при витратах зверх номінального значення допускається тільки протягом одного чи декількох годин на добу, що практично вдвічі звужує робочий діапазон вимірювань і зменшує строк служби [5].

Висновки

На відміну від лічильників мембранного типу, які бояться забрудненого газу, перепадів тиску в мережах, накопичення конденсатної вологи, лічильники газу ротаційного типу надійно працюють в газових мережах, зберігаючи стабільність метрологічних характеристик на протязі всього строку служби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. Іскович–Лотоцький Р. Д. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Іскович–Лотоцький, В. И. Повстенюк, О.М. Данилюк, Я. В. Іванчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологий» – Харьков, 2007. – №12(73). – С.36–37.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном пульсатором [Текст] / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2017. – № 3(86). – С.10–19.
4. Іскович–Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес–молота // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.
5. Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно–європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20. doi: 10.15587/1729-4061.2016.59419.
6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.

Нечипорук Артем Миколайович — студент групи 1М-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: **Іванчук Ярослав Володимирович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Nechyporuk Artem M. — Department of machine building and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanchuck@ukr.net

Supervisor: **Yaroslav Ivanchuk V.** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.

АНАЛІЗ СХЕМ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СУШІННЯ ВОЛОГИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У доповіді розглядаються різні типи обладнання для сушіння вологих дисперсних матеріалів, пропонується схема ефективної сушарки для зневоднення відходів харчових виробництв.

Ключові слова: барабанні, стрічкові, розпилювальні, конвекційні сушарки, вологі дисперсні матеріали, відходи харчових виробництв.

Abstract

The different types of the equipment for drying of damp disperse materials are considered in the report, the scheme of an effective dryer for dehydration of a waste of food manufactures is offered.

Keywords: drum-type, tape, spray, convective dryers, damp disperse materials, a waste of food manufactures.

Вступ

Процеси сушіння вологих дисперсних матеріалів є достатньо поширеними в різних галузях промисловості та сільського господарства. Зокрема, для вітчизняних підприємств харчової промисловості актуальною задачею є зневоднення таких відходів як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий та ячмінний шлам, що також відносяться до вологих дисперсних матеріалів та після зневоднення можуть використовуватись як цінні високопоживні добавки до сільськогосподарських кормів або в якості палива [1]. Пропонований у роботі [1] спосіб віброударного зневоднення відходів харчових виробництв забезпечує їх кінцеву вологість в межах 20 – 25%, що дозволяє використовувати ці відходи як паливо та добавку до кормів, але без можливості їх тривалого зберігання. Якщо ж виникає потреба у перевезенні відходів на значні відстані або у зберіганні на складах, їх вологість не повинна перевищувати 8%, що змушує здійснювати додаткове сушіння відходів. У зв'язку із цим, виникає потреба у аналізі відомого обладнання для сушіння вологих дисперсних матеріалів для вибору найбільш раціонального або у створенні спеціальної сушарки для перероблення відходів харчових виробництв.

Результати дослідження

У роботі [2] наведені схеми основних видів обладнання для сушіння вологих дисперсних матеріалів.

Барабанні сушарки, незважаючи на їх просту конструкцію відрізняються досить великою матеріалоемністю і не забезпечують рівномірного сушіння всього об'єму оброблюваного матеріалу.

Стрічкові сушарки, особливо з декількома виконавчими елементами є значно складнішими, потребують створення особливого режиму для кожної робочої зони. Для підвищення рівномірності сушіння матеріалу їх оснащують перегрівачами. Основні параметри ефективності даного обладнання [2]: продуктивність за видаленою з матеріалу рідиною – 10 – 50 кг/(м²·год); витрати тепла на 1 кг випареної рідини - 6 – 7 МДж (1666,7 – 1944,4 кВт·год/т); витрати повітря на 1 кг випареної рідини – 20 – 30 кг.

Розпилювальні сушарки [2] забезпечують високу продуктивність робочого процесу але мають дуже значну енергоемність. Апарати даного обладнання, що забезпечують розпилювання (механічні або пневматичні форсунки, відцентрові розпилювальні диски) можуть забиватись частинками оброблюваного матеріалу, що змушує зупиняти обладнання та здійснювати їх періодичне чищення. Недоліком є також абразивне зношування розпилювальних апаратів.

У односекційних сушарок з псевдозрідженим шаром, незважаючи на компактність робочої зони досить великі загальні габарити, тоді як багатосекційні сушарки даного типу при порівняно невеликій матеріалоемності відрізняються помітно більшою конструктивною складністю [2].

Сушарка для зневоднення сульфата амонію [2] має просту конструкцію, але для її використання потрібно попередньо зневоднити матеріал до вологості 4%, що вимагає додаткових енерговитрат.

Як відзначається в роботі [2], вібраційні сушарки забезпечують істотну інтенсифікацію робочого процесу, оскільки дозволяють поєднати контактне та конвективне підведення тепла, що сприяє кращому видаленню вологи в тому числі з колоїдних матеріалів, до яких відносяться вказані вище відходи харчових виробництв. При роботі вібраційних сушарок у середовищі оброблюваного матеріалу створюється псевдозріджений або віброкиплячий шар [3]. Але запропоновані раніше конструкції обладнання даного типу ґрунтовані на безперервному одноразовому проходженні оброблюваного матеріалу через робочу зону, таким чином, для забезпечення заданих показників його кінцевої вологості, необхідне інтенсивне підведення тепла, що збільшує енергоємність обладнання.

Пневматичні сушарки мають досить високі економічні та експлуатаційні показники [2], але у більшості випадків мають вузькоспеціалізоване призначення та вимагають відповідної підготовки оброблюваного матеріалу. Одноступінчасті та двоступінчасті пневматичні установки з трубами-сушарками являють собою складні і дорогі багатокорпусні технологічні комплекси і мають досить низький коефіцієнт використання займаного простору.

Більш досконалими слід вважати сушарки зі спіральними каналами для проходження суміші оброблюваного матеріалу та теплоносія [2]. Але використання даного обладнання є доцільним тільки для сушіння дрібнодисперсних попередньо зневоднених і добре диспергованих матеріалів оскільки в іншому випадку високо ймовірним є швидке забивання робочого каналу.

Циклонні сушарки [2] потребують складної системи підведення теплоносія, а також ретельного попереднього зневоднення та подрібнення оброблюваного матеріалу.

Комбіновані сушарки [2] є найбільшими за габаритами, мають досить складну конструкцію та високу вартість.

З врахуванням результатів вищенаведеного аналізу, обладнання для сушіння відходів харчових виробництв повинно оснащуватись пристроями для попереднього подрібнення оброблюваного матеріалу, наприклад, молотковими дробарками або дезінтеграторами [2], а також віброкамерами.

Нижче на рис. 1 наведена розроблена нами схема сушарки, що спеціально призначена для перероблення відходів харчових виробництв. Працює сушарка таким чином. Порція попередньо зневоднених до вологості 20 – 25% відходів подається по похилій трубі 8 через відкриту заслінку 7 до циліндра шнекового живильника 5 (заслінка 7 відкривається за допомогою гідроциліндра 6 і після завершення завантаження порції закривається). Шнек живильника, що приводиться в обертання за допомогою електродвигуна 24 та редуктора 23, подає відходи через насадку 4 з отворами, яка забезпечує їх подрібнення, до циліндра горизонтального шнекового живильника 3. Шнек останнього приводиться в обертання від електродвигуна 1 через редуктор 2 і подає відходи через насадку 9 для їх повторного подрібнення до робочої камери молоткової дробарки 10 [4]. Під час обертання ротора дробарки, закріплені на ньому молотки розбивають грудки відходів, частинки яких проходять через грубе сито 11 та потрапляють до робочої камери вібраційного подрібнювача 13. Дебалансні вібробуджувачі подрібнювача безперервно обертаються і створюють просторові коливання його камери. Необхідні ступені вільності останньої забезпечуються за рахунок того, що з камерою дробарки 10 вона пов'язана гнучким гумовотканинним рукавом 12. Просторові рухи камери подрібнювача обмежуються чотирма пружинами 14, розташованими під кутами 90° одна відносно одної. Ці рухи забезпечують ефективне розпушування, розпорошування та попереднє підсушування відходів, що проходять через камеру подрібнювача і далі скрізь дрібне сито 15 рівномірно висипаються в основну камеру 17 сушарки. В трьох перерізах по висоті основної камери та під кутами 90° одне відносно одного в кожному перерізі установлені сопла 18 для подачі гарячого повітря. Таким чином, частинки відходів, що проходять через камеру 17 підсушуються у струменях повітря та падають на похиле дно камери. У випадку, якщо відходи після одноразового просушування у камері 17 досягають заданої вологості відкриваються електромагнітний замок 22 та утримувана ним кришка 20, через яку порція підсушених відходів скидається на стрічковий конвеєр 21. Далі кришка 20 піднімається у вихідне положення за допомогою поворотного електромагніта 19 та фіксується у замку 22. Якщо ж після одноразового проходження через камеру 17 відходи не досягли необхідної вологості вони повторно захоплюються шнеком живильника 5 та знову проходять скрізь насадки 4, 9, камеру молоткової дробарки 10, сита 11, 15, камеру подрібнювача 13 та камеру 17.

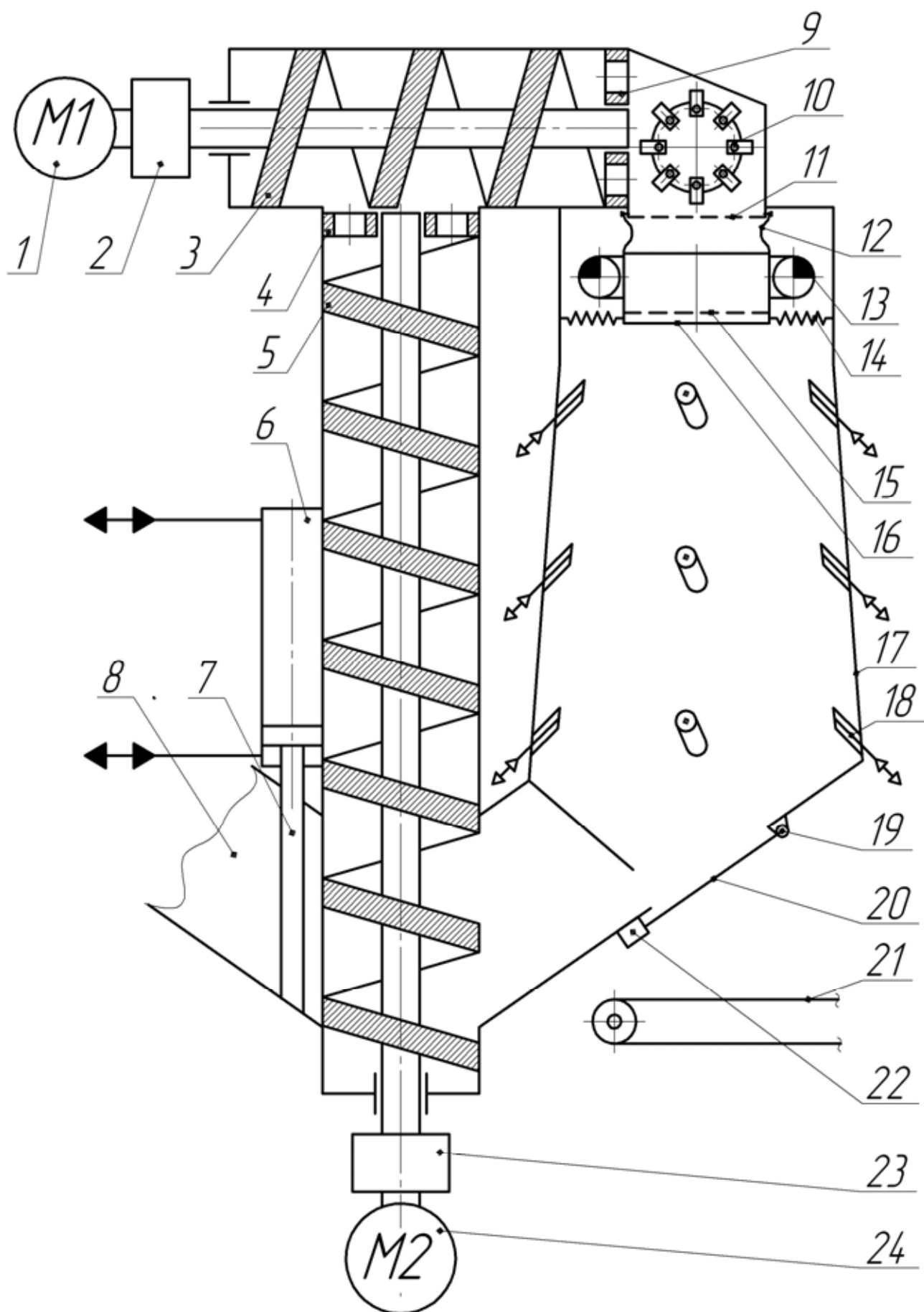


Рисунок 1 - Схема сушарки для перероблення відходів харчових виробництв

Висновки

1. Для ефективної утилізації відходів харчових виробництв, таких як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий шлам потрібно здійснювати їх сушіння до вологості 8%, що дозволяє використовувати відходи як цінні добавки до сільськогосподарських кормів або в якості палива.

2. Відомі види обладнання придатного для сушіння вказаних відходів мають кожен свої недоліки, такі як: високі енергоємність або матеріалоємність, складність конструкції або експлуатації, що обумовлено дещо іншою спеціалізацією даних сушарок.

3. Аналіз останніх показав, що найбільш ефективними є вібраційні сушарки, що при роботі створюють у середовищі оброблюваного матеріалу псевдозріджений або віброкиплячий шар, в якому видалення рідини відбувається найбільш інтенсивно.

4. У зв'язку із цим, у доповіді пропонується сушарка, яка спеціально призначена для зневоднення відходів харчових виробництв і забезпечує декілька стадій їх механічного подрібнення та розпушування, в тому числі під впливом складно просторових вібрацій, що сприяє інтенсивному та з мінімальними енерговитратами видаленню з відходів рідини. Остаточне підсушування відходів здійснюється за допомогою струменів гарячого повітря. При тому у сушарці передбачена можливість багаторазового підсушування відходів, що дозволяє використовувати в якості сушільного агента навіть прохолодне повітря з основного виробництва, яке підігрівати є трубах, улаштованих навколо котлів, баків і резервуарів з гарячою основною або вторинною продукцією. Все це також дозволить суттєво знизити витрати енергії на сушіння відходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов И. В. Процессы и оборудование для виброударного разделения пищевых отходов. Монография/ И. В. Севостьянов. - Saarbrücken: LAB LAMBERT Academic Publishing, 2013. - 417 с.

2. Сажин Б. С. Основы теории сушки / Б. С. Сажин. – М. : Химия, 1984. – 320 с.

3. Гончаревич И. Ф. Вибрационная техника в пищевой промышленности/ Гончаревич И. Ф., Урьев И. Б., Талейсник М. А. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 279 с.

4. Антипов С. Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. для вузов / С. Т. Антипов, И. Т. Кретон, А. Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.

Іван Вячеславович Севостьянов – доктор технічних наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivansev70@gmail.com.

Ivan V. Sevostyanov – doctor of technical science, professor, professor of the industrial engineering department, Vinnitsa national technical university, Vinnitsa, ivansev70@gmail.com.

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У тезах представлено основні технічні характеристики автоклавних газобетонів, наведено їх основні переваги та недолі перед іншими будівельними матеріалами. Також наведено переваги будівництва заводу з виготовлення автоклавних газобетонів у м.Ладизжин.

Ключові слова: автоклавний газобетон, шлак, екологічна безпека, безвідходне виробництво.

Abstract

The thesis presents the main technical characteristics of autoclave aerated concrete, their main advantages and disadvantages before other building materials. Also, the advantages of building a plant for the production of autoclave aerated concrete in the city of Ladyzhin.

Keywords: autoclaved aerated concrete, slag, ecological safety, non-waste production.

Основна частина

На сьогоднішній день екологічна безпека та безвідходне виробництво є одним із найбільш пріоритетних напрямів виробництва для залучення новітніх технологій. Одним із таких напрямів є виготовлення будівельних матеріалів (блоків, плит, термоізоляційних панелей) із автоклавного газобетону, виготовлення якого базується на використанні шлаку – відходів теплових електростанцій ТЕС та різних котелень [1, 2].

Автоклавний газобетон має високу енергоефективну властивість, що являється одним із основних його переваг. Завдячуючи своїй пористій структурі автоклавний газобетон по своїм термоізулюючим властивостям кращий у порівнянні із звичайним бетоном в 10 раз і керамічною цеглою в 6 раз., що дозволяє економити до 40 % теплової енергії на обігрів будівель та різних приміщень, тому його часто використовують під час будівництва нових та модернізації старих будівель. Також становиться зайвим використання додаткових ізолюючих матеріалів, щоб забезпечити вимоги ЄС по енергозбереженню [2, 3].

Автоклавний газобетон забезпечує дуже високий рівень пожежної безпеки і відповідає самим високим вимогам пожежної безпеки. Завдячуючи своєму повністю мінеральному складу автоклавний газобетон класифікується як негорючий будівельний матеріал. Він не горить при температурі до 1200°. Протипожежна стіна з автоклавного газобетону повинна витримати напір вогню протягом 4 год. Але тести показали, що газобетон на стіна товщиною 150 мм може протистояти вогню мінімум 6 год. Крім того, під час пожежі, автоклавний газобетон не утворює диму і токсичних газів [5].

Також він має кращі, екологічні показники, звукоізоляційні характеристики, краще обробляється і має просту технологію будови, має високу економію ресурсів: з 1 м³ сировини утворюється 4...5 м³ автоклавного газобетону, саму низьку енергоємність продукції та ін.

Для виготовлення 1 м³ автоклавного газобетону щільністю 500 кг/м³ потрібні наступні сировинні матеріали: кварцовий пісок (або зола) – 320...340 кг; вода – 230 кг; вода для пару – 140 кг; цемент – 80...100 кг; вапно – 30...50 кг; гіпс – 15...25 кг; алюміній – 0,6 кг. Також розхідними матеріалами є вода, електроенергія, газ (або рідке паливо), масло для змазки форм, дерев'яні пилети, ріжучі струни, плівка [4].

Одним з найкращих ресурсних місць, на території вінницької області, для встановлення такого виробництва є м. Ладизжин, оскільки дане місто має найбільшу ресурсну базу золи, яка потрібна для виготовлення автоклавного газобетону. По орієнтовним розрахункам, біля території м.Ладизжин складається 2500000 кг золи, що є результатом спалювання твердого палива на ТЕС для отримання електроенергії, і дана цифра з кожним роком зростає [5]. На даний час для м.Ладизжин це справжня екологічна проблема, оскільки для складування золи, яка є відходом від Ладизжинської ТЕС, постійно потрібно виділяти нові території родючих земель.

Тому для вирішення низки екологічних проблем – утилізація відходів золи, збереження навколишнього середовища, збереження чистоти підземних вод, пропонується використати досвід провідних європейських виробників і побудувати завод по виготовленню автоклавного газобетону,

що в свою чергу дозволить створити додаткові робочі місця, наповнити місцевий бюджет додатковими коштами та вирішити екологічні питання з утилізації золи. Грунтуючись на досвіді європейських виробників варто звернути увагу на обладнання німецького виробника WEHRHANN [4], що має позитивні відгуки по надійності обладнання та якісні показники по виготовленню відповідної продукції. Історія даного виробництва становить понад 100 років та збудованих понад 100 заводів у всьому світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
2. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л., Корнейчук Ю.А. Эффективные цементно-золяные бетоны. – Ровно. – 1998. – 195 с.
3. Сергієв А.М. Використання в будівництві відходів енергетичної промисловості - К.: Будівельник, 1984. – 120 с.
4. <https://www.wehrhahn.de/>
5. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Дмитро Печениця студент групи ІГМ – 166, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

D. Pechenitsa student , Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsa national technical university, Vinnytsa.

Слабкий А. В.
Бурдейний М. С.

Пристрій для осьового віброточіння

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована конструкція гідроімпульсного пристрою для осьового віброточіння з вбудованим генератором імпульсів тиску параметричного типу.

Ключові слова: *різання, осьове віброточіння, пружина, різцетримач.*

Annotation

An offer construction of hydroimpulsive device is for the axial vibrosharpening with the built-in pulser of pressure of self-reactance type.

Keywords: *cutting, axial vibrosharpening, spring, toolholder.*

Оброблення різанням суттєво змінює експлуатаційні властивості оброблювальних деталей внаслідок формування поверхонь певної якості: шорсткість поверхні та змінна фізико-механічних характеристик матеріалу поверхневого шару. Тому оброблення різанням доцільно також розглядати, як процес, що в певній мірі визначає ерозійну і корозійну стійкість поверхні деталі, їх зносостійкість, втомну міцність і ряд інших показників. Розробка нових способів оброблення різанням та створення відповідного обладнання та удосконалення існуючого є актуальною науковою та інженерною задачами.

Одним із прогресивних методів підвищення якості поверхні є осьове повздовжнє вібраційне точіння, яке забезпечує кращу оброблюваність важкооброблюваних матеріалів та якість поверхні. На рис. 1 представлено гідроімпульсний вібраційний пристрій для осьового віброточіння з вбудованим генератором імпульсів тиску (ГІТ), який має вигляд гідроциліндра і складається зі корпусу квадратного перерізу 1 з ніжкою кріплення 2 його в стандартизованому різцетримачі верстата та порожниною підводу енергоносія, розміщено золотник прорізна пружина (ЗПП) 3, що є запірним елементом однокаскадного ГІТ з параметричним принципом генерування імпульсів тиску, в торець золотникової частини якого встановлено циліндричний шток 4, на зворотному торці якого встановлено різцетримач 5 із кріпильними гвинтами 6.

Для забезпечення необхідного напрямлення різцетримача в конструкції пристрою передбачено циліндричні напрямні 7, що нерухомо встановлені в різцетримач одним кінцем, а іншим поздовжньо переміщуються у підшипниках ковзання 8, що встановлені нерухомо в корпусі 1.

Зусилля та частота спрацювання ГІТ регулюється навантаженням пружинної частини ЗПП регулюванням гвинта 9, що встановлений в задній кришці 10, яка кріпиться до корпусу 1 гвинтами 10. Для забезпечення фіксування налаштувань, гвинт 9 знерухоплюється контргайкою 12. Для підводу і відводу енергії на корпусі пристрою встановлено прохідники 13 та 14 відповідно.

Висновок

Запропонована нова конструкція гідроімпульсного пристрою для осьового віброточіння з вбудованим генератором імпульсів тиску параметричного тиску.

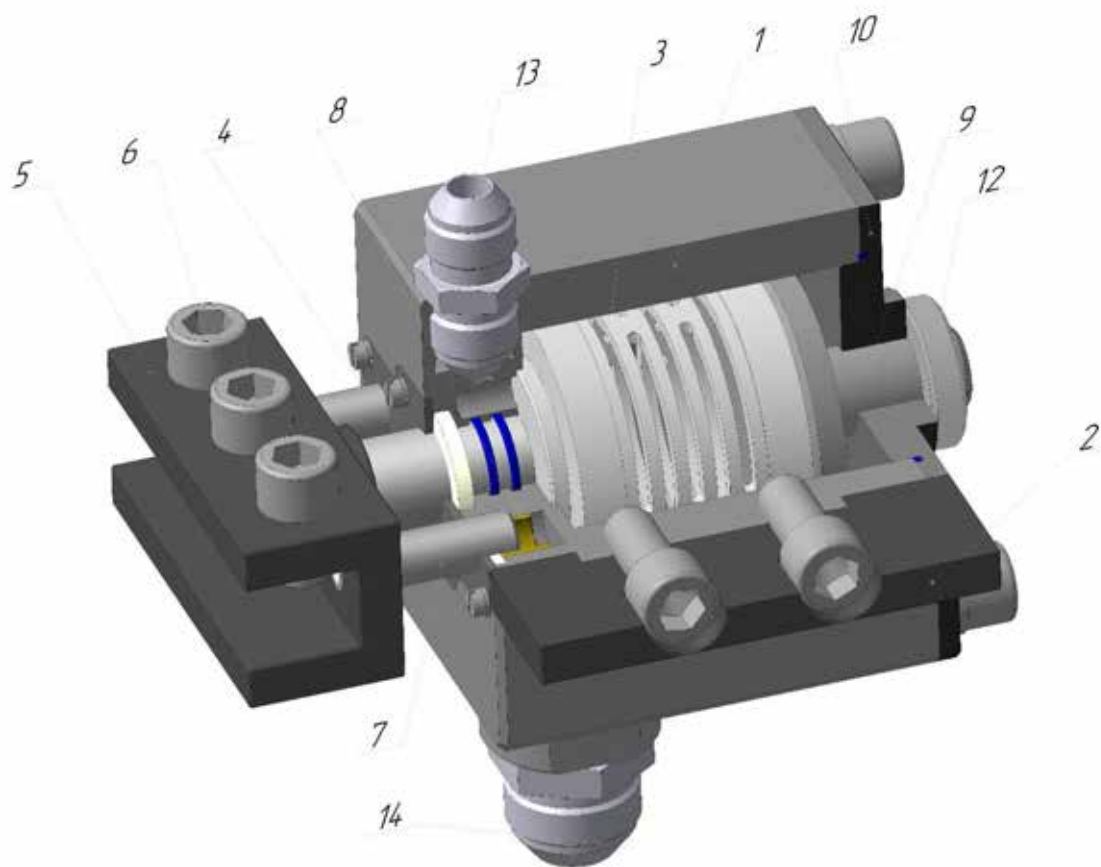


Рисунок 1 – Пристрій для осьового віброточіння

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.
2. Ахметшин Н. И. Вибрационное резание металлов / Н. И. Ахметшин, Э. М. Гоц, Н. Ф. Родиков.— Л.: Машиностроение. Ленингр. отд.-ние, 1987. — 80 с. — (Б-ка инженера. Вибрационная техника; Вып. 10).
3. Кумабэ Д. Вибрационное резание / Д. Кумабэ : Пер. с яп. С. Л. Маслен-никова /Под ред. И. И.

Бурдейний Микола Сергійович — студент групи 1М-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1m.14b.burdeinyi@gmail.com
 Науковий керівник: **Слабкий Андрій Валентинович** — канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com

Burdeinyi Mukola — student of group 1M-146, faculty of engineer and transport, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya, e-mail: 1m.14b.burdeinyi@gmail.com.

Scientific leader: **Slabkiy Andrii** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛІВ. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ПРИСТРОЇВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПЛАСТИЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет; факультет Машинобудування
та транспорту; кафедра Галузевого машинобудування

Анотація

Розглянуто фізичні основи та механізм зміцнення металевих деталей машин за допомогою пластичного поверхневого деформування (ППД).

Наведено огляд методів та пристроїв для ППД, здійснено порівняльний аналіз їх переваг та недоліків.

Ключові слова: пластичне поверхнєве деформування; міцність; кристалічна ґратка; дислокація; вектор Бюргерса.

Abstract

The physical foundations and mechanism of strengthening of metal parts of machines by means of plastic surface deformation (PSD) are considered.

The review of methods and devices for PSD is given, a comparative analysis of their advantages and disadvantages is made.

Key words: plastic surface deformation; strength; crystal lattice; dislocation; Burgers vector.

Фізичні основи деформаційного зміцнення металів

Метали – це кристали з трьохмірною періодичністю атомів. Геометрична модель кристалічної структури металів має вигляд тривимірної ґратки, в просторі якої розміщуються атоми. В залежності від характеру розміщення атомів в кристалічній ґратці структури чистих металів поділяються на ряд типів [1]. Переважна більшість металів має кубічну об'ємноцентровану, кубічну ґранецентровану або гексагональну щільноукладену ґратку.

Стабільність кристалічної ґратки забезпечується певним співвідношенням між силами відштовхування і притягання між атомами.

Енергію взаємодії двох атомів кристалічної решітки можна визначити за допомогою рівняння [2]:

$$U = \left(-\frac{A}{r^m} \right) + \left(\frac{B}{r^n} \right) \quad (1)$$

де A і B - константи; m і n - показники степені для сил протягування і відштовхування (n завжди більше m); r - відстань між атомами.

Мінімум потенціальної енергії пари атомів ($U = U_0$) досягається для $r = r_0$, коли $dU/dr = 0$ і $Am/r_0^{m+1} = Bn/r_0^{n+1}$.

З врахуванням цього рівняння (1) набуде вигляду рівняння сил зв'язку:

$$\frac{dU}{dr} = P = \frac{Am}{r_0^{m+1}} \left[\left(\frac{r_0}{r} \right)^{m+1} - \left[\left(\frac{r_0}{r} \right)^{n+1} - \right] \right] \quad (2)$$

де P - рівнодійна міжатомних сил.

Прикладення зовнішнього напруження до кристалічної решітки призводить до зміни відстані між атомами $r = r_0 + \Delta r$ і, відповідно з рівняннями (1) та (2), до зміни потенціальної енергії і сили P .

Розрахунки з використанням формули (2) показують, що напруження, яке необхідно прикласти до ідеального кристала для здійснення деформації $\Delta r / r_0$, значно (на два – три порядки) перевищують напруження, які експериментально зафіксовані в реальних матеріалах.

Сучасні погляди на будову матеріалів пояснюють суттєву різницю між теоретичною та фізичною міцністю металів наявністю в них структурних дефектів кристалічної ґратки.

Структурні дефекти суттєво впливають на зміцнення та руйнування металів при пластичній деформації, тому без розуміння механізму впливу цих дефектів на міцність металу неможливо зрозуміти фізичну сутність деформаційного зміцнення. Дані дефекти виникають у кристалах у результаті кристалізації металу, термічної обробки, пластичної деформації тощо. За геометричними ознаками їх поділяють на 4 групи: точкові, лінійні, поверхневі (плоскі), об'ємні [3].

Точкові дефекти за своїми розмірами порівнювані з розмірами атома. У чистих кристалах можливі два типи точкових дефектів (рис. 1, а): вакансії або міжвузлові атоми.

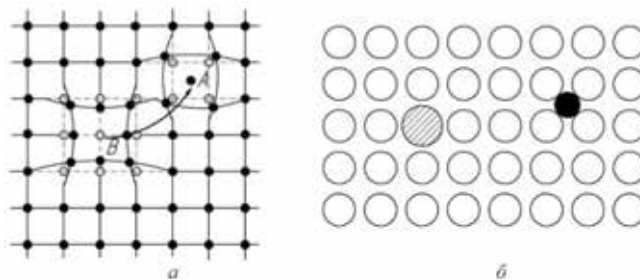


Рисунок 1 – Точкові дефекти в площині простих кубічних ґрат: а – дислокований атом А та вакансії В; б – домішкові атоми проникнення та заміщення

Вакансії утворюються в разі видалення атома з вузла ґрат, а міжвузловий атом – у випадку введення атома в міжвузловий простір.

Створення вакансій і міжвузлових атомів пов'язане з тим, що атоми в положенні рівноваги можуть під впливом привнесеної ззовні енергії виходити з цього положення, створюючи після себе у вузлі кристалічних ґрат порожнину (вакансію) та відповідно – міжвузловий атом. Більшість вакансій і міжвузлових атомів може бути збільшена різким охолодженням металу, пластичною деформацією, опромінюванням високоенергетичними променями, магнітним полем та ін. Наприклад, кількість точкових дефектів у кристалах під час пластичної деформації можна визначити за формулою

$$n / N = (10^{-5} \dots 10^{-6}) \varepsilon \quad (3)$$

де n - гранична кількість рівноважних точкових дефектів; N - загальна кількість атомів; ε - деформація.

Лінійні дефекти кристалічних ґрат мають розміри, близькі до атомних, у двох вимірах і значну протяжність у третьому. До цього виду дефектів належать дислокації, найпростішими з яких є крайові та гвинтові.

Поверхневі дислокації – це дефекти, які мають значну довжину у двох напрямках. До них належать межі між субзернами, зернами, міжфазні межі, дефекти упаковки кристалічних ґрат, скупчення дислокацій в одній площині та ін.

Об'ємні дефекти мають протяжність в усіх трьох вимірах. До них належить сукупність точкових, лінійних і поверхневих дефектів, які призводять до спотворення кристалічних ґрат за великих об'ємів кристала. Крім того, до об'ємних дефектів відносять наявність фаз, дисперсних виділень, різних вкраплень, а також нерівномірність розподілу напружень і деформацій у макрооб'ємах.

Наявність дефектів у кристалічних ґратах спричиняє їх спотворення. Мірилом спотворення ґрат є вектор Бюргерса (рис. 2), що характеризує енергію дислокації та сили, які діють на них.

Вектор, який необхідно вводити в досконалий кристал для замкнення контуру Бюргерса (відрізок MQ на рис. 2, б), і є вектор Бюргерса [1, 3].

Щільність дислокацій розраховують за формулою

$$\rho = L_{\Sigma} / V \quad (4)$$

де ρ - щільність дислокацій, см^{-2} ; L_{Σ} - сумарна довжина усіх дислокаційних ліній, м ;
 V - об'єм, м^3 .

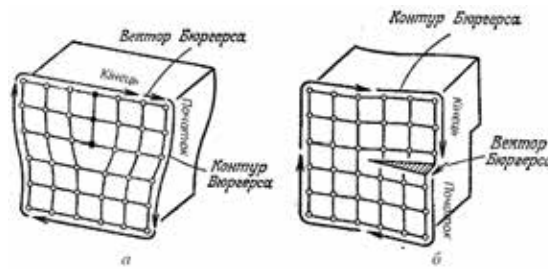


Рисунок 2 – Контур Бюргерса: а – для крайової дислокації; б – для гвинтової дислокації

У теорії дислокацій вивчають численні механізми виникнення останньої.

У полікристалічних тілах (металах) кристали (зерна) відрізняються просторовою орієнтацією. У середині зерен існують субзерна, у яких є блоки, дезорієнтовані відносно один одного на кут, менший 10° . Межі зерен і блоків – джерела зародження дислокацій.

Як бачимо зі схеми малокутової межі (рис. 3), ґрати блоків пружно сполучаються в усіх сферах, крім тих, у яких знаходяться дислокації. Відстань між дислокаціями на межі визначають таким чином:

$$D = b_0 / \alpha_z \quad (5)$$

де b_0 - вектор Бюргерса; α_z - кут дезорієнтування зерен.

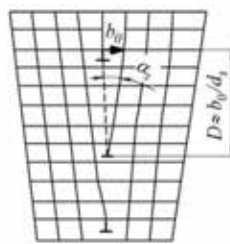


Рисунок 3 – Схема малокутової межі: D – відстань між дислокаціями; b_0 – вектор Бюргерса; α_z – кут дезорієнтування зерен.

Дислокації, які виникли під час кристалізації, можуть розмножуватися або зникати під час пластичної деформації, термообробки або інших видів енергетичного впливу. Одну з моделей множення дислокацій за пластичної деформації, запропоновану Франком і Рідом, подано нижче (рис. 4).

Відрізок дислокації $AB = L$ (рис. 4, а) закріплений на кінцях. На нього діє нормальна сила τ_b . Під дією зростаючого напруження лінійна дислокація поводить себе як пружна нитка – вигинається. З умови рівноваги напруження, що перешкоджає цьому згину, визначають за формулою

$$\tau = 0,5Gb/R, \quad (6)$$

де G - модуль зсуву; b - вектор Бюргерса; R - радіус кривизни.

Максимальне значення напруги $\tau_{\max}$ відповідає $R = L/2$ (рис. 4, б).

Збільшення довжини відбуватиметься за напружень, менших $\tau_{\max}$

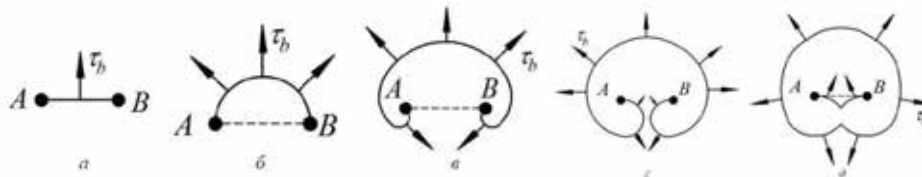


Рисунок 4 – Схема дії джерела Франка – Ріда

Подальший цикл розмноження дислокацій показано на рис. 4, в, г. Цикл завершується створенням замкненої петлі дислокації (рис. 4, д), а ділянка АВ «готується» для генерації нової петлі.

Пластична деформація та термічна обробка призводять до збільшення щільності дислокацій. Для прикладу, нижче приведені типові значення щільності дислокацій для різних станів матеріалу, $см^{-2}$:

- для монокристалу – $10^2...10^4 см^{-2}$;
- відпаленого монокристалу – $10^4...10^6 см^{-2}$;
- відпаленого полікристалу – $10^7...10^8 см^{-2}$;
- металу після холодного пластичного деформування – $10^9...10^{12} см^{-2}$.

Методи поверхневого пластичного деформування

Існує велика кількість методів та пристроїв для зміцнення металевих деталей машин методом ППД. Кожен із пристроїв побудований для вирішення певної технологічної задачі або ряду задач. Всі вони можуть бути класифіковані на п'ять основних груп у відповідності із схемою деформування поверхні металу в зоні контакту з інструментом. Класифікація різних методів ППД наведена в таблиці 1 [5].

Таблиця 1 – Методи ППД

Група	Метод	Способи зміцнення
I	Накатування	1. Накатування роликком. 2. Накатування кулькою. 3. Вібраційне накатування з поперечною вібрацією. 4. Вібраційне накатування з поздовжньою вібрацією
II	Зміцнення зв'язаним ударним інструментом	1. Зміцнювальна чеканка з гідроприводом. 2. Зміцнювальна чеканка з пневмоприводом. 3. Зміцнювальна чеканка з механічним приводом. 4. Відцентрова обробка роликками. 5. Відцентрова обробка кульками.
III	Вигладжування	1. Вигладжування сферичним наконечником. 2. Вигладжування конічним наконечником.
IV	Дорнування	1. Дорнування проштовхуванням дорну. 2. Дорнування протягуванням дорну. 3. Вібраційна ударна обробка.
V	Динамічне зміцнення	1. Вібраційна ударно-імпульсна обробка 2. Вібраційно-відцентрова зміцнювальна обробка. 3. Гідрогалтування дробом. 4. Гравітаційна обробка дробом. 5. Гідродробоструменева ежекторна обробка. 6. Гідродробометна обробка. 7. Пневмогідродробоструменева обробка. 8. Пневмодинамічна обробка. 9. Дробоструменева обробка

В залежності від розмірів, конфігурації, матеріалу деталі, призначення обробки, серійності виробництва та інших факторів в кожному конкретному випадку вибирають найбільш оптимальний метод ППД.

До першої групи відносяться різноманітні методи накатування (обкатування і розкачування), під якими розуміють поверхневе пластичне деформування при коченні інструмента (кульки або ролика) по поверхні матеріалу, що деформується. Пластичне деформування при накатуванні здійснюється в умовах тертя кочення інструмента по поверхні деталі, контакт інструмента і деталі – точковий або по лінії. Даний метод найчастіше використовується для деталей правильної геометричної форми твердістю 45...50 HRC [6].

До другої групи методів ППД належать методи зміцнення зв'язаним ударним інструментом. Найбільш яскравими представниками даної групи є зміцнювальна чеканка, відцентрова обробка і обробка механічними щітками. Загальною ознакою даних методів ППД є наявність ударної взаємодії зв'язаного інструмента (наконечник при чеканці) або інструментів (кульки або ролики при відцентровій обробці і щітки при зміцненні механічними щітками) з поверхнею деталі, що обробляється. Наявність ударної взаємодії при цьому забезпечує більш високу ступінь зміцнення і рівень залишкових напружень стиску в поверхневому шарі матеріалу деталей, що обробляються, ніж при зміцненні методами, які належать до першої групи.

До третьої групи методів ППД відносяться методи зміцнювальної обробки вигладжуванням, сутність якого полягає в пластичному деформуванні поверхні, яка обробляється, ковзаючим по ній інструментом. При цьому нерівності поверхні, які залишились від попередньої обробки, згладжуються частково або повністю,

підвищується твердість поверхневого шару, в ньому утворюються залишкові напруження стиску. Вигладжування застосовують для обробки деталей з твердістю >50HRC [6].

Четверта група методів ППД – дорнування, яке застосовується для обробки отворів, сутність якого в тому, що інструмент – дорн, робочий діаметральний розмір якого декілька більший розміру отвору, що обробляється, проштовхується або протягується крізь нього. Використовується, в основному, для зміцнення різних отворів проушин на деталях.

Найбільш ефективним і перспективним, із точки зору подальшого розвитку, є методи ППД, які належать до п'ятої групи, так звані методи динамічного зміцнення, засновані на динамічній дії (ударі) інструмента або інструментів на оброблювану поверхню деталі. Основними представниками цієї групи методів ППД є дробоструменева (гідродробоструменева, пневмодинамічне зміцнення, гідрогалтування) і вібраційна зміцнюючі обробки. Деталі більш складної конфігурації (пружини, ресори, шатуни, лопатки), які неможливо обробити накатуванням, чи алмазним вигладжуванням, доцільно обробляти віброударними методами і обробкою дробом.

Із цієї групи особливу увагу слід звернути на вібраційну ударно-імпульсну обробку, з використанням гідроімпульсних приводів [7]. Цей тип приводу у пристроях для ППД поєднує переваги ударних методів ППД з покращеними параметрами забезпечення технологічності, швидкодії, малогабаритною конструкцією, широким діапазоном технологічних можливостей пристроїв.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Халл Д. Введение в дислокации. М.: Атомиздат, 1968. 280 с.
2. Полухин П. И., Горелик С. С., Воронцов К. М. Физические основы пластической деформации. Учебное пособие для вузов. М. : Металлургия, 1982. 584 с.
3. Новиков И. Н. Дефекты кристаллической решетки металлов. М. : Металлургия, 1968. 168 с.
4. Папшев Д. Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. М. : Машиностроение, 1978. 152 с.
5. Паливода Ю.Є. Методи підвищення експлуатаційної надійності і довговічності дисків бурякозбиральних машин // Сільськогосподарські машини: збірник наукових статей ЛНТУ № 31 / Левкович М.Г., Гудь В.З., Гупка А.Б. – М., 2015. – С. 121 – 127.
6. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник. – М. : Машиностроение, 1987. 328 с.
7. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного приводу : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.

Марущак Михайло Володимирович – аспірант кафедри Галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет. Електронна адреса – Ohitsmichaels@gmail.com.

Науковий керівник: Роман Романович Обертюх – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри Галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

АДАПТИВНИЙ ГІДРОПРИВОД З ОБ'ЄМНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ШВИДКОСТІ РУХУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ МОБІЛЬНОЇ РОБОЧОЇ МАШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянута схема мехатронної гідравлічної системи на основі двох регульованих насосів і нейронної мережі на основі контролера. Показано, що мехатронні гідравлічні системи забезпечують кращу керованість машини, більш високу економічну ефективність і мають можливість знизити навантаження на гідроагрегати в перехідних режимах.

Ключові слова: контролер, керованість, економічна ефективність, гідравлічні системи мобільних машин, мехатронні гідросистеми, нейронні мережі, пропорційне керування.

Abstract

The paper considers structural variants of hydraulic systems, based on constant and variable pumps, for mobile working machines. A circuit of mechatronic hydraulic system on the basis of two variable pumps and neural network-based controller is presented. The mechatronic hydraulic system is shown to provide better controllability of the machine, higher economic efficiency and the possibility to reduce the load on hydraulic units in transient operating modes.

Keywords: controller, controllability, economic efficiency, hydraulic systems of mobile machines, mechatronic hydraulic system, neural network, proportional control.

Для підвищення ефективності роботи мобільних робочих машин все ширше застосовуються адаптивні гідроприводи з електрогідравлічним керуванням на базі контролерів[1, 2]. В таких гідроприводах режими роботи оперативно змінюються в залежності від зміни зовнішніх умов та навантаження з метою підвищення продуктивності та економічності роботи.

На рис. 1 представлено адаптивний гідропривод для мобільної робочої машини розроблений у Вінницькому національному технічному університеті.

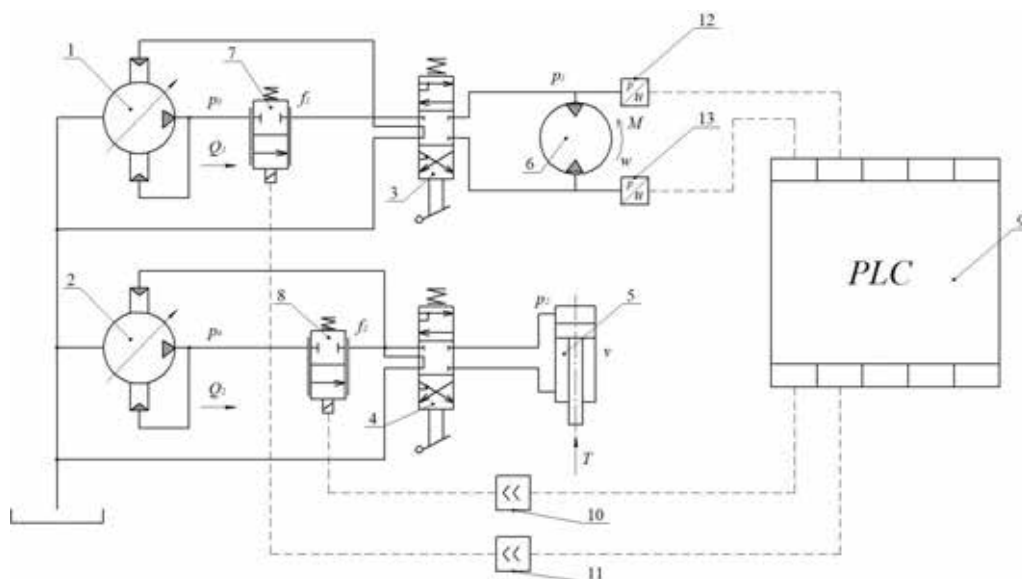


Рис. 1 – Адаптивний гідропривод з об'ємним керуванням

Гідропривод включає регульовані насоси 1, 2, розподільники 3, 4, гідроциліндр 5, гідромотор 6, регульовані дроселі 7, 8, контролер 9, підсилювач 10, 11, датчики тиску 12, 13.

Гідропривод може забезпечувати необхідне співвідношення швидкостей руху гідроциліндра та гідромотора в залежності від зміни навантажень на робочих органах. У разі застосування такого гідропривода в мобільній буровій установці гідромотор 6 буде забезпечувати привод бура, а гідроциліндр 5 його подачу. Працює гідропривод наступним чином: регульований насос 1 через розподільник 3 забезпечує живлення гідромотора 6. При цьому частота ω обертання вала гідромотора 6 пропорційна витраті Q , насоса 1. Тиск p_1 на вході в гідромотор залежить від моменту M навантаження на робочому органі, а тиск p_3 на виході насоса 1 пропорційний тиску p_1 . Величина подачі Q , насоса 1 визначається налаштуванням відкриття f_1 регульованого дроселя 7 і може оперативно змінюватись по команді від контролера 9. Регульований насос 2 через розподільник 4 забезпечує живлення гідроциліндра 5. При цьому тиски p_2 на вході в гідроциліндр 5 та p_4 на виході насоса 2 залежать від навантаження T на гідроциліндрі. Швидкість v руху поршня гідроциліндра, а відповідно і подача робочого органу буде визначатись налаштуванням площі f_2 відкриття регульованого дроселя 8 і може оперативно змінюватись по команді від контролера. Налаштування відкриття f_1 та f_2 регульованих дроселів забезпечується контролером 9 в залежності від величини тиску p_1 на вході в гідромотор 6. Підсилювачі 10 та 11 забезпечують необхідне перетворення сигналів керування, що надходять від контролера 9 до регульованих дроселів 8 та 7 відповідно.

Алгоритм роботи контролера 9 забезпечує таку послідовність зміни налаштування площі вікон f_1 та f_2 регульованих дроселів 7 та 8. Площа вікна регульованого дроселя 7 може приймати наступні значення:

$$f_{1n} = f_{1min} + \frac{\Delta f_1}{n},$$

де: f_{1min} - мінімальне значення площі регульованого дроселя;

Δf_1 - діапазон зміни площі вікна регульованого дроселя;

$n = 0, 1, 2, 3$ - номери фіксованих значень площі вікна регульованого дроселя.

При значенні площі f_{10} вікна регульованого дроселя 7 контролер змінює значення площі f_2 вікна регульованого дроселя 8 з певним кроком. Критерієм припинення зростання площі f_2 є величина тиску p_1 . При досягненні $p_1 \leq p_{1max}$ зростання площі f_2 припиняється. В іншому випадку контролер змінює значення площі регульованого дроселя 7 до значення f_{11} і знову змінюється значення f_2 від мінімального до максимального. При досягненні $p_1 = p_{1max}$ зростання f_2 припиняється, або зменшується в разі необхідності. Таким чином контролер змінює величину подачі інструменту, що переміщується гідроциліндром 5 в залежності від досягнутого рівня тиску p_1 на вході в гідромотор 6, який забезпечує обертання бурильної головки. Це дозволяє збільшувати продуктивність роботи машини до рівня, який обмежується максимально допустимим для гідропривода рівнем тиску.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сидоренко В.С. Адаптивный гидропривод с объемным регулированием подачи инструмента технологической машины / В.С. Сидоренко, В.И. Грищенко, С.В. Ракуленко, М.С. Полешкин; Вестник Донского государственного технического университета №2 : Машиностроение и машиноведение, 2017. – 88-98 стр.
2. Finzel R. New electro-hydraulic control systems for mobile machine / R. Finzel, S. Helduser; Fluid power and motion control : 2008. – p. 246-258.

Буренніков Юрій Анатолійович — канд. техн. наук, професор та декан Факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Козлов Леонід Геннадійович — док. техн. наук, професор та завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Пилявець Володимир Георгійович — аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: volodymyr.pyliavets@gmail.com.

Yuriy A. Burennikov — Doctor of Philosophy, professor and Dean of the Faculty of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Leonid G. Kozlov — Doctor of Engineering, professor and Chair of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Volodymyr G. Pyliavets — postgraduate student of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: volodymyr.pyliavets@gmail.com.

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ПРОРІЗНИХ ПРУЖИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано удосконалення геометричної форми прорізних пружин з метою забезпечення рівномірного розподілення напружень і деформацій.

Ключові слова: форми, метод скінчених елементів, прорізні пружини.

Abstract

Improvement of the geometrical shape of the inclined springs is proposed in order to ensure even distribution of stresses and deformations.

Keywords: shapes, finite element method, cutting springs.

Вступ

Дослідження малогабаритних пристроїв для вібраційного різання та деформаційного зміцнення деталей машин вказали на необхідність подальшого доопрацювання високожорстких прорізних пружин. В промисловості на сьогоднішній час використовується два види прорізних пружин: з гвинтовим пазом та циліндрична плоскопрорізна (рис. 1). Більш поширеною є циліндрична плоскопрорізна, яка складається з плоских кілець з'єднаних між собою короткими перемичками.

Теоретичні дослідження на ПК методом скінчених елементів показав нерівномірність розподілу напружень і деформацій між робочими кільцями прорізних пружин. Нерівномірність розподілу напружень між кільцями є негативним явищем адже певна частина пружини не довантажується, а певна частина працює в надважких режимах. Тому з метою рівномірного розподілення між всіма частинами прорізної пружини необхідно підібрати геометричні форми кілець та перемичок, щоб забезпечити рівномірне розподілення.

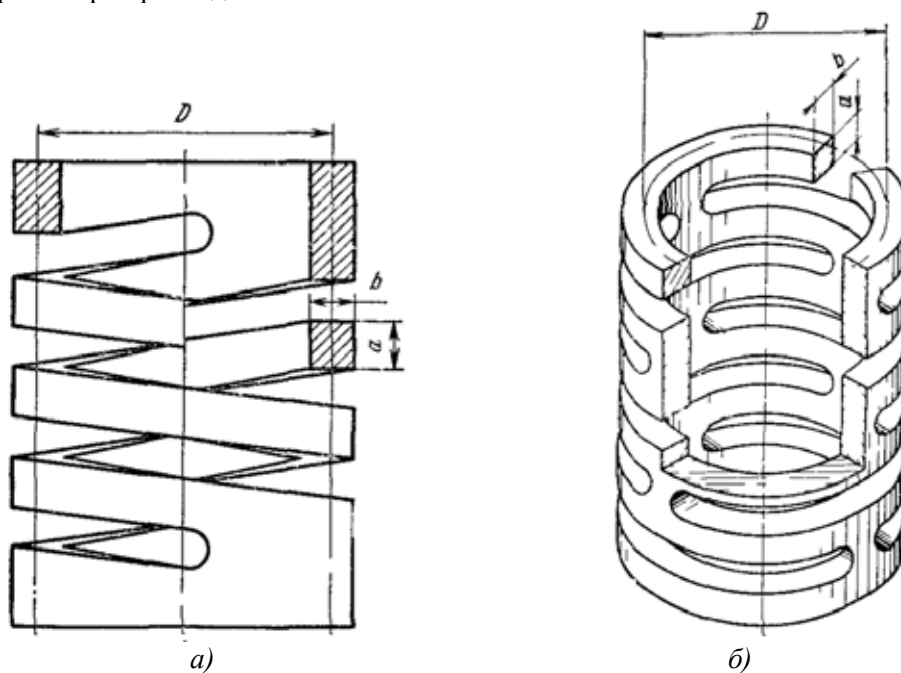
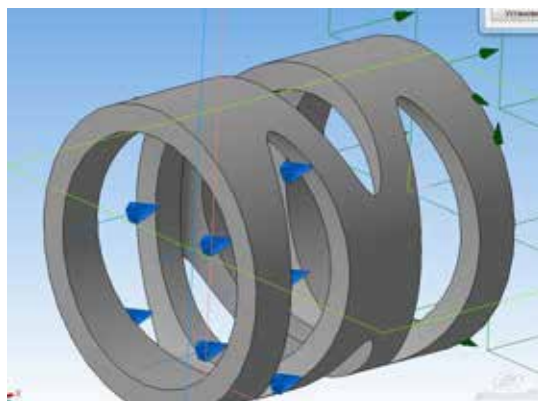


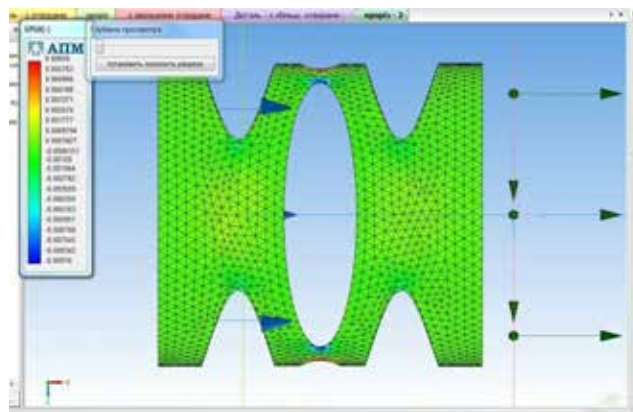
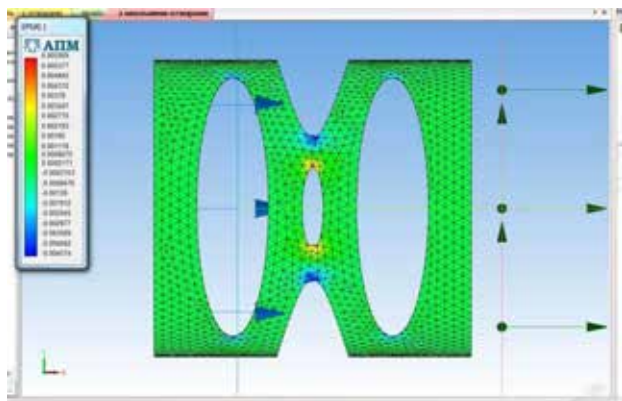
Рис. 1 – Види прорізних пружин: а) – з гвинтовим пазом; б) – циліндрична плоскопрорізна

Результати дослідження

Під час дослідження було побудовано 3D-моделі прорізних пружин з різними формами та перерізами кілець і перемичок, які піддавались імітаційним дослідженням в програмі КОМПАС-3D за допомогою підпрограми АРМ FEM:Прочностной анализ. За результатами досліджень встановлено, що найбільш раціонально розподіляється деформація і відповідно напруження по довжині пружини, за умови виконання еліпсоподібних вирізів, як показано на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2 – 3D-модель модифікованої прорізної пружини: а) – конструкція; б) – в напруженому стані.

Висновки

Виконані імітаційні дослідження 3D-моделей прорізних пружин, за результатами яких знайдено раціональну форму прорізної пружини, що забезпечує рівномірне навантаження всіх кілець пружини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.
2. Биргер И. А. Расчет на прочность деталей машин : справочник / Биргер И. А., Шор Б. Ф., Иосилевич Г. Б. – [4 – е изд. перераб. и доп.]. – М : Машиностроение, 1993. – 640 с

Слабкий Андрій Валентинович – к.т.н, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Slabkyi Andrii Valentinovich – Ph.D., assistant professor of mechanical engineering industry, Vinnytsia National Technical University

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРОЦИЛІНДРІ ВІБРОМОЛОТА ДЛЯ ЗОНДУВАННЯ ҐРУНТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для успішного проектування гідравлічного вібромолота і об'єктивної оцінки закладених в проект параметрів необхідно мати математичні моделі основних етапів робочих циклів вібромолота. Це дає можливість ще до створення вібромолота в металі, провести моделювання його роботи на ЕОМ, визначити переваги і недоліки, внести корективи в розробку.

Ключові слова: моделювання, гідроциліндр, вібромолот, зондування ґрунтів, гідроімпульсний привод.

Abstract

For the successful design of a hydraulic vibration hammer and the objective evaluation of the parameters laid down in the design, it is necessary to have mathematical models of the main stages of the vibrating mill work cycles. This makes it possible even before the creation of a vibrating hammer in a metal, to simulate its work on a computer, to identify the advantages and disadvantages, to make adjustments to the development.

Key words: modeling, hydraulic cylinders, vibration hammer, sensing of soil, hydro-impulse drive.

Вступ

Для опису різних етапів робочого циклу вібромолотом з гідроімпульсним приводом, як правило, використовують динамічні моделі, що представляють собою звичайні диференціальні рівняння в формі Коші. [1]

Для побудови математичної моделі зворотного ходу вібромолота, його рух доцільно розбити на два етапи, кожен з яких характеризується різною динамікою: розгін і усталений рух штока вгору а також розвантаження робочого гідроциліндра.

Результати дослідження

Як показали експериментальні дослідження затяжне розвантаження робочих циліндрів від тиску затримує початок поворотного ходу. Тому, з метою прискорення його початку доцільно побудувати математичну модель розвантаження робочих циліндрів від тиску і на її основі проаналізувати процеси створювані в системі. Це дозволить вибрати раціональні режими здійснення розвантаження робочого циліндра від тиску, що в значній мірі прискорить початок руху його штока вгору і підвищить продуктивність вібромолота в цілому.

Рух штока на цьому етапі в повній мірі описується рівнянням Ріккати, яке відповідає "жорсткій" моделі гідроприводу.

Розрахункова схема "гідроаккумулятор - вібромолот - бак" і динамічна модель розгону і сталого руху штока вгору наведені на рисунках 1.1 і 1.2.

При моделюванні процесу розвантаження робочого циліндра, для підвищення швидкодії і надійності гідроімпульсного вібромолотом істотне значення має визначення часу і характеру процесу розвантаження робочих циліндрів від тиску з урахуванням параметрів зливної системи.

За час робочого ходу гідравлічний вібромолот накопичує енергію пружної деформації рідини і елементів металоконструкції.

Перехідні процеси в динамічних системах носять, як правило, коливальний характер. Оскільки колювання в системі розвантаження робочих циліндрів мало впливають на закон руху масивних рухомих частин вібромолота, немає необхідності розглядати дво- або трьомасову модель рідини - рухомі частини. Досить розглянути на основі теорії лінійних коливань динаміку руху стисливої в'язкої рідини в пружному трубопроводі, яка отримує прискорення, розраховане для «жорсткої» моделі гідроприводу.

Метою побудови математичної моделі цього робочого етапу є визначення оптимальних режимів розвантаження робочих циліндрів від тиску, що дасть можливість вже на стадії проектування правильно вибрати параметри і режими роботи розвантажувальних пристроїв і зливний магістралі.

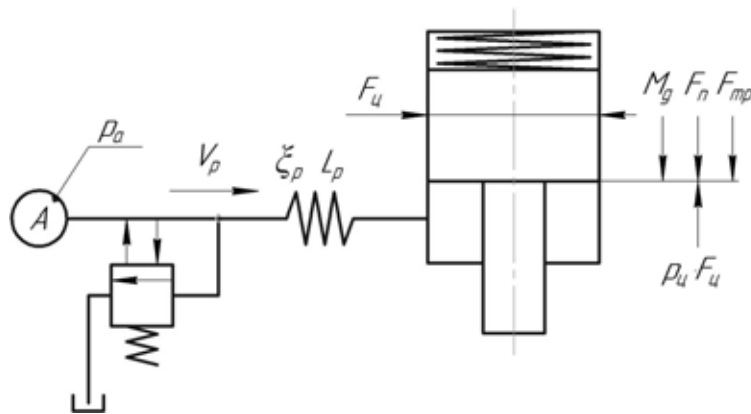


Рис. 1.1 – Розрахункова схема зворотного ходу вібромолота

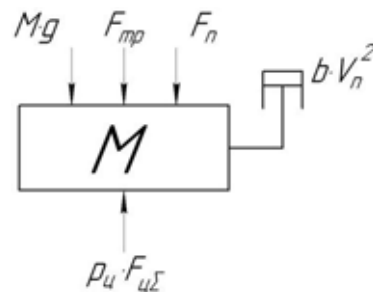


Рис. 1.2 – Динамічна модель розгону і сталого руху штока вгору: $M \cdot g$ – сила тяжіння металевих рухомих частин; F_{mp} – сила тертя в манжетах і напрямних; $p_{\text{ч}} \cdot F_{\text{ч}\Sigma}$, F_n – відповідно зусилля зі сторони робочої порожнини циліндра та силової пружини циліндра відповідно; $b \cdot V_n^2$ – сила в'язкого гідравлічного опору

Висновки

В результаті проведено моделювання динаміки зворотного ходу і процесу розвантаження робочого циліндра вібромолота. Це дозволило отримати основні математичні залежності процесів розгону і усталеного руху штока вгору а також розвантаження вібромолота від тиску в робочій порожнині циліндра та зливній магістралі. Отримані графічні залежності визначених робочих процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович-Лотоцький Р. Д. / Процеси та машини вібраційних і віброударних технологій. Монографія. // Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, І. В. Севостьянов // Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 206 -291 с.
2. Советов В.Я. Моделирование систем. // В. Я. Советов, С. А. Яковлев // М: Высшая школа, 1985. – 271с.

Івашко Євгеній Іванович – старший лаборант, кафедра галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zheka.vntu@gmail.com

Науковий керівник: **Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Ivashko Yevheniy Ivanovych – senior laboratory assistant, industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Iskovych-Lototskyi Rostyslav Dmytrovych** – Dr. Sc. (Eng.), Professor, head of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА МЕТОДІВ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ З ВРАХУВАННЯМ ЇХ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Анотація

У доповіді розглядаються аналіз методів зневоднення відходів харчових виробництв та обладнання яке представлено на ринку, його плюси та мінуси, а також можливість модернізації даного обладнання

Ключові слова: відходи харчових виробництв, обладнання для переробки відходів, гідроімпульсний привід..

Abstract

The report examines the analysis of methods of dehydration of food industry wastes and equipment presented on the market, its pros and cons, as well as the possibility of modernization of this equipment

Keywords: waste products, waste recycling equipment, hydropulse drive ...

Вступ

Актуальність проблеми переробки відходів харчових виробництв з року в рік набуває більшої гостроти. Тому інженери до сьогодні намагаються створити найбільш економічно доцільні та екологічні машини з переробки відходів харчових виробництв. Але доки ідеальної машини немає, у кожній технології є як свої плюси так і мінуси. Тому щоб добре розібратися в даній проблематиці було вирішено провести повний аналіз методів та способів зневоднення та подальшої переробки відходів харчових виробництв. Це допоможе нам визначити найбільш доцільні способи переробки на які потрібно звернути особливу увагу.

Результати дослідження

Аналіз способів дасть змогу побачити більш раціональні способи зневоднення, які наявні в наш час, і які підходять для певних категорій підприємств за економічно-технічною складовою.

За джерелами [1,2,5] способи зневоднення можна поділити на:

- механічні;
- термічні;
- хімічні;
- біологічні;
- комбіновані.

Основне обладнання для механічного зневоднення це:

- декантерні центрифуги;
- шнекові преси;
- обладнання з гідроімпульсним приводом для віброударного зневоднення та ін.

Найбільш поширеним обладнанням для здійснення термічних способів можна є:

- вакуумні сушарки;
- барабанні сушарки;
- конвеєрні сушарки та ін.

Хімічні та біологічні способи засновані на введенні у відходи хімічних реактивів або біологічних мікроорганізмів які забезпечують їх перероблення.

До комбінованих можна віднести поєднання деяких вище згаданих способів.

За результатами проведених авторами теоретичних та експериментальних досліджень, найбільш дешевими і більш простими у використанні є механічні способи зневоднення.

Висновки

1. Забруднення харчовими відходами є однією з найбільш актуальних проблем сьогодення, оскільки від екології залежить життя, здоров'я та добробут людей у всьому світі.

2. Актуальність проблеми переробки відходів харчових виробництв з року-в-рік стає все більшою. Тому інженери до сьогодні намагаються створити найбільш економічно доцільні та

екологічні машини з перероблення відходів харчових виробництв. Але допоки ідеальної машини немає, у кожній технології є свої плюси так і мінуси. Тому, щоб добре розібратись в даній проблематиці, було вирішено провести певний аналіз методів та способів зневоднення і подальшого перероблення відходів харчових виробництв, це допомогло нам визначити найбільш доцільні способи перероблення на які потрібно звернути особливо увагу.

3. Аналіз способів дав змогу побачити більш раціональні способи зневоднення та перероблення, які використовуються в наш час, і які підходять для певних категорій підприємств з врахуванням їх специфіки за техніко-економічними показниками.

4. У тезах розглядаються основні способи зневоднення та перероблення відходів харчових виробництв, а також обладнання для їх реалізації, яке на даний час випускається.

5. Як показав проведений попередній аналіз найбільш доцільними будуть механічні способи, оскільки вони за техніко-економічними показниками, собівартістю і складністю є досить вигідними, як для великих так і для невеликих підприємств.

6. Після проведеного аналізу було прийнято рішення працювати наділі з вдосконалення механічних та комбінованих систем преробки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов И. В. Процессы и оборудование для виброударного разделения пищевых отходов. Монография / И. В. Севостьянов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 417 с. – ISBN 978- 3-659-47395-1.
2. Романова С. М. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов: учебное пособие / С. М. Романова, С. В. Степанова, А. Б. Ярошевский. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2012. – 144 с. – ISBN 978-5-7882-1286-9.
3. Пальгунов П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – М. : Стройиздат, 1990. – 352 с.
4. Ветошкин А. Г. Технология защиты окружающей среды (теоретические основы). Учебное пособие / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. – Пенза : Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2004. – 249 с.

ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ДЕФОРМАЦІЙНОГО ЗМІЦНЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована принципова схема пристосування для поверхневого деформаційного зміцнення на базі гідроімпульсного приводу, що керується програмним керуванням.

Ключові слова: *пристосування, гідроімпульсний привод, зміцнення, наклеп.*

Abstract

Proposed fundamental scheme device for superficial deformation strengthening based on hydroimpulsive drive, guided by program management.

Keywords: *device, hydroimpulsive drive, strengthening, cold hardening.*

Вступ

Підвищення втомної міцності та зносостійкості деталей машин є актуальною як науковою, так і інженерною задачею. Одним із способів вирішення цієї задачі є застосування, в процесі виготовлення деталі, наклепу поверхневого шару робочих поверхонь. На сьогоднішній час існує багато способів та пристроїв для нанесення наклепу, проте, на нашу думку, найбільш перспективним та ефективним є обладнання, що забезпечує ударно-вібраційний спосіб, який має відомі переваги. Проте відоме обладнання не забезпечує в повній мірі бажаного результату, зокрема немає адаптивного нанесення наклепу відносно областей напружень. Так в більшості випадків існуюче обладнання забезпечує рівномірне нанесення наклепу по всій оброблюваній поверхні, що не завжди дає бажаний результат.

Основна частина

На рис 1. представлено принципову схему пристосування для поверхневого деформаційного зміцнення на базі гідроімпульсного приводу, що управляється програмним керуванням. З метою забезпечення максимально можливої жорсткості ВПД в схемі використано два паралельно працюючих пристосування для поверхневого зміцнення ударно-вібраційним способом. Робота пристосування здійснюється під контролем блоку керування БК, який в залежності від «карти наклепу» вмикає відповідний генератор імпульсів тиску (ГІТ), переміщує ударно-вібраційні пристосування в повздовжньому та поперечному напрямках. Енергія удару для наклепу регулюється налаштуванням відповідних силових пружин і тиском спрацювання ГІТ, який регулюється БК під час оброблення. Для забезпечення зворотного зв'язку пристосування оснащене відповідними давачами тиску і переміщення.

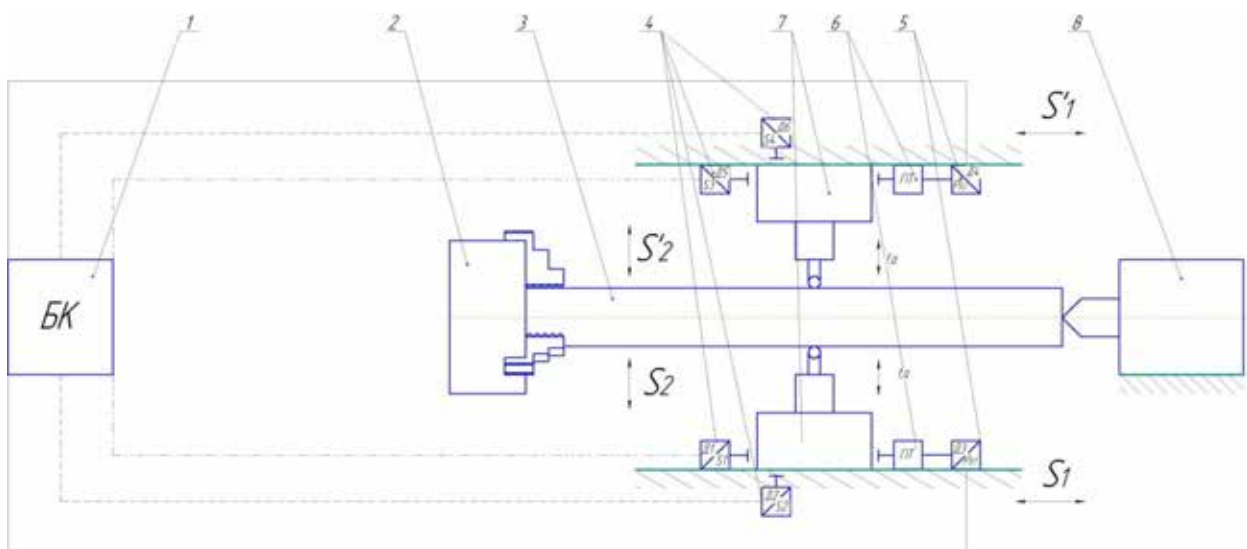


Рис 1 – Принципова схема пристосування для деформаційного зміцнення деталей машин:

- 1 – блок керування;
- 2 – трьохкулачковий патрон;
- 3 – заготовка;
- 4 – давач переміщення;
- 5 – давач тиску;
- 6 – генератор імпульсів тиску;
- 7 – ударний пристрій;
- 8 – задній центр;

S_1, S_1' – повздовжнє переміщення; S_2, S_2' – поперечне переміщення;

$Д1, Д2, Д5, Д6$ – давачі переміщення; $Д3, Д4$ – давачі тиску.

Висновок

Запропонована схема пристосування для деформаційного зміцнення поверхонь деталей наклепом, що забезпечує адаптивне зміцнення в залежності від необхідності.

Список використаної літератури

1. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987, 328 с., ил.
2. Ярославцев В.М. Конструктивные особенности упрочняющих устройств для точение с опережающим пластическим деморфированием, Наука и Образование, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014. №9. С.15-29 doi: 10.7463/0914.0725358
3. Обертюх Р. Р. Пристрої для віброточіння на базі гідроімпульсного привода : монографія / Р. Р. Обертюх, А. В. Слабкий. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 164 с.

Кудраш Віталій Олександрович – студент гр.1М-146 факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: lisovoy844@gmail.com

Науковий керівник: **Слабкий Андрій Валентинович** — канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com

Kudrash Vitalii — student of group 1M-146, faculty of engineer and transport, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya, e-mail: lisovoy844@gmail.com

Scientific leader: **Slabkiy Andrii** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: slabkiyandrey@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОПОРЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО РОЗПОДІЛЬНИКА З НЕЗАЛЕЖНИМ КЕРУВАННЯМ ПОТОКІВ ТА ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведені дослідження пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків та зворотним зв'язком.

Ключові слова: електрогідравлічний розподільник, незалежне керування, зворотній зв'язок.

Abstract

The research of the electro-hydraulic directional control valve with independent flow control and feedback is carried out.

Keywords: electro-hydraulic directional control valve, independent flow control, feedback.

Вступ

Енергоефективний гідропривод є невід'ємною ланкою багатьох машин та механізмів. Якість його роботи, керованість та точність є провідними характеристиками, які визначають застосування саме електрогідравлічної розподільної апаратури зі зворотні зв'язком в таких приводах [1].

Дослідження характеристик вищезазначеної розподільної апаратури є актуальною задачею оскільки дає розуміння про характеристики приводу в цілому.

Метою роботи є дослідження статичних характеристик розподільника з пропорційним електрогідравлічним керуванням зі зворотним зв'язком.

Результати дослідження

В роботі представлено пропорційним електрогідравлічним розподільником з незалежним керуванням потоків та використання зворотного зв'язку [2]. Завдяки наявності подвійних розподільних та запірних елементів розподільник може виконувати незалежне керування як на вході, так і на виході робочого органу, а наявність зворотного зв'язку покращує керованість та точність керування [3, 4].

Висновки

Проведення досліджень статичних характеристик пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків в поєднанні зі зворотним зв'язком дозволяє визначити конструктивні параметри та їх межі, які мають визначальний вплив на дані характеристики. Отримана інформація може бути використана для подальших досліджень та конструювання подібної апаратури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козлов Л.Г. Особливості конструкцій гідророзподільників для гідросистем чутливих до навантаження / Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський, В.А. Ковальчук, Ю.В. Дзись // Промислова гідравліка і пневматика. – 2009. – №1. – С. 80–84.
2. Пат. 41887 України, МПК⁸ F15B 11/00 Гідропривід з пропорційним електрогідравлічним управлінням / Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський; Заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – №u200900907; заявл. 06.02.2009.; опубл. 10.06.2009, Бюл. №11.
3. Лозінський Д.О. Дослідження пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків / Д. О. Лозінський, Л. Г. Козлов // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012. – № 3(37). – С. 60–65.
4. Лозінський Д.О. Дослідження пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків та стежною системою / Д.О. Лозінський, І. С. Михайловський, А. О. Наконечна // Вісник факультету машинобудування та транспорту. – 2016. – №1. – С. 52–58.

Білінський Андрій Миколайович — студент групи ІІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andriybilinskiy1997@gmail.com

Науковий керівник: **Лозінський Дмитро Олександрович** — к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Bilinskyi Andrii M. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email :

Supervisor: Lozinskyi Dmytro O. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Machine-building technologies and Automation Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAE/CAM-СИСТЕМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛЕЙ ТИПУ КОРПУС

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано використати комплекс CAD/CAE/CAM-систем для виконання аналізу конструкції деталі та розробки керувальних програм для подальшої обробки на верстатах з ЧПК.

Ключові слова: CAD/CAE/CAM -системи, технологічна підготовка виробництва, конструкція деталі.

Abstract

It was offered to use complex of CAD/CAE/CAM-systems for carrying out the analysis of the design of parts and the development of programs for CNC machines.

Keywords: CAD/CAE/CAM-systems, technological preparation of production, the design details.

Вступ

Технологічна підготовка виробництва є невід'ємною частиною виробничого процесу і в багатьох випадках займає його значну частину часу.

Проектування конструкції, її аналіз та створення технологічної документації є одним із основних етапів створення виробу. Сучасне виробництво, практично незалежно від його серійності, вже не може бути конкурентноздатним без використання спеціалізованого програмного забезпечення в сукупності з автоматизованим устаткуванням.

Використання комплексу CAD/CAE/CAM - систем забезпечує широкі можливості проектування, проведення різнотипних досліджень та розробки інформаційного забезпечення виробничого устаткування, суттєво зменшує час та забезпечує мінімізацію "втрат" інформації між виробничими ланками [1].

Метою роботи є застосування CAD/CAE/CAM - систем для технологічної підготовки виробництва деталей корпусу.

Результати дослідження

Розглянуто декілька деталей типу «корпус», які є тілами обертання. Розроблено тривимірні моделі деталей та проведені імітаційні дослідження. За допомогою CAD/CAE/CAM - систем розроблено керувальні програми для верстатів з ЧПК та проведено імітаційне моделювання процесу обробки.

Висновки

Застосування CAD/CAE/CAM - систем для технологічної підготовки виробництва деталей корпусу дозволило в невелику терміни розробити документацію необхідну для виготовлення виробу на автоматизованому устаткуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Е. И. Яблочников Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении / Яблочников Е. И. Учебное пособие. СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2002. –92 с.

Коломійчук Антон Вікторович — студент групи ІПМ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1pm16ms.kolomiychuk@gmail.com

Хоменко Іван Андрійович — студент групи ІПМ-16мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1pm16ms.homenko@gmail.com

Науковий керівник: **Лозінський Дмитро Олександрович** — к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kolomiichuk Anton V. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : 1pm16ms.kolomiychuk@gmail.com

Khomenko Ivan A. — Department of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : 1pm16ms.homenko@gmail.com

Supervisor: Lozinskyi Dmytro O. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Machine-building technologies and Automation Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Л. Г. Козлов (Україна)
О. В. Піонткевич (Україна)
С. І. Котик (Україна)
В. П. Б. Мбуїм (Камерун)

АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ГІДРОПРИВОДОМ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА «БОРЕКС 2206»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Удосконалено базову схему системи керування гідроприводом фронтального навантажувача «БОРЕКС 2206» за рахунок встановлення регульованого насоса та врівноважувальних клапанів. Проведено порівняльний аналіз енергетичних втрат під час роботи фронтального навантажувача на основі базової та удосконаленої схем.

Ключові слова: енергетичні втрати, система керування, розвантажувальний клапан, фронтальний навантажувач.

Abstract

The basic scheme of the hydraulic drive control system of the front-end loader "БОРЕКС" model 2206 has been improved due to the installation of a regulated pump and counterbalance valves. A comparative analysis of the energy losses during the operation of the front-end loader on the basis of the basic and improved schemes is carried out.

Keywords: energy losses, control system, counterbalance valve, front-end loader.

Вступ

Базова схема системи керування гідроприводом фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 містить нерегульований насос, релейні гідророзподільники та гідрозамки. Такий комплект обладнання має високі енергетичні втрати під час перевезення вантажу до місця вивантаження (холоста робота системи керування гідроприводом), а також при керуванні розвантаженим виконавчим органом фронтального навантажувача [1-3].

Удосконалення базової схеми системи керування гідроприводом фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 за рахунок встановлення регульованого насоса та пропорційного обладнання дозволить уникнути зазначених вище проблем та покращити енергетичні характеристики. Покращення енергетичних характеристик фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 є актуальною науковою задачею.

Метою роботи є зменшення енергетичних втрат в системі керування гідроприводом фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 за рахунок встановлення регульованого насоса та врівноважувальних клапанів.

Результати дослідження

На основі розроблених та досліджених розрахункових схем системи керування гідроприводом [4, 5] розроблено удосконалену схему системи керування гідроприводом фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206.

Проаналізовано робочий цикл фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 для базової та удосконаленої схем систем керування гідроприводами (див. рис. 1). Робочий цикл включає завантаження щелепного ковша (період циклу T_1 , що відповідає за холосту роботу системи керування за рахунок наїзду фронтального навантажувача на завантажувальні матеріали), піднімання щелепного ковша з вантажем (період циклу T_2), піднімання завантаженої стріли (період циклу T_3), під'їзд до місця розвантаження (період циклу T_4 , знову холоста робота системи керування гідроприводом), відкриття щелепного ковша (період циклу T_5), закриття щелепного ковша (період циклу T_6),

одночасний від'їзд та опускання стріли без вантажу (період циклу T_7) та опускання щелепного ковша (період циклу T_8), після якого починається цикл спочатку.

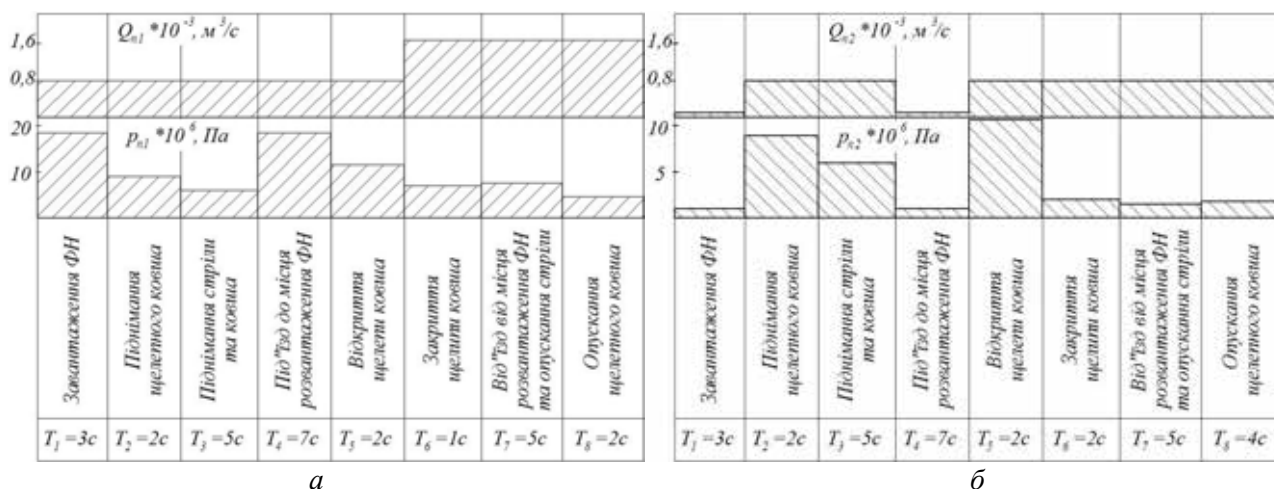


Рис. 1. Робочий цикл фронтального навантажувача «БОРЕКС 2206» для *a* – базової та *б* – удосконаленої схем

Для розрахунку енергетичних втрат використано показники тисків p_{n1} та p_{n2} , величини подач Q_{n1} та Q_{n2} , а також тривалість робочих циклів $T_{\Sigma 1}$ та $T_{\Sigma 2}$, відповідно, для базової та удосконаленої схеми системи керування гідроприводом.

Під час виконання робіт фронтального навантажувача на основі базової схеми для періодів циклів T_1 та T_4 величина тиску p_{n1} досягає максимальних значень, що зумовлено перекачуванням робочої рідини від нерегульованого насоса через запобіжно-переливний клапан одразу в гідробак. Подача нерегульованого насоса Q_{n1} робочої рідини під час завантаження фронтального навантажувача є мінімальною, а при роботі з розвантаженим виконавчим органом – максимальною.

Для удосконаленої схеми фронтального навантажувача максимальне значення величини тиску p_{n2} відповідає найбільш завантаженим періодам циклу T_2 та T_3 . Подача Q_{n2} регульованого насоса є максимальною майже на усьому робочому циклі, щоб забезпечити високу продуктивність. Мінімальне значення подачі Q_{n2} регульованого насоса відповідає холостій роботі системи керування гідроприводом (період роботи T_1 та T_4).

Продуктивність регульованого насоса поступається нерегульованому при роботі з розвантаженими виконавчими органами тому, що маємо вдвічі меншу максимальну подачу Q_{n2} для регульованого насоса. В результаті періоди циклу T_6 та T_8 є тривалішими в двічі, а втрата продуктивності на одному робочому циклі складає всього 3с.

За рахунок використання врівноважувального клапана удосконалена схема фронтального навантажувача має високу ступінь герметичності. Тому під час перевезення вантажу на більші відстані не буде мати місце просідання виконавчого органу. А отже, відпаде потреба підналагодження позиції розташування виконавчого органу, що дає вигравш в продуктивності праці.

Встановлений врівноважувальний клапан забезпечує нижчі показники величини тиску p_{n2} під час роботи з розвантаженим виконавчим органом (періоди циклу T_6 - T_8). Такі операції при цьому виконуються за рахунок сил тяжіння.

Загальна тривалість одного робочого циклу для базової схеми фронтального навантажувача $T_{\Sigma 1}=27$ с, а для удосконаленої схеми – $T_{\Sigma 2}=30$ с.

Розрахунок зменшення енергетичних втрат в робочому циклі за рахунок введення удосконаленої схеми фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 виконано за формулами:

$$\Delta E = E_1 - E_2, \quad (1)$$

де E_1 – енергія затрачена на один робочий цикл для базової схеми та E_2 – енергія затрачена на один робочий цикл для удосконаленої схеми фронтального навантажувача.

$$E_g = \sum_{j=1}^8 Q_{ng} \cdot p_{ng} \cdot T_{gj} , \quad (2)$$

де g – базова або удосконалена схема, j – номер періоду циклу.

Висновки

Розроблено удосконалену схему системи керування гідроприводом фронтального навантажувача «БОРЕКС» 2206 за рахунок встановлення врівноважувальних клапанів та заміни нерегульованого насоса на регульований. Проведено аналіз енергетичних втрат для базової та удосконаленої схем фронтальних навантажувачів. Зменшення енергетичних втрат в одному робочому циклі за рахунок введення удосконаленої схеми фронтального навантажувача може складати 75%. При цьому затрати на один робочий цикл для базової схеми складають 290,81кДж, а для удосконаленої схеми – 72,76кДж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перелыгин В.П. Мини-погрузчики в России. – М: Изд-во, «РИА Р.О.С.С. Бизнес», 2010. – №2. – 4 с.
2. Козлов Л.Г. Зменшення втрат потужності в гідросистемі мобільної робочої машини / Л.Г. Козлов, А.О. Товкач, А.В. Зінченко // Хмельницький: Вісник ХНУ, 2013. – № 4. – С. 53-61
3. Козлов Л. Г. Вимоги до гідросистем фронтальних навантажувачів / Л. Г. Козлов, О. В. Піонткевич, А. О. Іванов // Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції Гідро- та пневмоприводи машин – сучасні досягнення та застосування: матеріали. – 2015. – С. 2. – Режим доступу: URL: <http://ctam.vntu.edu.ua/doc/57.pdf>
4. Піонткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном [Текст] / О. В. Піонткевич // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 2. – С. 83–90
5. Kozlov L. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive / L. Kozlov, Yu. Burennikov, O. Piontkevych, O. Paslavskaya // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «MECHANIKA 2017». – Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. – P. 195 – 200

Леонід Геннадійович Козлов — док. техн. наук, професор та завідувач кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Олег Володимирович Піонткевич — інженер кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua;

Сергій Іванович Котик — студент групи ІІМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Вільям Патрік Брюс Мбуїм — студент групи ІІМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Leonid G. Kozlov — Doctor of Engineering, professor and Chair of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Oleh V. Piontkevych — engineer of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua;

Sergiy I. Kotyk — student group ІІМ-15b, Faculty of Machine building and Transport Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

William Patrick Bruce Mbouyim — student group ІІМ-15b, Faculty of Machine building and Transport Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

РОЗСІЮВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ВИКОРИСТАНОГО РЕСУРСУ ПЛАСТИЧНОСТІ В ПРОЦЕСІ ОБРОБКИ ТИСКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Отримано залежність діапазону розкиду значень використаного ресурсу пластичності від похибки визначення граничних деформацій зсуву і розтягу, встановлена лінійна залежність між розсіюванням значень граничних деформацій та розсіюванням значень використаного ресурсу пластичності.

Ключові слова: деформація, ресурс пластичності, крива граничних деформацій, ймовірність.

Abstract

The dependence of the values of the variation range of used resource of plasticity of the error in determining ultimate strains and shear strains, established a linear relationship between the dispersion values of limit deformation and scattering values of used resource of plasticity.

Keywords: deformation, resource plasticity, deformation curves, probability.

Для розробки технологічних процесів обробки тиском необхідно мати інформацію про можливість виготовлення виробу. Таку інформацію можна отримати на основі проведення теоретико-експериментальних досліджень та розрахунків або експериментальним шляхом – здійснюючи тестування різноманітних варіантів технологій. Експериментальному вирішенню задачі притаманні класичні недоліки: суттєве здорожчання розробки технології через необхідність виготовлення різного за характеристиками інструменту та значну кількість випробувань; складність підбору оптимальних параметрів процесу тощо. Теоретично-експериментальний шлях досліджень дозволяє поєднати в собі характеристики реального матеріалу, отримані експериментальним шляхом, та теоретичні викладки, які дозволяють мінімізувати експериментальну складову дослідження. В зв'язку з цим широкого розповсюдження набула феноменологічна теорія обробки тиском, згідно якої висновок про можливість отримання того чи іншого виробу методами пластичної деформації здійснюється на основі критерію ψ – використаного ресурсу пластичності [1, 2]. За цим критерієм можливість отримання заготовок з конкретного матеріалу залежить від ступеню використання ресурсу пластичності та історії навантаження під час обробки тиском. Ступень використання ресурсу пластичності залежить від величини граничної деформації матеріалу та поточної формозміни заготовки.

Визначення граничної деформації матеріалу здійснюється шляхом випробувань на розтяг, зсув (кручення) і стиск, які показують розсіювання експериментальних значень в межах $\pm 10\%$ [3]. Згідно причинно-наслідкової діаграми Ісікави головним джерелом невідповідності (розсіювання значень) є такі елементи: матеріал, обладнання, метод, середовище, персонал.

Матеріал – неомогенність структурного і фазового складу матеріалу, зернистість, переважний напрям орієнтації зерен, наявність порожнин, пор, мікротріщин, дефектів та інших факторів, кількість та розподіл яких по об'єму металу є величиною випадковою.

Машина – нежорсткість обладнання спричиняє додаткові зміщення та похибки у плавності та стабільності навантаження, що призводить до відхилення від статичних умов випробування.

Метод – за рахунок геометричної неточності зразків, змінності умов навантаження та похибок, пов'язаних з фіксацією початку руйнування, реальні умови експерименту відрізняються від номінальних.

Середовище – в переважній більшості випадків зовнішнє середовище в лабораторних та заводських умовах не здійснює суттєвого впливу на результати дослідження матеріалу за умови стабільної температури.

Персонал – суб'єктивність прийняття рішень та фіксації значень персоналом усувається застосуванням автоматизованого вимірювального комплексу.

Контроль – здійснюється вимірним інструментом після ідентифікації міток на зразках. Відповідно похибки, пов'язані з ідентифікацією та вимірюванням, переносяться на результати експериментальних значень.

Похибки, спричинені середовищем, обладнанням, персоналом та методами контролю можна віднести до систематичних та усунути їх. Таким чином залишається дві основні групи факторів, що впливають на розсіювання значень граничних деформацій, а відтак і на використаний ресурс пластичності – матеріал і метод здійснення випробувань.

На наш погляд основними факторами, що спричиняють розсіювання значень граничних деформацій є:

1. Складність отримання номінальних параметрів в процесі випробування (під номінальним параметром мається на увазі контрольовані величини, які очікується досягнути в процесі експерименту – показники напруженого стану).

2. Аналітичні залежності, які застосовують для апроксимації кривих граничної деформації та обрахунку значень граничних деформацій, мають обмежену область застосування і апіорі містять певні похибки.

3. Реальний матеріал – структурно неоднорідний, містить різноманітні включення та має неоднаковий та нерівномірний розподіл пошкоджень, що призводить до різної пластичності в окремих його зонах, що призводить до розсіювання використання ресурсу пластичності.

4. Геометричні параметри експериментальних зразків відрізняються від номінальних параметрів.

5. Відсутні стандартизовані зразки для випробувань листових матеріалів на зсув та стиск, які б дозволяли отримувати величину граничних деформацій в умовах, близьких до чистого зсуву та стиску.

В роботах [3, 4, 5] відмічено відхилення параметрів напруженого стану в зразках на зсув під час випробувань від номінальних значень та вказано, що в залежності від геометричних характеристик листових зразків величина розсіювання показників напруженого стану становить до 25% і вказує на можливість розсіювання реальних значень граничної деформації листових матеріалів під час обробки тиском.

Для оцінки впливу точності визначення кривої деформації на використаний ресурс пластичності проведено оцінювальний розрахунок для умовного процесу холодного пластичного деформування заготовки зі сталі 20. В [3, 7] для сталі 20 вказані усереднені значення граничної деформації розтягу і зсуву та середньоквадратичні відхилення результатів експериментів, відповідно до яких варіація значень граничних деформацій становить близько $\pm 18\%$ відносно усередненої величини. З метою оцінювання впливу розсіювання значень граничних деформацій на розрахункову величину використаного ресурсу пластичності розглядалися комбінації крайніх точок граничної деформації розтягу і зсуву (комбінації розрахункових точок для апроксимації кривої граничних деформацій – $(e_{min}^{розтяг}; e_{min}^{зсув})$, $(e_{max}^{розтяг}; e_{min}^{зсув})$, $(e_{min}^{розтяг}; e_{max}^{зсув})$ і $(e_{max}^{розтяг}; e_{max}^{зсув})$). Для розглянутих кривих варіація значень δ приймалась: $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 15\%$, $\pm 20\%$, $\pm 25\%$, $\pm 30\%$. Оскільки системні фактори, які впливають на розсіювання значень граничних деформацій, є ідентичними, то приймали, що варіація граничних деформацій розтягу і зсуву однакова.

В якості умовної траєкторії навантаження приймалась пряма, що проходить між точками з координатами $(e_{u1}=0; \eta_1=-1)$ та $(e_{u2}; \eta_2)$. Розрахунки використаного ресурсу пластичності та апроксимацію кривої граничних деформацій виконували за методикою [2]. Результати розрахунків представлені у на рисунку 1 з яких слідує, що розсіювання значень використаного ресурсу пластичності прямо пропорційне до варіації граничних деформацій та істотно зростає при збільшенні крутизни підйому траєкторії навантаження. За умови значних деформацій вже при величині варіації близько 10% встановити адекватне значення використаного ресурсу пластичності неможливо. Отже, якщо в результаті експериментів на визначення граничної деформації зсуву, розтягу чи стиску розкид значень відносно математичного очікування перевищує 10%, то не можна робити однозначний висновок про можливість виготовлення деталі методами холодної пластичної деформації. З цього випливає, що під час проектування технології виготовлення виробів зі значною локалізацією деформацій та високим рівнем використання ресурсу пластичності слід застосовувати ймовірнісні підходи для визначення кількості можливого браку.

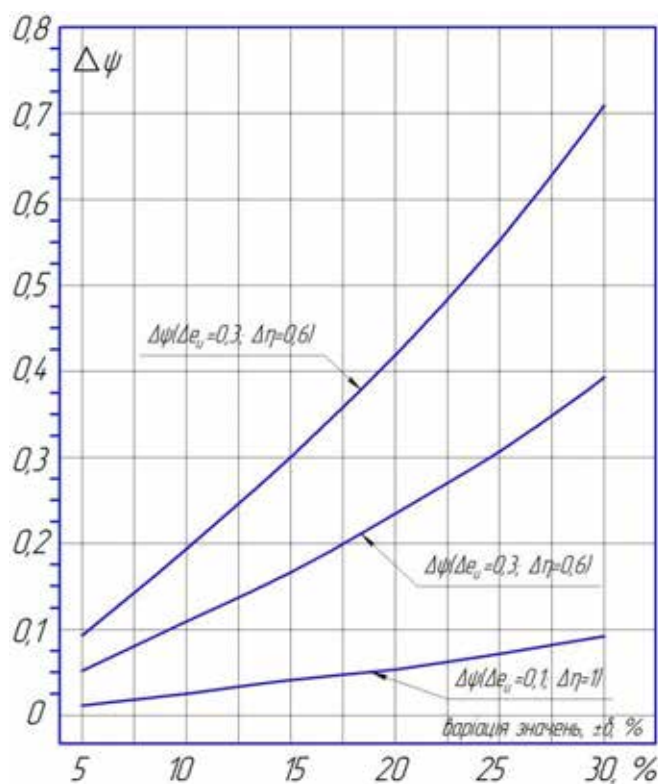


Рисунок 1 – Залежність використаного ресурсу пластичності $\Delta\psi$ від величини варіації значень кривої граничних деформацій

ВИСНОВКИ

1. Величина похибки розрахунку використаного ресурсу пластичності прямо пропорційно залежить від варіації значень граничних деформацій.
2. Збільшення інтенсивності деформацій призводить до збільшення розсіювання значень використаного ресурсу пластичності, в той же час різниця показників напруженого стану в початковій і кінцевій точці траєкторії навантаження практично не впливає на розкид значень використаного ресурсу пластичності.
3. Збільшення крутизни підйому траєкторії навантаження призводить до суттєвого збільшення розсіювання значень використаного ресурсу пластичності.
4. При величині розсіювання значень граничних деформацій понад 10% не можна провести адекватну теоретичну оцінку можливості виготовлення не бракованої продукції методами холодної пластичної деформації за умов значної формозміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородніков, В. А. Механіка процесів холодного формозмінювання з однотипними схемами механізму деформації: [текст] / В. А. Огородніков, В. І. Музичук, О. В. Нахайчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 179 с.
2. Сивак, І. О. Пластичность металлов при объемном напряженном состоянии: [текст] / И. О. Сивак, Е. И. Коцюбивская // Удосконалення процесів і обладнання обробки металів тиском в металургії і машинобудуванні: Тематичний зб. наук. пр. – Краматорськ-Хмельницький, 2007. – с. 73-76.
3. Колмогоров, В.Л.. Напряжения, деформации, разрушение: [текст] / В. Л. Колмогоров. – Л.: «Металлургия», 1970, – с. 229.
4. Писаренко В. Г. Зразки для випробувань листових металевих матеріалів на зсув. [Електронний ресурс] / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, В. Є. Білічкіна. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. - Вінниця, 2014. - Вип. 1. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNTUV_2014_1_13
5. Писаренко В. Г. Вплив різнотовщинності листових зразків для випробувань на розтяг на поверхню граничних деформацій [Електронний ресурс] / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк, В. Є. Білічкіна // Проблеми трибології. - Вінниця, 2014. - №4. - С. 106-111. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptl_2014_4_18
6. Писаренко В. Г. Вплив різнотовщинності листових зразків для випробувань на розтяг на розкид значень результатів експериментів [текст] / В. Г. Писаренко, В. В. Савуляк // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". - Луцьк, 2015. - №50. - С. 154-158.

Писаренко Віктор Григорович - д.т.н., доцент кафедри технології та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Савуляк Віктор Валерійович — к.т.н., доцент, доцент кафедри технології та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vvsv81@gmail.com.

Pisarenko Victor G. – Associated Professor, D.S., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Savulyak Victor V. — Associated Professor, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vvsv81@gmail.com.

О. В. Дерібо
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
Б. В. Табаков
В. О. Сіроштаненко

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ПРИПУСКІВ, ВИЗНАЧЕНИХ РОЗМІРНИМ АНАЛІЗОМ ТА ЗА НОРМАТИВНИМИ ДАНИМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для розглядуваних деталей встановлено величину припусків на обробку поверхонь, що зв'язані лінійними розмірами, згідно нормативних даних, одержаних дослідно-статистичним методом та виконанням розмірного аналізу.

Ключові слова: деталь, заготовка, припуски, нормативні дані, розмірний аналіз, розміри, поверхні, механічна обробка.

Abstract

For the details under consideration, the amount of allowances for surface treatment, which are bound by linear dimensions, is established according to the normative data obtained by the experimental statistical method and the implementation of the dimensional analysis.

Keywords: detail, workpiece, assumptions, normative data, dimensional analysis, dimensions, surfaces, machining.

Вступ

Механічна обробка поверхонь деталі вимагає призначення припусків та, відповідно, визначення розмірів вихідної заготовки. Використання існуючих методів розрахунку припусків забезпечує різні їх значення. Тому вони рекомендуються для застосування у відповідних типах виробництва [1-3]. Особливо це важливо при необхідності економії матеріалу, зниження трудомісткості механічної обробки.

Мета роботи – визначення величини припусків на обробку плоских поверхонь шляхом використання дослідно-статистичного методу (нормативного) та розмірного аналізу технологічного процесу, їх порівняльний аналіз та рекомендації щодо застосування.

Результати роботи

Розглянуто дві деталі:

- деталь типу «Кришка передня ГМ.10», матеріал алюмінієвий сплав АК7 ГОСТ 1583-93, маса 0,86 кг;

- деталь типу «Фланець», матеріал – сталь 45 ГОСТ 380-94, маса 2,2 кг.

Для першої деталі метод виготовлення заготовки – лиття, спосіб – лиття під тиском.

Для другої метод виготовлення заготовки – пластичне деформування на гарячештампувальному автоматі.

У відповідності з робочими кресленнями деталей визначено розміри, які зв'язують оброблювані плоскі поверхні. Вибрані припуски, допуски згідно рекомендацій ГОСТ [4, 5]. За методикою, що приведена в [6, 7] розраховані розміри заготовок деталей.

Для розглядуваних деталей побудовані розмірні схеми технологічних процесів, похідний, вихідний, суміщений граф-дерева, складені рівняння розмірних ланцюгів, визначені проміжні мінімальні припуски, технологічні розміри, розміри вихідної заготовки, максимальні значення припусків на оброблювані поверхні [3, 8].

Результати проведених розрахунків представлені в табл. 1-2.

Розрахунки виконувалися для найбільш відповідальних, характерних поверхонь розглядуваних деталей:

- 4 поверхні – для деталі № 1;
- 3 поверхні – для деталі № 2.

Таблиця 1 – Припуски для обробки плоских поверхонь деталі № 1

Поверхні	Згідно нормативних даних		Згідно розмірного аналізу	
	Максимальний припуск, мм	Мінімальний припуск, мм	Максимальний припуск, мм	Мінімальний припуск, мм
1	0,6	0,1	2,0	0,56
2	0,6	0,1	2,08	0,4
3	0,4	0,1	3,18	0,6
4	0,3	0,1	1,84	0,6

Таблиця 2 – Припуски для обробки плоских поверхонь деталі № 2

Поверхні	Згідно нормативних даних		Згідно розмірного аналізу	
	Максимальний припуск, мм	Мінімальний припуск, мм	Максимальний припуск, мм	Мінімальний припуск, мм
1	1,3	1,1	6,32	2,5
2	1,3	1,1	5,98	3,2
3	1,2	1,0	7,36	3,2

Висновки

Порівняльний аналіз величини припусків, визначених за нормативними даними та проведенням розмірного аналізу технологічного процесу, дає можливість зробити висновки.

1. Максимальні та мінімальні припуски вибрані за нормативними таблицями є значно меншими (в рази) ніж визначені згідно розмірного аналізу технологічного процесу.

2. Відмінність у значеннях припусків може бути пояснена тим, що при використанні нормативного методу не враховуються методи обробки поверхонь деталей, кількість переходів, прийняті схеми базування, проміжні припуски та допуски розмірів по переходах механічної обробки, що, відповідно, призводить до таких результатів.

3. Занижені значення припусків на механічну обробку не забезпечать необхідної якості деталі.

4. Так як припуски згідно нормативів є значно меншими, то такий метод може бути прийнятий лише в умовах одиничного виробництва.

5. Запропонована методика порівняльного аналізу може бути використана як в навчальному процесі, так і на виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко П. О. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин. / П. О. Руденко, Ю. О. Харламов, О. Г. Шустик. – К. : ІСДО, 1993. – 304 с.
2. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с.
3. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
4. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. – [Чинний від 1987-07-01] М. : Изд-во стандартов, 1987. – 53 с.
5. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и размерные напуски : ГОСТ 7505-89. – [Чинний від 1990-07-06] М. : Изд-во стандартов, 1990. – 86 с.
6. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.

7. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Гаряче об'ємне штампування : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, І. О. Сивак, С. В. Дусанюк, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 106 с.

8. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2. Практикум : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 116 с.

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Табаків Богдан Вікторович – студент групи ІІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Сіроштаненко Владислав Олегович – студент групи ІІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Tabakov Bogdan V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Siroshstanenko Vladyslav O. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

О. В. Дерібо
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
С. О. Лабунський
О. М. Усердін

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИБОРУ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ОТВОРІВ В ЗАГОТОВКАХ КОПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА НОРМАТИВАМИ ТА РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНИМ МЕТОДОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Для конкретних корпусних деталей проведено порівняльний аналіз величини припусків на обробку відповідальних поверхонь (отворів під підшипники), визначених розрахунково-аналітичним методом та дослідно-статистичним методом (за нормативними даними).

Ключові слова: корпусна деталь, отвір, механічна обробка, припуск, технологічна база, розрахунково-аналітичний метод, дослідно-статистичний метод.

Abstract

For concrete case details a comparative analysis of the amount of allowances for the processing of responsible surfaces (bearing openings), determined by the calculation-analytical method and the experimental-statistical method (according to normative data) has been carried out.

Keywords: body piece, hole, machining, allowance, technological base, calculation and analytical method, experimental-statistical method.

Вступ

Встановлення оптимальних припусків на механічну обробку поверхонь деталі є досить важливим техніко-економічним завданням.

Правильно визначена величина припуску забезпечує:

- досягнення високої якості оброблюваних деталей;
- економію матеріалу;
- мінімальну собівартість продукції.

Призначення невинновдано великих припусків призводить до значних втрат металу, який перетворюється в стружку; збільшує трудомісткість механічної обробки; збільшує витрати на різальний інструмент і електроенергію, потребу в обладнанні і робітниках, площах виробничих приміщень, що відповідно призводить до підвищення собівартості продукції.

Призначення невинновдано малих припусків не забезпечить видалення дефектних шарів матеріалу, досягнення необхідних показників точності деталі, збільшується вірогідний відсоток браку, що також призводить до підвищення собівартості продукції [1, 2].

Для визначення припусків в машинобудуванні використовують два методи: дослідно-статистичний і розрахунково-аналітичний, які детально описані в літературі [1-4], їх суть, переваги, недоліки.

Мета роботи – порівняльний аналіз величини припусків для обробки отворів під підшипники корпусних деталей, визначених розрахунково-аналітичним та дослідно-статистичним методами.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися задачі:

- вибір методу, способу виготовлення заготовки деталі;
- вибір технологічних баз для виконання обробки заготовки деталі;
- вибір методів та технологічних переходів механічної обробки отвору;

- визначення проміжних, загальних припусків на обробку отвору розрахунково-аналітичним методом;
- визначення припусків на обробку отвору дослідно-статистичним (нормативним) методом;
- аналіз одержаних результатів.

Результати дослідження

Розглядалася деталь «Корпус підшипника», що виготовляється із сірого чавуну СЧ15 ГОСТ 1412-81 в умовах серійного виробництва. Маса деталі 1,5 кг. Розрахунок припусків виконувався для найбільш відповідальної поверхні – отвору $\varnothing 62H7^{(+0,03)}$, що призначений для встановлення вала на підшипнику. Шорсткість поверхні отвору згідно робочого креслення $Ra = 1,6$ мкм. Метод виготовлення заготовки – лиття, спосіб – лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші. За визначеним коефіцієнтом уточнення отвір обробляється за 4 переходи (розточування попереднє – 13 квалітет, розточування попереднє – 10 квалітет, розточування попереднє – 8 квалітет, розточування остаточне – 7 квалітет).

При використанні розрахунково-аналітичного методу встановлено елементи мінімального припуску для заготовки та всіх переходів механічної обробки отвору:

- висоту мікронерівностей – Rz ;
- товщину дефектного шару – h ;
- просторові відхилення – ρ ;
- похибку встановлення – ε .

Згідно методики, що приведена в [1-4] проведено розрахунки мінімальних припусків по переходах механічної обробки, граничних технологічних розмірів отвору, максимальних припусків на обробку отвору, загального припуску, визначені розміри заготовки.

За методикою, що проведена в [5-6] визначені мінімальний та загальний припуски на обробку отвору $\varnothing 62H7^{(+0,03)}$ згідно нормативних даних, встановлених дослідно-статистичним методом. Результати розрахунків показано в табл. 1-2.

Таблиця 1 – Припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 62H7^{(+0,03)}$, визначені розрахунково-аналітичним методом

	Припуск, мкм	
	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
1 перехід	0,844	1,614
2 перехід	0,062	0,232
3 перехід	0,03	0,067
4 перехід	0,02	0,028
Сумарний	0,956	1,941

Таблиця 2 – Припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 62H7^{(+0,03)}$, визначені дослідно-статистичним (нормативним) методом

	Припуск, мкм	
	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
Сумарний	0,6	3,6

Висновки

Порівняльний аналіз припусків, визначених розрахунково-аналітичним та дослідно-статистичним методами дозволяє зробити наступні висновки.

1. Припуски, що визначені розрахунково-аналітичним методом є меншими, ніж ті, що вибрані згідно нормативних таблиць. Це пояснюється тим, що при використанні другого методу не враховано схеми базування заготовки деталі при обробці отвору, просторові відхилення оброблюваної поверхні відносно технологічних баз, похибки встановлення заготовки у верстатний пристрій, тобто конкретних умов виконання технологічного процесу.

2. Припуски, що вибрані за нормативами є лише 2 видів – мінімальний та загальний. Для визначення проміжних припусків загальний припуск потрібно розділити наближено по переходах механічної обробки згідно рекомендацій [7, 8], тобто граничні розміри будуть встановлені наближено.

3. При проведенні досліджень встановлено, що величина припуску на обробку отвору суттєво залежить від схеми базування при підготовці технологічних баз для обробки розглядуваного отвору. В табл. 1 приведені значення припусків, визначених при оптимальній схемі базування на операції підготовки технологічних баз для обробки отвору під підшипник, коли похибка просторового відхилення, а саме – зміщення $\rho_{зм}$ є мінімальною. При інших схемах базування величина припуску зростає в 2-3 рази, що відповідно перевищує нормативні значення припусків.

4. Знижені значення припусків, визначених дослідно-статистичним методом за нормативними таблицями при їх використанні призведуть до появи браку, якщо не буде прийнята оптимальна схема базування при підготовці технологічних баз для обробки отвору.

5. Враховуючи виконане порівняння і аналіз застосування розрахунково-аналітичного і дослідно-статистичного способів розрахунку припусків на обробку отворів корпусних деталей перший варіант розрахунку рекомендується використовувати в умовах серійного, масового виробництва, другий – одиничного, дрібносерійного з метою економії часу розробників технологій виготовлення деталі, а значить зниження собівартості продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с.
2. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 112 с.
3. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для машиностроительных специальностей вузов / А. А. Маталин. – Л. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
4. Технология машиностроения : В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения : Учеб. пособ. для вузов / Э. Л. Жуков, И. И. Козарь, С. Л. Мурашкин [и др.] ; Под ред. С. Л. Мурашкина. – М. : Высш. шк., 2003. – 278 с.
5. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. – [Чинний від 1987-07-01] М. : Изд-во стандартов, 1987. – 53 с.
6. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.
7. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку : справочник / Г. А. Харламов, А. С. Тараканов. – М. : Машиностроение, 2006. – 256 с.
8. Косилова А. Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, М. А. Калинин. – М. : Машиностроение, 1976. – 288 с.

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Лабунський Сергій Олександрович – студент групи ІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Усєрдієн Олексій Миколайович – студент групи ІМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Labunskyi Sergii O. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Userdin Oleksii M. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновані рекомендації щодо використання алгоритму як схеми алгоритмічного вирішення задач, що дасть змогу оцінити ефективність запропонованого способу рішення, його результативність.

Ключові слова: моделювання, комп'ютерна модель, алгоритм, алгоритмізація

Abstract

Recommendations on the algorithm application as a scheme for algorithmic solution of the problems are presented, which will make it possible to evaluate efficiency of the proposed method and its effectiveness.

Keywords: simulation, computer model, algorithm, algorithmization.

Вступ

Комп'ютерне моделювання в курсі «Інформатика» для інженерів-механіків займає основне місце. Процес моделювання є одним з компонентів нових інформаційних технологій. Основні фактори включають знайомство з методами та засобами побудови комп'ютерних моделей, навчання застосуванню їх при вирішенні практичних задач, засвоєння таких понять як інформація, форми її представлення та перетворення, алгоритми.

Моделювання відіграє важливу роль під час підготовки до прийняття рішень. Практично ніколи не буває ідентичних ситуацій, тому доводиться приймати рішення за умов неповної та недостатньої інформації. В таких випадках інформацію, якої не вистачає, отримують, використовуючи результати наукових досліджень, що були отримані в результаті вивчення відповідних моделей. Для успішного керування системою, необхідно передбачити її поведінку в майбутньому. Це можна зробити, досліджуючи факти, які нас цікавлять, на моделях. Модель описує закони, співвідношення та характеристики. Для різноманітних цілей будуть потрібні різноманітні моделі одного і того ж самого об'єкта. Умовно моделі діляться на моделі, які будуються для вивчення вже існуючого об'єкта, процесу, та моделі для вивчення майбутніх об'єктів, процесів.

Результати дослідження

В курсі «Інформатика» інженери-механіки вирішують практичні задачі, алгоритм розрахунку яких подано на рисунку 1. Вирішення задачі розбивається на етапи: постановка задачі, математична модель, вибір метода вирішення, розробка алгоритмів, написання та налаштування програми, обчислення та обробка результатів.



Рисунок 1 – Алгоритм вирішення задачі

Під час постановки задачі з'ясовується кінцева мета і розробляється загальний підхід до її вирішення. Далі складається математична модель, де визначаються необхідні формули та значення для їх розв'язання. Розглядаються існуючі методи вирішення задачі або пропонується новий підхід. Метод вирішення задачі записується на одній з

алгоритмічних мов – на графічній. Алгоритм – це основа для складання комп'ютерної програми. Алгоритм відображає визначену послідовність дій, які виконуються за певними правилами і приводять до вирішення поставленої задачі. Кожне правило алгоритму повинно бути чітким і однозначним. Виконання алгоритму не повинно вимагати ніяких додаткових умов. Алгоритм розробляється в загальному вигляді, тобто він повинен виконуватися для цілого класу задач в заданій області. Алгоритм в будь-якому випадку призводить до вирішення поставленої задачі, або виводить проміжні значення при неможливості вирішення. Алгоритм є основою для складання програми, які пише програміст на будь-якій мові програмування з тим, щоб реалізувати процес обробки даних на комп'ютері.

Висновки

Запропоновано використання алгоритму як схеми алгоритмічного вирішення задач. Це дозволить оцінити ефективність запропонованого способу рішення, його результативність, виправити можливі помилки, порівняти способи рішення на комп'ютері з іншими алгоритмами вирішення тієї ж задачі.

Встановлений зв'язок інформатики з іншими курсами, які викладаються та будуть викладатися для інженерів-механіків, а саме, математикою, теоретичною механікою, опором матеріалів, системами автоматизованого проектування, тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інформатика. Курсове проектування для студентів машинобудівних спеціальностей : навчальний посібник / [Козлов Л.Г., Петров О.В., Семічаснова Н.С., Коцюбівська К.І.] – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 184 с.
2. Інформатика та обчислювальна техніка в лабораторних роботах: навчальний посібник / МОН України; Т.М. Валецька, П.І. Бабій, І.А. Григоришин; за ред.. Т.М. Валецької. – К.: Центр навчальної літератури. – 2005. Книга. – 344 с.
3. Алгоритмічні мови та програмування: навчальний посібник, ч. 1. Основи інформатики та комп'ютерної техніки / С.С. Довгалець, Р.В. Масліт: ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ. – Книга. – 116 с.

Наталія Степанівна Семічаснова – старший викладач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет.

Semichasnova Nataliya S. – senior lecturer of the Department of Machine-Building Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

О. В. Дерібо
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
Д. А. Боровський
В. В. Черноокый

ВПЛИВ СХЕМИ БАЗУВАННЯ НА ПЕРШІЙ ОПЕРАЦІЇ НА ВЕЛИЧИНУ ПРИПУСКУ ДЛЯ РОЗТОЧУВАННЯ ОТВОРІВ В КОРПУСНИХ ДЕТАЛЯХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано методику оцінювання впливу схеми базування на першій операції на величину припуску для розточування найбільш відповідальних отворів (для встановлення підшипників) корпусних деталей, проведено дослідження величини припуску в залежності від схеми базування.

Ключові слова: корпусна деталь, схема базування, отвір, припуски, заготовка, механічна обробка, точність, висота мікронерівностей, товщина дефектного шару, просторові відхилення, оброблювана поверхня, похибка встановлення.

Abstract

The method of estimation of influence of the scheme of the base on the first operation on the size of the let down for boring of the most responsible openings (for the installation of bearings) of the body parts was proposed, the research of the size of the allowance was carried out, depending on the scheme of the base.

Keywords: body part, baseline, hole, tolerances, workpiece, machining, accuracy, height of microworldities, thickness of defective layer, spatial deviations, machined surface, installation error.

Вступ

При проектування технологічних процесів механічної обробки деталей одним із найбільш відповідальних етапів є призначення технологічних баз. Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать: фактична точність виконання розмірів, правильність взаємного розташування поверхонь, ступінь складності пристроїв, різальних та вимірювальних інструментів, загальна продуктивність обробки заготовок [1, 2]. Основні положення теорії базування упорядковуються [3].

Початковими даними для вибору технологічних баз є креслення деталі та попередньо розроблений маршрут її механічної обробки [1, 2].

Проектуючи технологічний процес механічної обробки спочатку вирішують питання щодо вибору чистових технологічних баз, а потім – чорнових.

Чорнові бази, що використовуються на першій операції технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі є найбільш відповідальними, так як при їх правильному виборі на наступних операціях забезпечується мінімальність, рівномірність припусків та якість поверхні.

Задачі, що вирішуються при виборі чорнових технологічних баз та рекомендації по їх вибору приведені в [2-4].

Мета роботи – дослідження впливу схеми базування на першій операції технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі типу «Корпус підшипника» на величину припуску для обробки найбільш відповідальної (виконавчої) поверхні, а саме отвору для встановлення підшипників.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися задачі:

- вибір методу, способу виготовлення заготовки;
- вибір можливих схем базування при підготовці чистових технологічних баз, тобто на першій операції технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі;
- призначення переходів механічної обробки отвору;
- встановлення елементів мінімального припуску для всіх переходів обробки отвору;

- розрахунок граничних значень технологічних розмірів, припусків;
- визначення сумарних значень припусків;
- порівняльний аналіз значень припусків на обробку отвору при різних варіантах схем базування на першій операції технологічного процесу механічної обробки заготовки деталі «Корпус підшипника»;
- вибір оптимальної схеми базування на першій операції.

Результати дослідження

Дослідження виконувалися на прикладі двох деталей «Корпус підшипника», що виготовляються в умовах серійного виробництва.

Деталь «Корпус підшипника» № 1: матеріал сірий чавун СЧ15 ГОСТ 1412-85, маса деталі 3,51 кг.

Деталь «Корпус підшипника» № 2: матеріал алюмінієвий сплав АК7 ГОСТ 1583-93, маса деталі 0,6 кг.

Методи виготовлення заготовок – лиття. Для деталі № 1 – лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням суміші, для деталі № 2 – лиття в кокіль.

При підготовці чистових технологічних баз (площини основи та кріпильних отворів) розглядуваних деталей на першій операції технологічного процесу механічної обробки було запропоновано 3 варіанти схем базування (рис. 1).

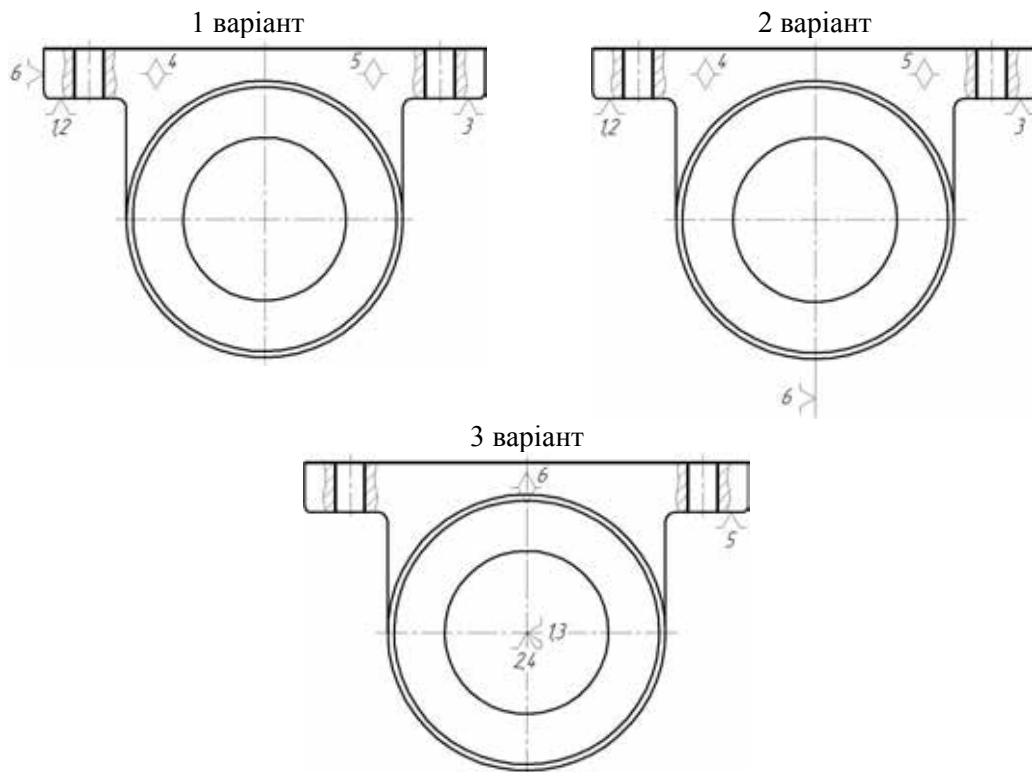


Рис. 1. Варіанти схем базування деталі «Корпус підшипника» на першій операції технологічного процесу (при підготовці чистових технологічних баз)

Переходів механічної обробки для деталі № 1 – чотири (розточування), для деталі № 2 – три (розточування).

Елементи мінімального припуску $Z_{\min}$, а саме висота мікронерівностей Rz , товщина дефектного шару h для заготовки визначені згідно рекомендацій [5, 6], для переходів механічної обробки [7]. Просторові відхилення ρ заготовки та по переходах механічної обробки, похибка встановлення ε_6 визначені за методикою запропонованою в [2, 4].

Виконані дослідження та розрахунки залежності величини граничних значень технологічних розмірів, припусків на обробку отвору під підшипник в залежності від вибраної схеми базування заготовки деталі на першій операції технологічного процесу.

Результати досліджень приведені на рис. 2-3.

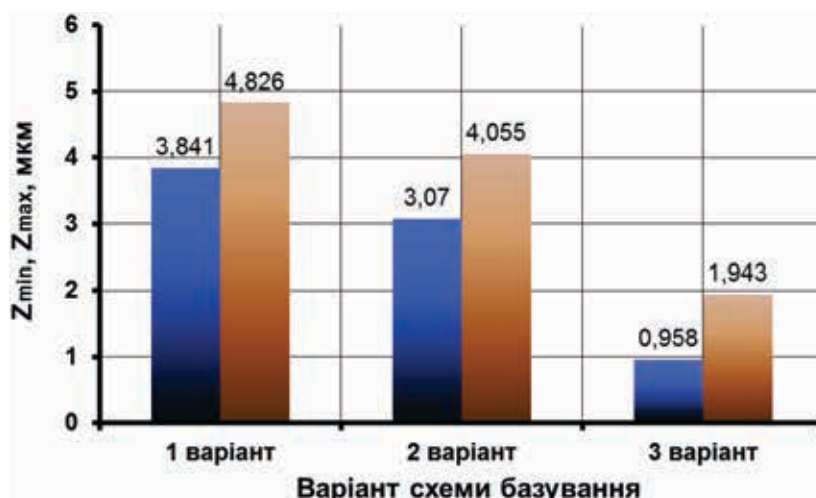


Рис. 2. Значення припусків для деталі № 1 (обробка отвору $\varnothing 72H7^{(+0,03)}$) при 3-х варіантах схеми базування на 1-ій операції

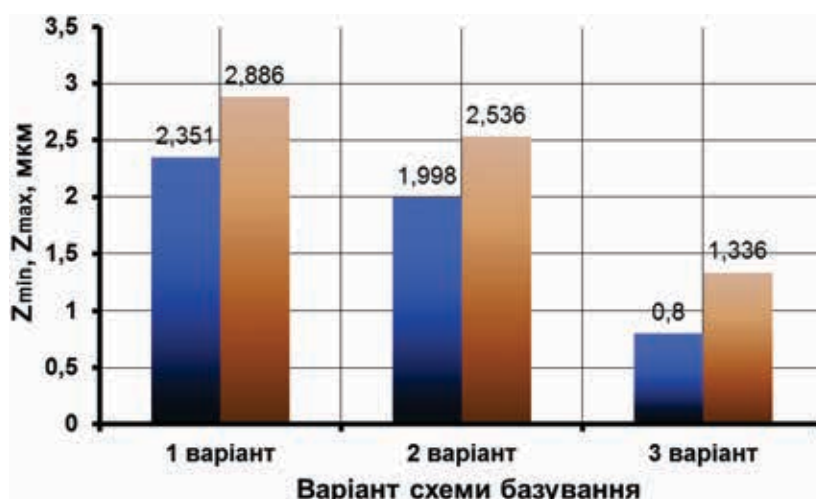


Рис. 3. Значення припусків для деталі № 2 (обробка отвору $\varnothing 35H7^{(+0,025)}$) при 3-х варіантах схеми базування на 1-ій операції

Висновки

1. Запропоновано методику аналізу впливу вибору схеми базування на першій операції механічної обробки заготовки деталі «Корпус підшипника» (при підготовці чистових технологічних баз) на величину припуску при розточуванні отворів під підшипники, яка може використовуватися як в навчальному процесі, так і на виробництві.

2. Дослідженнями встановлено, що вибір схеми базування на першій операції технологічного процесу механічної обробки проявляє найбільший вплив на величину просторових відхилень.

3. Мінімальне значення припуску на механічну обробку отвору при досягненні вказаного на робочому кресленні деталі квалітету точності та шорсткості забезпечується при виборі 3 варіанту схеми базування заготовки деталі на першій операції.

4. Суттєвий вплив на розмір припуску проявляє матеріал деталі, спосіб виготовлення заготовки та розмір оброблюваного отвору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. / П. О. Руденко. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с.
2. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник / О. В. Дерібо. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 112 с.
3. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения : ГОСТ 21495-76. – [Чинний від 1977-01-01] М. : Изд-во стандартов, 1987. – 35 с.
4. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
5. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.
6. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. – [Чинний від 1987-07-01] М. : Изд-во стандартов, 1987. – 53 с.
7. Горбачев А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие / А. Ф. Горбачев, В. А. Шкред. – М. : ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Боровський Дмитро Анатолійович – студент групи ІІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Чорноокій Віталій Вікторович – студент групи ІІМ-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Borovskyi Dmytro A. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Chornooskyi Vitalii V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РУКАВА ВИСОКОГО ТИСКУ НА СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано імітаційні дослідження залежності статичних характеристик рукавів високого тиску від конструктивних параметрів.

Ключові слова: імітаційні дослідження, статичні характеристики, конструктивні параметри, рукава високого тиску, жорсткість, передатне відношення, коефіцієнт податливості, металеві обплетення, гумові шари.

Abstract

The simulation studies of the dependence of static characteristics of high pressure sleeves on constructive parameters are performed.

Keywords: simulation studies, static characteristics, design parameters, high pressure sleeves, stiffness, transfer ratio, coefficient of compliance, metal braiding, rubber layers.

Вступ

Рукава високого тиску (РВТ) широко застосовуються в гідроприводах технологічних машин різного призначення для підведення потоку робочої рідини до рухомих виконавчих органів. Широке використання РВТ, як комутаційних магістралей вимагає вивчення їх конструкції та параметрів.

Вивченням характеристик РВТ займалося багато авторів [1-3]. Роботи виконувалися в двох напрямках: експериментальні та імітаційні дослідження.

Експериментальні дослідження вимагають затрат значних коштів, тому останнім часом здебільшого увага приділяється імітаційним дослідженням, що стало доступним завдяки існуючим програмам та розвитку ПЕОМ.

Мета роботи – імітаційні дослідження статичних характеристик рукавів високого тиску в залежності від їх конструктивних параметрів.

Результати роботи

Розглянуто типову конструкцію РВТ з двома металевими обплетеннями та трьома гумовими шарами (рис. 1).

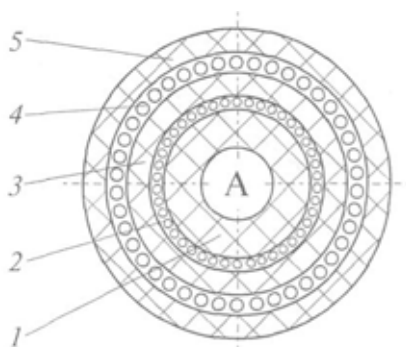


Рис. 1. Схема поперечного перерізу РВТ з двома металевими обплетеннями: 1, 3 – робочі гумові шари; 2, 4 – металеві обплетення; 5 – захисний гумовий шар

Реологічна модель РВТ складається із двох паралельно з'єднаних елементів: пружного та в'язкого (модель Фойгта із запізненням) [4-7].

Згідно реологічної моделі РВТ виведені формули, що дозволяють визначити передатні відношення гумових шарів, жорсткість гумових та металевих обплетень та статичний коефіцієнт податливості. Проведено їх імітаційні дослідження в залежності від конструктивних параметрів РВТ, а саме внутрішнього діаметра, товщини гумових та металевих шарів.

Висновки

В результаті проведених імітаційних досліджень встановлено:

- при збільшенні товщини гумових шарів РВТ їх передатні відношення зменшуються;
- збільшення внутрішнього діаметра РВТ в незначній мірі підвищує передатне відношення гумових шарів. В основному це стосується першого гумового шару. Для другого, третього гумового шарів при збільшенні внутрішнього діаметра ($\varnothing 16$, $\varnothing 20$) вони залишаються практично без зміни;
- збільшення товщини гумових шарів РВТ призводить до підвищення їх жорсткості;
- для більших значень внутрішнього діаметра РВТ жорсткість гумових шарів зростає;
- жорсткість металевих обплетень РВТ підвищується при збільшенні їх товщини, зростанні тиску у внутрішній порожнині рукава, зменшується при збільшенні внутрішнього діаметра;
- коефіцієнт податливості РВТ зменшується при збільшенні товщини гумових шарів та металевих обплетень, при підвищенні тиску в порожнині рукава, збільшується при більших діаметрах внутрішньої порожнини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лепетов В. А. Расчеты и конструирование резиновых технических изделий / В. А. Лепетов, Л. Н. Юрцев. – Ленинград : Химия, 1977. – 408 с.
2. Немировский И. А. Графо-аналитический метод расчета гидроприводов / И. А. Немировский. – М. : Машиностроение, 1968. – 144 с.
3. Сомов Д. О. Модуль об'ємної пружності оболонок високого тиску з металевим обплетенням / Д. О. Сомов // Наукові нотатки : міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»). – 1996. – В. 3. – С. 147–159.
4. Дослідження динамічних характеристик рукавів високого тиску / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, В. І. Савуляк, С. В. Дусанюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1998. – № 1. – С. 83–87.
5. Савуляк В. І. Математичне моделювання та імітаційні дослідження статичних характеристик рукавів високого тиску / В. І. Савуляк, Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк // Вибрації в техніці і технологіях. – 1998. – № 1(5). – С. 44–47.
6. Дусанюк Ж. П. Імітаційні дослідження впливу параметрів рукава високого тиску на його жорсткість / Ж. П. Дусанюк, С. В. Дусанюк, О. В. Карватко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004. – № 3. – С. 80–84.
7. Дусанюк Ж. П. Волновые процессы в гидросистемах с нелинейными упругими свойствами трубопроводов : дис. ... канд. техн. наук / Жанна Павловна Дусанюк. – Вінниця, 1990. – 255 с.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com.

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ РОБОТИ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто метод інтенсифікації роботи теплообмінних апаратів за допомогою конструкції труби з гвинтовою канавкою, виготовленою методом пластичної деформації, за допомогою ротаційної витяжки.

Ключові слова: теплообмін, деталь, ротаційна витяжка, труба, коефіцієнт теплопередачі, пластична деформація.

Abstract

The method of intensification of the work of heat exchangers by means of the construction of a pipe with a spiral groove made by the method of plastic deformation with the help of rotary extractor is considered.

Keywords: heat exchange, part, rotary extractor, pipe, heat transfer coefficient, plastic deformation.

Вступ

Теплообмінні апарати складають чисельну групу теплоенергетичного обладнання. Такі агрегати мають велику металоємність і займають велику площу. Вартість їх сягає до 50% вартості всього обладнання теплоенергосистем. Тому створення простих по конструкції і невеликої металоємності теплообмінних апаратів, з великим коефіцієнтом теплообміну, є актуальним завданням в теплоенергетиці.

Результати дослідження

В роботі розглянуто методи і конструкції, які забезпечують вирішення завдання проектування простих по конструкції і невеликої металоємності теплообмінних апаратів.

Основним методом забезпечення теплообміну є відвід тепла за допомогою збільшення площі тепловода. Даний процес можливо пришвидшити за рахунок утворення ребер на поверхні, з якої відводиться тепло [1]. Конструкція таких агрегатів являє собою оребрені труби, по зовнішній поверхні яких, методом наварювання або накатування створені ребра. Це збільшує контактної поверхні тепловідвідних агрегатів за рахунок подовження шляху теплоносія та сприяє інтенсифікації теплообміну за рахунок штучної турбулізації течії теплоносія [2]. Інтенсивність перемішування потоку збільшується за рахунок додавання в конструкцію теплообмінного апарату кілець та спіралей у вигляді пружин, які вмонтовані і закріплені по внутрішній поверхні труби.

Найбільш ефективна конструкція теплообмінника являє собою трубу, на якій методом пластичної деформації, за допомогою ролика, зроблена глибока гвинтова канавка з плавним входом і виходом [3]. Така конструкція потрібна для поступового розгону потоку рідини та розкручування потоку до вихревого стану.

Плавність розгону потоку, який розкручується в теплообмінному апараті, можливо збільшити за рахунок збільшення числа заходів гвинтових канавок [4]. На наш погляд така труба повинна мати 2-4 спіралі.

Для виготовлення такої форми деталі застосовують спеціальне обладнання. Слід підкреслити, що при пластичній деформації тонкостінної оболонки, поверхня деталі ущільнюється і набуває високої твердості, при цьому можуть створюватись тріщини на поверхні гвинтової канавки [5,6].

Висновки

Труба з плавним входом і виходом гвинтоподібної канавки забезпечує інтенсивний відбір тепла від стінок труби, що в 2...3 рази підвищує коефіцієнт теплопередачі порівняно з гладкими трубами, збільшує ККД, знижує вагу теплообмінника і собівартість виготовлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Багоутдинова А.Г. Современные теплообменные элементы теплообменного оборудования и технологии их изготовления / А.Г. Багоутдинова, А.Я. Золотоносов, Я.Д. Золотоносов, М.Н. Яхнев // Известия КГАСУ – 2012. – №2(24). – С. 150-156.
2. Исаев С.Е. Разработка конкурентоспособных теплообменных аппаратов для коммунального хозяйства: Автореф. дис. канд. техн. наук / РО МААНОИ. – Нижний Новгород, 2006. – 31 с.
3. Zdunkiewicz M. Фасонные трубы как конструкционные элементы /М. Zdunkiewicz // Przegl. mech. – 1968., т.27 – №22 – С.687-689.
4. Паршин С.В. Совершенствование процессов и машин для изготовления холоднопрофилированных труб на основе моделирования очага деформации: дис. докт. техн. наук: 05.03.05 / Паршин Сергей Владимирович – Екатеринбург, 2009. — 332 с.
5. Сивак И. О. Оценка пластичности металлов при холодной пластической деформации / И. О. Сивак, Е. И. Сивак, С. И. Сухоруков // Известия Тульского государственного университета. Серия: Механика твердого деформируемого тела и обработка металлов давлением. – Тула: ТулГУ. Вып. 2, 2004. – С. 114 – 121.
6. Сердюк О.В. Оцінка пластичності поверхневого шару металу при немонотонному навантаженні / О.В. Сердюк, І.О. Сивак, С.І. Сухоруков, Р.І. Сивак // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2016. – Вип. 54. – С.277-282.

Мироненко Олег Макарович – інженер, кафедра технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vektor50@ukr.net

Сухоруков Сергій Іванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця; ssergeii@ukr.net.

Mironenko Oleg M. – engineer, the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: vektor50@ukr.net

Sukhorukov Sergiy I. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ssergeii@ukr.net

СТРУКТУРА МЕХАТРОННОГО ПРИВОДУ МАНІПУЛЯТОРА З ЧАСТОТНИМ КЕРУВАННЯМ ПРИВІДНОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено структурну схему мехатронного приводу маніпулятора з частотним керуванням приводного асинхронного електродвигуна, яка може бути використана для побудови математичної моделі приводу та його дослідження в різних режимах.

Ключові слова: об'ємний гідропривод, гідронасос, асинхронний електричний двигун, частотне керування, перетворювач частоти.

Abstract

A structural diagram of the mechatronic arm of the manipulator with frequency control of the drive asynchronous electric motor, which can be used to construct the mathematical model of the drive and its investigation in various modes, is developed.

Keywords: volumetric hydraulic drive, hydraulic pump, asynchronous electric motor, frequency control, frequency converter.

Вступ

В останні роки частотні перетворювачі електродвигунів знаходять все ширше застосування, оскільки є загально визнаним ефективним засобом вирішення завдань енергозбереження [1-6].

В приводі стаціонарного маніпулятора оснащення гідронасоса постійного робочого об'єму приводним електродвигуном з частотним перетворювачем дає можливість пропорційно регулювати подачу робочої рідини від насоса до гідродвигуна, оптимально виконувати робочі операції маніпулятора та економити значну кількість енергії в робочому циклі машини у порівнянні з традиційним дросельним керуванням. Наявність пропорційного регулювання подачі рідини та стабілізації швидкості руху маніпулятора підвищує також точність наведення його на об'єкт, покращує умови роботи оператора.

Метою роботи є розробка структурної схеми мехатронного приводу маніпулятора з частотним керуванням приводного асинхронного електродвигуна з подальшим її використанням для розробки математичної моделі приводу та його дослідження.

Основна частина

Структурна схема мехатронного приводу маніпулятора з частотним керуванням приводного асинхронного електродвигуна показана на рис. 1.

Схема включає три **основні** частини:

1) *силову* або *насосну*, куди входить асинхронний електродвигун ЕД з перетворювачем частоти ПЧ та об'ємний гідронасос Н постійного робочого об'єму, де механічна енергія ЕД ($M_{кр}$, ω) перетворюється на потенціальну енергію тиску робочої рідини (гідрравлічну енергію) з параметрами p_H , Q_H ;

2) *керуючу* або *розподільчу*, куди входить пропорційний гідророзподільник Р за допомогою якого пропорційно змінюється величина витрати робочої рідини (Q_P) та напрямок руху потоку (прямий чи зворотний хід). В конструкцію пропорційного гідророзподільника Р вбудовані датчики тисків Д1 та Д2;

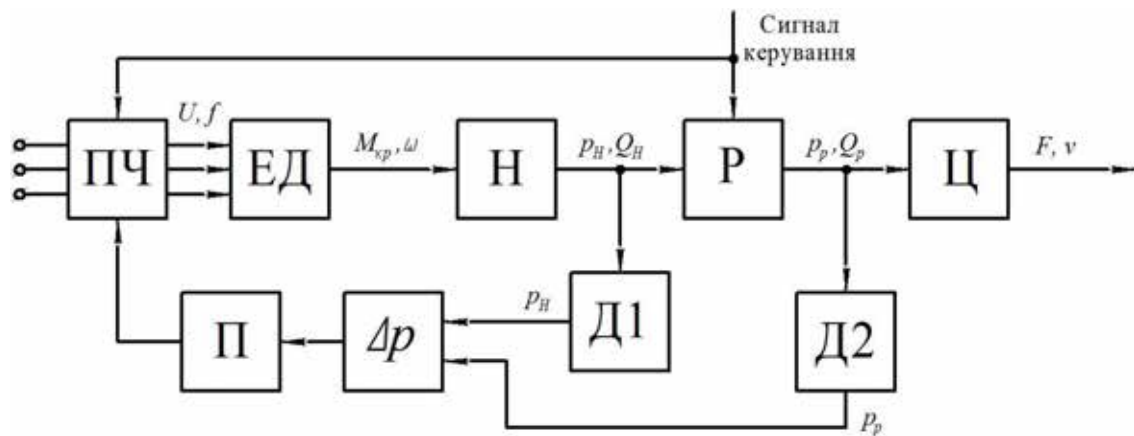


Рис. 1. Структурна схема приводу: ЕД – асинхронний електродвигун; ПЧ – перетворювач частоти; Н – гідронасос; Р – пропорційний гідророзподільник; Ц – виконавчий двигун (гідроциліндр); Д1, Д2 – датчики тиску; П – підсилювач сигналу зворотного зв'язку

3) *виконавчу* або *робочу*, куди входять об'ємні гідродвигуни (на рис. 1 умовно показано один гідроциліндр Ц). В гідроциліндрі Ц гідравлічна енергія рідини перетворюється в механічну енергію вихідної ланки гідроциліндра (поршень у гідроциліндрі виконує зворотно-поступальний рух) і приводиться у дію робочий орган.

Допоміжне обладнання включає підсилювач сигналу зворотного зв'язку П, на який подається сигнал $\Delta p = p_H - p_P$ з датчиків тиску Д1 та Д2.

Сигнал Δp через підсилювач сигналу зворотного зв'язку П подається на перетворювач частоти ПЧ з мікроелектронним керуванням, який за допомогою спеціальних алгоритмів керування змінює напругу U та частоту струму f на обмотках ЕД таким чином, що частота обертання ω вала насоса, а відповідно, і подача насоса Q_H забезпечує швидкість руху поршня гідроциліндра v на заданому сигналом керування рівні незалежно від зміни навантаження F на виконавчому гідроциліндрі Ц.

Широкого застосування знайшло частотне керування електродвигуна при роботі для підтримання постійного тиску (перепаду тиску) або для підтримання постійної витрати. Особливістю запропонованої системи є одночасне забезпечення заданої витрати та підтримування перепаду тиску Δp незалежно від зміни навантаження F , тобто стабілізація швидкості руху маніпулятора, що має найбільші можливості енергозбереження. Однак така система потребує розробки складних мікропроцесорних алгоритмів роботи ПЧ; конструкції пропорційного розподільника із зворотними зв'язками; дослідження процесів в приводі в динамічних режимах.

Висновки

Розроблено структурну схему мехатронного приводу маніпулятора з частотним керуванням приводного асинхронного електродвигуна, яка може бути використана для побудови математичної моделі приводу та його дослідження в різних режимах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перельмутер В. М. Прямое управление моментом и током двигателей переменного тока / В. М. Перельмутер. – Харьков : Основа, 2004. – 210 с.
2. Тихенко В. Н. Разработка гидропривода с регулируемым приводным двигателем насосной установки / В. Н. Тихенко // Промислова гідраліка і пневматика. – 2006. – № 1(11). – С. 84–86.
3. Лурье З. Я. Математическое моделирование гидроагрегата системы смазки с регулируемым шестеренным насосом / З. Я. Лурье, И. М. Федоренко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Прикладная механика. – 2009. – Том 1, № 5(37). – С. 10–19.
4. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора [Електронний ресурс] / Л. Г. Козлов, С. В. Репінський, О. В. Паславська, О. В. Піонткевич // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2017. – № 2. – Режим доступу : <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>.

5. Аналітичне оцінювання ККД об'ємного насоса з частотно-керованим приводним електродвигуном [Електронний ресурс] / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, О. В. Паславська // 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-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2904>.

6. Про можливість підвищення ККД агрегату регульований насос-електродвигун / С. В. Репінський, Л. Г. Козлов, Ю. А. Буренніков, О. В. Паславська // Матеріали VII-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», м. Чернігів, 24-27 квітня 2017 р. – Чернігів : ЧНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 203–205.

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Козлов Леонід Геннадійович – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com;

Паславська Оксана Віталіївна – аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: o.v.paslavska@gmail.com.

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Kozlov Leonid G. – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osna2030@gmail.com;

Paslavska Oksana V. – Ggraduate Student of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: o.v.paslavska@gmail.com.

Н. С. Семічаснова
С. І. Сухоруков
Д. С. Бажак
П. І. Мазур

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ. WEB-ДИЗАЙН

INFORMATION TECHNOLOGIES IN MACHINE-BUILDING. WEB-DESIGN

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджено та зроблено аналіз дизайну сайтів. Запропоновано класифікацію та рекомендації для поліпшення дизайну сайтів, контентів, що забезпечить розробникам та користувачам можливість більш зручного користування та підвищить ефективність роботи.

Ключові слова: Internet, web-дизайн, web-сайт, веб-інтерфейс, контент.

Abstract

Website design is investigated and analyzed. Classification and recommendations are proposed for improving the website design process and the website content, which will increase convenience and provide efficiency for users and developers in their work.

Keywords: Internet, web-design, website, web-interface, content.

Вступ

Вивчення комп'ютерних технологій для машинобудівних спеціальностей не обмежується тільки ролями користувача розрахункових та графічних редакторів. З перших курсів проходить знайомство з поняттям алгоритмізації різноманітних процесів, навичками роботи з інформацією.

Метою роботи є створення алгоритму покращення дизайну сайтів, що дасть змогу розробникам та користувачам забезпечити зручні та ефективні показники в роботі.

Результати дослідження

В сучасному діловому світі без власного сайту не можливо досягти успіху при веденні бізнесу.

Перед початком створення власної сторінки в Internet, необхідно самому зрозуміти, який сайт забезпечить найефективнішу роботу вашого підприємства.

В залежності від того, для чого призначений сайт і які функції він буде виконувати, запропонована класифікація сайтів за характеристиками та складністю. Існують такі види сайтів: сайт-візитка, корпоративний сайт, промо-сайт, сайт-вітрина, інтернет-магазин, тощо.

Крім класифікації сайтів за характеристиками, можна розрізняти веб-сторінки за складністю. Всього існує два види сайтів – статичний і динамічний.

Для більшості відвідувачів функціональність сайту, дизайн, його простота у використанні важливі практично в такій самій мірі, як і інформація в ньому.

Аспектами правильної навігації є простота сайту, пізнавальність, розташування, розміщення реклами, однаковість, посилання, контраст, комфортність, швидкість та орієнтир.

Дизайн сайту (веб-дизайн) – це один з напрямів графічного дизайну. Сайт – це перш за все веб-інтерфейс з різними вимогами.

Масове розповсюдження різних портативних пристроїв, які мають вихід в Інтернет, зробило важливим завдання забезпечення зручності та доступності використання сайтів на невеликих екранах. Актуальним сьогодні є перегляд сайту з мобільних пристроїв.

Висновки

Уміння створювати якісні та динамічні веб-сайти наразі стає однією з найважливіших складових інформаційної культури сучасної людини. Однією з проблем є невідповідність між дизайном та функціональністю сайту.

Головною вимогою до веб-дизайну сайту є зручна навігація. Сайт має бути витриманий в єдиному стилі. Розмір сайту має бути підлаштований, тобто мати однаковий вигляд з різних носіїв. І саме головне, яким би якісним не був ваш сайт, від оформлення контенту залежить успіх вашого підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Пасічник О.В. Веб-дизайн: підручник/ О. В. Пасічник, В. В. Пасічник – Львів: Магнолія. 2006. – 2010. – 520 С.

2.Батурін В.М. Особливості навчання веб-програмування мовою для студентів математиків / В.М. Батурін // Вісник Житомирського державного університету. – 2014. - №1(73). – С.79-83.

Наталія Степанівна Семічаснова – старший викладач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Сухоруков Сергій Іванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця; ssergeii@ukr.net.

Бажак Дмитро Сергійович – студент групи ІІМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Павло Ігорович Мазур – магістрант групи ІІМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Sukhorukov Serhiy I. – Cand. Sc. (Eng.), Ass. Prof. of the Department of Machine-Building Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Semichasnova Nataliya S. – senior lecturer of the Department of Machine-Building Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Bazhak Dmytro S. – student of the Faculty of Machine-Building and Transport, group ІІМ-15b, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Mazur Pavlo I. – student of the Faculty of Machine-Building and Transport, group ІІМ-17m, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ЗАТИСКНИХ ПРИСТРОЇВ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ МЕМБРАННОГО ТИПУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлена комп'ютерна програма, яка дозволяє розраховувати конструктивні параметри затискних пристроїв з пневматичним приводом мембранного типу. Програма містить п'ять варіантів конструктивних схем компоновки затискних пристроїв.

Ключові слова: верстатне пристосування, затискний пристрій, комп'ютерна програма, пневматичний привод.

Abstract

A computer program is presented, which allows to calculate the design parameters of clamping devices with pneumatic actuator membrane type. The program contains five variants of constructive layouts of clamping devices.

Keywords: tool accessories, clamping device, computer program, eccentric, pneumatic drive.

Вступ

Проектування конструкцій верстатних пристосувань передбачає виконання значної кількості розрахунків та креслярської роботи. Розрахунку підлягають сили різання та сили закріплення, значення конструктивних параметрів вибраного затискного пристрою, величина вихідної сили приводу затискного пристрою та інші [1]. Для спрощення проектування часто застосовують типові конструктивні схеми затискних пристроїв, які наведені у літературі та мають визначені аналітичні залежності сили закріплення від конструктивних параметрів. Однак, виконувати такі розрахунки вручну займає достатньо багато часу, а коли ставиться задача порівняння двох чи більше конструктивних схем затискних пристроїв для тої чи іншої конструкції верстатного пристосування, то часу викання розрахунків зростає значно більше [2]. Актуальною є задача спростити процес розрахунку та вибору параметрів затискних пристроїв верстатних пристосувань, що дозволить ефективніше проектувати та експлуатувати верстатні пристосування в умовах зміни виробництва.

Метою роботи є розробка та впровадження у навчальний процес і виробництво програми для автоматизації розрахунків конструктивних параметрів відомих схем затискних пристроїв з пневмоприводом мембранного типу.

Результати дослідження

На основі відомих схем затискних пристроїв, що наведені у літературі [1] авторами розроблено програму «Розрахунок параметрів затискного пристрою з пневмокамерою», що призначена для розрахунку силових параметрів затискних пристроїв, що використовуються у механізмах закріплення деталей верстатних пристосувань (рис. 1) [3].

Програма виконує розрахунок вихідної сили закріплення заготовки у затискному пристрої в залежності від сполучення конструктивних параметрів цього пристрою. Конструктивні параметри вводить користувач, виходячи із заданого технічного завдання та міркувань доцільності. У програмі містяться п'ять найбільш розповсюджених конструктивних схем затискних пристроїв. Після вибору конструктивної схеми з'являється відповідний перелік вхідних даних. Після введення даних результати розрахунку величини вихідної сили, яку розвиває силовий привод у вигляді пневмокамери,

з'являється автоматично в вікні «Результат розрахунку». Для зручності поля з результатами розрахунків містять підписи одиниць вимірювання.

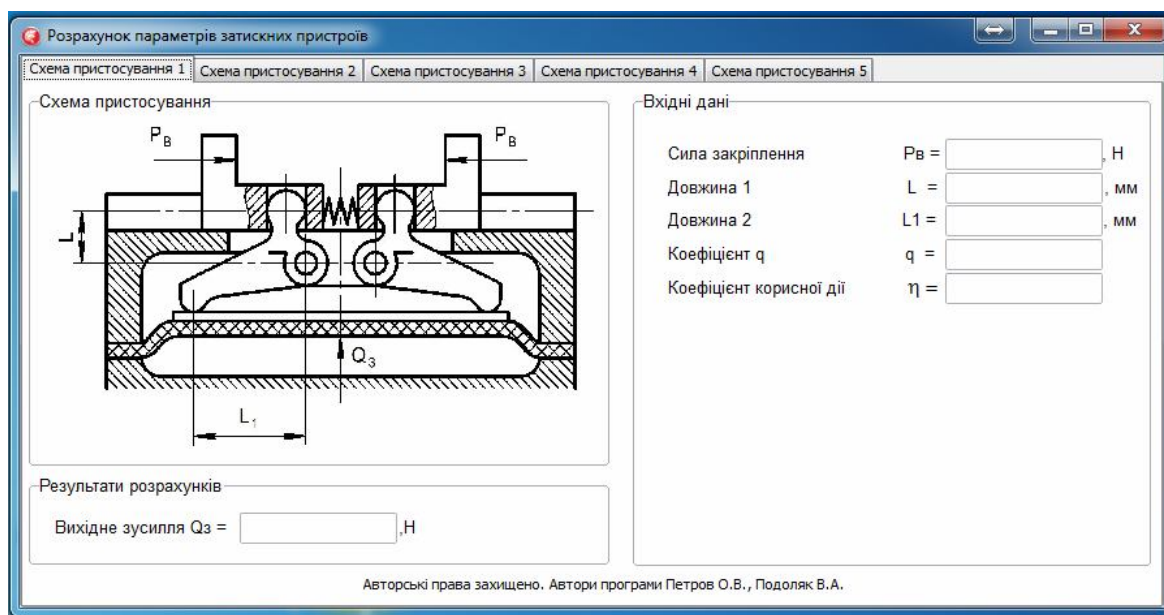


Рис. 1. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів затискних пристроїв з пневматичною камерою

Висновки

Розроблено комп'ютерну програму для визначення вихідної сили закріплення заготовки у затискному пристрої верстатного пристосування з пневмокамерою, що дозволяє зменшити час проектних чи перевірочних розрахунків для умов навчального процесу та потреб реального виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие для студентов вузов машиностроительных спец. / Горохов В. А. – Мн. : Выш. школа, 1986. – 238 с.
2. Петров О.В. Засоби автоматизації розрахунків параметрів затискних пристроїв для технологічних операцій механічної обробки / О. В. Петров, С. І. Сухоруков, М. В. Трофимчук, В. А. Подоляк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки: Науковий журнал. – Хмельницький, 2015. – №6. – С. 29-33.
3. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 67065. Комп'ютерна програма «Розрахунок параметрів затискного пристрою з пневмокамерою» / О.В. Петров, В.А. Подоляк. – Зареєстр. 09.08.2016.

Солецький Дмитро Анатолійович — студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Бондар Олександр Віталійович — студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Буря Віталій Анатолійович — студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Петров Олександр Васильович** — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Soletskyi Dmytro A. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bondar Oleksandr V. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Bura Vitalii A. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Petrov Oleksandr V.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАНОГО ПРИСТОСУВАННЯ З ПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНОЇ ОПЕРАЦІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглядається приклад використання мови програмування Delphi та машинобудівної CAD-системи для розробки і модернізації верстатного пристосування для фрезерної операції технологічного процесу механічної обробки деталі.

Ключові слова: верстатне пристосування, комп'ютерна програма, пневматичний привод.

Abstract

The paper examines the use of the Delphi programming language and the machine-building CAD-system for the development and modernization of the machine tool for the milling operation of the technological process of machining the part.

Keywords: tool accessories, computer program, eccentric, pneumatic drive.

Вступ

Розробка або модифікація вже існуючих пристосувань є одною із сучасних технологічних задач, при вирішенні якої необхідно розрахувати найменшу силу закріплення заготовки, щоб відбувся процес різання [1]. Пристосування з надмірною силою закріплення є не ефективними, оскільки при закріпленні можуть змістити або деформувати деталь під час обробки, що може привести до браку продукції [2].

Актуальною є задача автоматизація процесу розрахунку та виконання креслення заданого верстатного пристосування, в якому закріплюються деталі однотипної конфігурації, що дозволить ефективніше виконувати складальні креслення верстатних пристосувань.

Метою роботи є розробка та впровадження у навчальний процес і виробництво програми для автоматизації розрахунку та проектування верстатного пристосування на заданій операції механічної обробки.

Результати дослідження

Розроблено комп'ютерну програму, яка дозволяє виконувати розрахунок режимів різання, сили закріплення, вибір стандартного пневматичного циліндра та побудову верстатного пристосування для фрезерної операції технологічного процесу механічної обробки деталі в середовищі CAD-системи Компас. Для створення програмного додатку було обрано середовище Delphi, оскільки програма виконана в даному середовищі має графічний інтерфейс, що є більш зрозумілим для користувача [3]. Програма працює за алгоритмом, за яким проходить розрахунок режимів різання, вибір коефіцієнту запасу, необхідної сили затискання та розрахунок параметрів пневмо-приводу. В залежності від початкових даних проводиться розрахунок сили різання при фрезеруванні (рис. 1).

У розділі «Параметри режимів різання» у кожне відповідне поле вводиться подача на зуб S_z (0,04..0,12 мм/зуб), ширина фрезерування B (мм), значення діаметра фрези D (6..40 мм), частота обертання шпинделя n (100..4000 об/хв), кількість зубів фрези z (6..20), глибина фрезерування t (0,3..0,5 мм). Враховуючи матеріали заготовки та ріжучої частини інструмента, вибирається та вводимо коефіцієнти режимів різання. Після введення усіх даних програма розраховує сили різання P_z та P_y .

У розділі «Розрахунок сили різання» (рис. 1, а) вибираються відповідні випадові списки, серед яких необхідно обрати потрібні варіанти для заданої деталі. Після вибору усіх коефіцієнтів програма

розраховує коефіцієнт запасу та, у разі необхідності, корегує його. Щоб отримати необхідне зусилля на штоці пневмоциліндра потрібно задати плечі l_1 та l_2 , згідно обраної схеми закріплення, а також необхідно ввести коефіцієнти тертя.

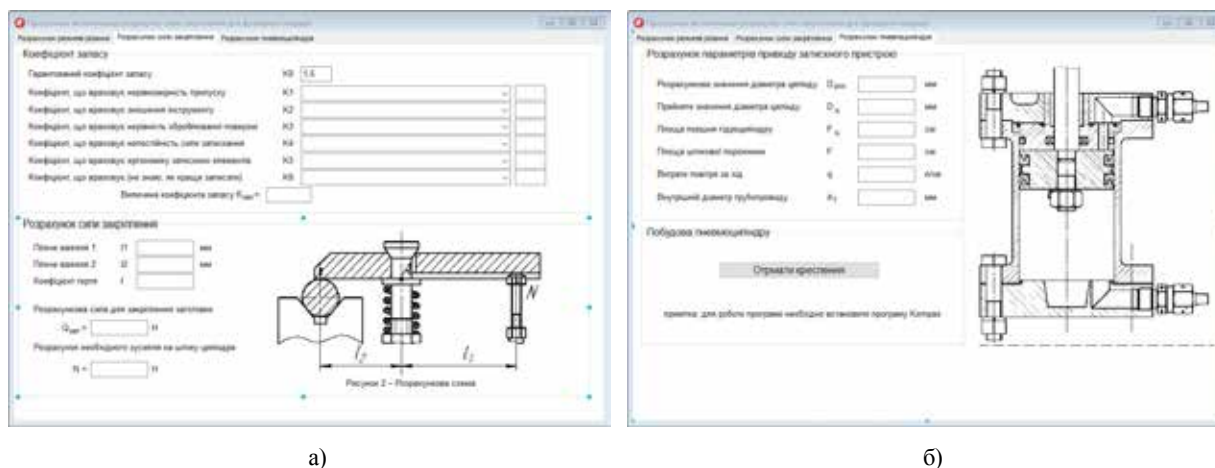


Рис. 1. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів затискних пристроїв з пневматичною камерою

Після введення усіх даних на закладці «Розрахунок пневмоциліндра» (рис. 1, б) буде виконаний розрахунок та вибір пневмоциліндра. Щоб отримати креслення деталі, необхідно натиснути кнопку «Отримати креслення». Після виконання усіх побудов, відкриється CAD-система Компас зі складальним кресленням, що містить розрахований пневмоциліндр.

Автоматична побудова креслення пневмоциліндра за розрахованими параметрами виконується завдяки поєднанню інтерфейсу програми та CAD-системи Компас через додаток Kompas API. Використання в програмному засобі Kompas API для виконання графічних побудов здійснюється за допомогою оголошення в модулі uses бібліотеки ksTLB, що міститься в каталозі SDK CAD-системи Компас. Після підключення даної бібліотеки програма має доступ до функціоналу програми компас і можна виконувати графічні побудови. Наприклад для побудови лінії використовуємо функцію ksLineSeg. Аналогічно можна використати майже всі інструменти, з якими працює CAD-система Компас.

Висновки

Розроблено комп'ютерну програму, що для заданої технологічної операції фрезерування деталі виконує розрахунки параметрів режимів різання, сили закріплення та вихідної сили, що дозволяє не тільки визначити основні конструктивні параметри верстатного пристосування для закріплення деталі, але і, завдяки використанню бібліотеки команд графічних побудов, автоматично виконати креслення спроектованого верстатного пристосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие для студентов вузов машиностроительных спец. / Горохов В. А. – Мн. : Выш. школа, 1986. – 238 с.
2. Сухоруков С.І. Сучасні перспективи розвитку систем автоматизованого проектування технологічної оснастки / С.І. Сухоруков, О.В. Петров, Д.С. Осіпов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки: Науковий журнал. – Хмельницький, 2011. – №6. – С. 156-159.
3. Петров О.В. Інтерфейс обміну даних у середовищі Matlab Simulink для математичного моделювання робочих процесів у гідроприводі, чутливого до навантаження / О.В. Петров, Л.Г. Козлов, С.М. Лозовський, О.С. Дроздов // Вісник Сумського державного університету. Сер. Технічні науки. – 2011. – №3. – С. 103-110.

Петров Олександр Васильович — канд техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

Petrov Oleksandr V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University

Огляд конструкцій врівноважувальних клапанів

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто види гідравлічних клапанів. Проаналізовано конструкції врівноважувальних клапанів та визначено напрямки їх розвитку для гідросистем мобільних машин. Складено математичну модель врівноважувального клапана.

Ключові слова: гідравлічний клапан, врівноважувальний клапан, математична модель.

Abstract

The types of hydraulic valves are considered. The designs of counterbalance valves are analyzed and the directions of their development for hydraulic systems of mobile machines are determined. A mathematical model of a counterbalance valve is made.

Keywords: hydraulic valve, counterbalance valve, mathematical model.

Вступ

В сучасних гідросистемах мобільних машин замінюють дросельну гідроапаратуру на врівноважувальні клапани для керування швидкістю опускання вантажу [1, 2]. Такі клапани відносяться до регулюючих гідравлічних клапанів.

Врівноважувальні клапани більш енергозберігаючі, менше залежать від забруднень мінеральної оливи та мають високу швидкодію в порівнянні з дросельною гідроапаратурою. Конструктивне виконання врівноважувальних клапанів досить різноманітне та представлено у доповіді [3-6].

Складено розрахункову схему та математичну модель врівноважувального клапана фірми «Ponar Wadowice». Математична модель включає: рівняння нерозривності потоків робочої рідини через врівноважувальний клапан в прямому і зворотному напрямку; рівняння рівноваги сил, що діють на золотники врівноважувального клапана. Вибрано конструктивні параметри, що не змінюються в часі, для математичної моделі із креслення врівноважувального клапана. Визначено критерії оптимізації конструкції врівноважувального клапана.

Висновки

Розглянуто види гідравлічних клапанів. Проаналізовано конструкції врівноважувальних клапанів та визначено напрямки їх розвитку. Складено розрахункову схему та математичну модель врівноважувального клапана для подальшої оптимізації його конструкції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Піонткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном [Текст] / О. В. Піонткевич // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 2. – С. 83–90
2. Kozlov L. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive / L. Kozlov, Yu. Burennikov, O. Piontkevych, O. Paslavskaya // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «MECHANIKA 2017». – Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. – P. 195 – 200
3. Каталог Ponar Wadowice S. A.: Инструкция по обслуживанию [Електронний ресурс]. – 2015. – 6 с. Режим доступу: http://www.ponar-silesia.ru/download,2877,UZPHE6_ru.pdf

4. Каталог Bosch Rexroth A.G.: Mobile Hydraulics [Електронний ресурс]. – 2003. – 10 с. Режим доступу: http://www.airlinehyd.com/Images/Hydraulic/RexrothBosch/PDF/Mobile_Hydraulics_0910/MobileProducts/MobileControls/2_ValveModules/re27551_2003-06.pdf
5. Каталог Motion Control Valves: EATON Screw-In Cartridge Valves [Електронний ресурс]. – 2013. – 136 с. Режим доступу: http://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@eaton/@hyd/documents/content/pll_2143.pdf
6. Каталог OLEOSTAR Hydraulic Valves: Тормозные клапаны [Електронний ресурс]. – 2003. – 221 с. Режим доступу: http://www.hydront.ru/files/Overcenter_valves_RUS.pdf

Леонід Геннадійович Козлов — док. техн. наук, професор та завідувач кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Олег Володимирович Пionткевич — інженер кафедри технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua;

Сергій Іванович Котик — студент групи ІІМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Leonid G. Kozlov — Doctor of Engineering, professor and Chair of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Oleh V. Piontkevych — engineer of the Department of Technology and Automation of Machine building, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua;

Sergiy I. Kotyk — student group ІІМ-15b, Faculty of Machine building and Transport Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Ю. А. Буренніков
Ж. П. Дусанюк
С. В. Репінський
О. В. Баденюк
Є. А. Лень

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено повний трифакторний експеримент для побудови математичної моделі залежності шорсткості обробленої діаметральної поверхні деталі «Вал» при точінні від таких параметрів, як швидкість, подача та глибина різання. Адекватність визначеної залежності для розглядуваного діапазону рівнів факторів підтверджена за критерієм Фішера.

Ключові слова: механічна обробка, точіння, шорсткість, планування експерименту, повний факторний експеримент, критерій Фішера.

Abstract

A complete three-factor experiment was performed to construct a mathematical model for the dependence of the roughness of the machined diametrical surface of the «Shaft» part when turning from parameters such as speed, feed and depth of cutting. The adequacy of a certain relationship for the considered range of factor levels is confirmed by the Fisher test.

Keywords: machining, turning, roughness, design of experiments, the full factorial experiment, Fisher test.

Вступ

Шорсткість характеризує якість поверхні та суттєво впливає на експлуатаційні властивості деталей машин. В процесі обробки матеріалів різанням основними факторами, що зумовлюють шорсткість оброблених поверхонь є метод, режими обробки, матеріал деталі, геометрія різальної кромки інструмента, пластичні та пружні деформації матеріалу тощо. Шорсткість залежить від великого числа контрольованих і неконтрольованих факторів. Тому при її дослідженні процес різання доцільно розглядати з ймовірісно-статистичних позицій, а при експериментальних дослідженнях застосовувати методи планування експерименту, що базуються на ідеях математичної статистики [1–4].

Мета роботи – дослідження впливу факторів процесу різання при точінні на шорсткість обробленої діаметральної поверхні деталі «Вал» за допомогою математичного планування експерименту.

Планування експерименту і побудова математичної моделі передбачає вирішення таких завдань: встановлення граничних значень та нульового рівня факторів; вибір матриці планування експерименту; проведення експериментальних дослідів; розрахунок коефіцієнтів та побудова математичної моделі; статистичний аналіз математичної моделі.

Результати дослідження

Розглядається деталь «Вал», зовнішня діаметральна поверхня якої обробляється точінням на токарному верстаті. Аналізується вплив наступних факторів: швидкості v , подачі S і глибини t різання на шорсткість обробленої поверхні Ra .

Всі вибрані фактори відповідають наступним обов'язковим вимогам: керованості, незалежності та сумісності по відношенню один до одного.

Вибрані фактори ν , S , t відповідно позначено через x_1 , x_2 , x_3 . Перед початком експериментальних дослідів вибрано основні рівні та інтервали варіювання факторів, які наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Кодові значення рівнів факторів

Рівні факторів	Кодове позначення	ν , м/хв	S , мм/об	t , мм
		x_1	x_2	x_3
Основний	0	102,7	0,45	2,55
Інтервал варіювання		53,7	0,35	2,45
Верхній	+	156,4	0,8	5,0
Нижній	–	49	0,1	0,1

Зв'язок між кодованим та дійсним значенням фактора задається виразом

$$x_i = (\tilde{x}_i - x_{i0}) / \Delta x_i, \quad (1)$$

де x_i – кодове значення i -го фактора; $\tilde{x}_i$ – натуральне значення i -го фактора; x_{i0} – початковий (основний) рівень фактора; $\Delta x_i = (x_{i\max} - x_{i\min}) / 2$ – інтервал варіювання i -го фактора. Тут $x_{i\max}$ і $x_{i\min}$ – поточні значення верхнього і нижнього рівнів i -го фактора.

Прийняту в якості параметра оптимізації шорсткість Ra позначено через y . Для оцінки впливу обраних факторів на параметр оптимізації і математичного опису розглядуваного процесу в якості моделі використано поліном виду

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3. \quad (2)$$

Для проведення експерименту прийнято матрицю планування, в якій рядки відповідають різним незалежним дослідом, а стовпці – рівням факторів.

Матриця планування повного трифакторного експерименту та результати дослідів показано в табл. 2.

Таблиця 2 – Матриця планування і результати дослідів

Номер дослідів	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	$\bar{y}$
1	+1	–	–	–	+	+	+	–	3,193
2	+1	+	–	–	–	–	+	+	0,633
3	+1	–	+	–	–	+	–	+	6,277
4	+1	+	+	–	+	–	–	–	2,507
5	+1	–	–	+	+	–	–	+	3,217
6	+1	+	–	+	–	+	–	–	1,250
7	+1	–	+	+	–	–	+	–	12,493
8	+1	+	+	+	+	+	+	+	6,327

При виконанні плану експерименту з метою підвищення точності заміру величини шорсткості обробленої поверхні (параметра оптимізації) проведено 3 паралельних дослідів при незмінних режимах та обчислене середнє значення.

За результатами дослідів розраховано дисперсію паралельних дослідів S_j^2 , дисперсію відтворюваності $S^2(y)$ та коефіцієнти математичної моделі (2).

Після розрахунку всіх коефіцієнтів і їх підстановки в рівняння (2) отримано

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3 =$$

$$= 4,487 - 1,808x_1 + 2,414x_2 + 1,335x_3 - 0,676x_1x_2 - 0,225x_1x_3 + 1,174x_2x_3 - 0,374x_1x_2x_3. \quad (3)$$

Перевірку статистичної значущості коефіцієнтів виконано за критерієм Стюдента [2, 3]. Розрахунки показали, що в рівнянні (3) статично незначущих коефіцієнтів немає.

Тоді рівняння (3) можна записати у розгорнутому вигляді з використанням натуральних значень факторів

$$Ra = 4,487 - 1,808 \frac{v-102,7}{53,7} + 2,414 \frac{S-0,45}{0,35} + 1,335 \frac{t-2,55}{2,45} - 0,676 \left(\frac{v-102,7}{53,7} \right) \left(\frac{S-0,45}{0,35} \right) -$$

$$- 0,225 \left(\frac{v-102,7}{53,7} \right) \left(\frac{t-2,55}{2,45} \right) + 1,174 \left(\frac{S-0,45}{0,35} \right) \left(\frac{t-2,55}{2,45} \right) - 0,374 \left(\frac{v-102,7}{53,7} \right) \left(\frac{S-0,45}{0,35} \right) \left(\frac{t-2,55}{2,45} \right), \quad (4)$$

Адекватність отриманого рівняння перевірено за критерієм Фішера [2, 3].

Висновки

1. Проведено повний трифакторний експеримент і побудовано математичну модель залежності шорсткості Ra діаметральної поверхні деталі «Вал» при точінні на токарному верстаті від таких параметрів, як швидкість v , подача S і глибина t різання.

2. Отримана математична модель підтверджує значущість впливу вибраних факторів $v(x_1)$, $S(x_2)$ і $t(x_3)$, а також ефектів їх взаємодії.

3. Виявлено, що зі збільшенням подачі S та глибини різання t шорсткість обробленої поверхні зростає, оскільки коефіцієнти b_2 і b_3 вийшли додатними. При цьому більший вплив в діапазоні вибраних рівнів варіювання факторів має подача S ($b_2 > b_3$).

При збільшенні швидкості різання v шорсткість обробленої поверхні зменшується (коефіцієнт b_1 – від’ємний), але вплив цього фактора менш значний, ніж вплив подачі S , але більш значний ніж вплив глибини різання t , оскільки $b_3 < b_1 < b_2$.

4. Адекватність визначеної залежності для розглядуваного діапазону рівнів факторів підтверджена за критерієм Фішера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базаров Б. М. Основы технологии машиностроения : Учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с.
2. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.
3. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 280 с.
4. Грановский Г. И. Обработка результатов экспериментальных исследований резания металлов / Г. И. Грановский. – М. : Машиностроение, 1982. – 112 с.

Бурсенніков Юрій Анатолійович – канд. техн. наук, професор, декан Факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Баденюк Олексій Васильович – студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Лень Євгеній Анатолійович – студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Buriennikov Yurii A. – Cand. Sc. (Eng), Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Badenyuk Oleksii V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Len Yevhenii A. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Ю. А. Буренніков
С. В. Репінський
В. Ю. Андрусишен
А. О. Захарченко
М. В. Цекот

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ГІДРОДВИГУНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено комп'ютерну програму, яка дозволяє розрахувати основні параметри гідравлічного двигуна, зокрема гідроциліндра або гідромотора, за заданими вхідними даними навантаження, робочого тиску в гідроприводі та коефіцієнтів, що враховують втрати тиску в гідросистемі та втрати на тертя в гідродвигуні. Програма має зручний інтерфейс, містить набір довідникових даних і може бути корисна інженерам, студентам для розрахунків у сфері гідравліки та гідроприводу.

Ключові слова: об'ємний гідропривод, виконавчий контур, гідродвигун, гідроциліндр, комп'ютерна програма.

Abstract

A computer program has been developed that allows calculating the main parameters of a hydraulic motor, in particular a hydraulic cylinder or hydraulic motor, according to the input load data, working pressure in the hydraulic drive, and coefficients that take into account the pressure loss in the hydraulic system and the friction losses in the hydraulic motor. The program has a convenient interface, contains a set of reference data and can be useful to engineers, students for calculations in the field of hydraulics and hydraulic drive.

Keywords: volumetric hydraulic drive, executive circuit, hydraulic engine, hydraulic cylinder, hydraulic motor, computer program.

Вступ

Гідравлічний привод отримав широке розповсюдження в машинобудуванні. Гідравлічним приводом оснащено самі різноманітні мобільні машини та технологічне обладнання.

Широке розповсюдження гідравлічного приводу потребує покращення підготовки спеціалістів, що займаються проектуванням, виготовленням, експлуатацією та ремонтом машин і обладнання з гідравлічним приводом. Виконання учбового процесу та курсової роботи з дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» сприяє вирішенню цього завдання [1–4].

Метою роботи є розробка комп'ютерної програми, призначеної для автоматизації розрахунку параметрів гідравлічного двигуна за заданими вхідними даними і буде корисною для інженерів, студентів для розрахунків у сфері гідравліки та гідроприводу, зокрема при виконанні курсової роботи з дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи».

Результати дослідження

Гідродвигун разом із насосом є основним агрегатом, який входить до складу виконавчого контуру гідроприводу і призначається для перетворення потоку гідравлічної енергії, що утворюється насосом, в механічну з параметрами, необхідними для ефективного функціонування технологічної машини. Основна частина гідродвигунів належить до одного з двох типів: гідродвигуни поступального руху – гідроциліндри; гідродвигуни обертального руху – гідромотори.

Рекомендації та алгоритм розрахунку параметрів і вибору гідродвигунів для виконавчого контуру гідроприводу наведено в [1–3].

Розроблена комп'ютерна програма «Розрахунок параметрів гідродвигуна» призначена для розрахунку основних параметрів гідравлічного двигуна, зокрема гідроциліндра або гідромотора, за

заданими вхідними даними навантаження, робочого тиску в гідроприводі та коефіцієнтів, що враховують втрати тиску в гідросистемі та втрати на тертя в гідродвигуні.

Після запуску комп'ютерної програми «Розрахунок параметрів гідродвигуна» необхідно обрати вкладку – «Розрахунок параметрів гідроциліндра» або «Розрахунок параметрів гідромотора».

При виборі вкладки «Розрахунок параметрів гідроциліндра» (рис. 1) необхідно внести такі вхідні дані: навантаження на шток гідроциліндра; коефіцієнт, який визначає несиметричність гідроциліндра; коефіцієнт, який визначає втрати тиску в гідросистемі; коефіцієнт, який визначає втрати на в'язке та сухе тертя в гідроциліндрі; робочий тиск в гідроприводі, значення якого програма запропонує автоматично залежно від навантаження на шток. На виході отримуються дані про розрахунковий діаметр поршня гідроциліндра; стандартне значення діаметра поршня; ефективна площа поршня; розрахунковий діаметр штока; стандартне значення діаметра штока; площа поршня зі сторони штока. В програмі є можливість самостійно задавати стандартні значення діаметрів поршня та штока гідроциліндра з автоматичним перерахунком залежних параметрів.

Розрахунок параметрів гідродвигуна

Розрахунок параметрів гідроциліндра Розрахунок параметрів гідромотора

Вхідні дані

Навантаження на шток гідроциліндра, F_{Tmax} 45 кН

Коефіцієнт k_{ζ} , який визначає несиметричність гідроциліндра
($k_{\zeta} = 0,5 \dots 0,85$, менші значення брати при роботі штока на стиск) 0,7

Коефіцієнт k_p , який визначає втрати тиску в гідросистемі
(рекомендовано $k_p = 0,10 \dots 0,25$) 0,15

Коефіцієнт k_b , який визначає втрати на в'язке та сухе тертя в гідроциліндрі
(рекомендовано $k_b = 0,08 \dots 0,15$) 0,1

Робочий тиск в гідроприводі, p_{1p} 16 МПа

Вихідні дані

Розрахунковий діаметр гідроциліндра, $D_{\zeta \text{ роз}}$ 66.342 $\times 10^{-3} \text{ м}$

Стандартне значення діаметра гідроциліндра, $D_{\zeta \text{ ст}}$ 80 $\times 10^{-3} \text{ м}$

Ефективна площа поршня, S_1 5026.548 $\times 10^{-6} \text{ м}^2$

Розрахунковий діаметр штока, $d_{\text{ш роз}}$ 43.818 $\times 10^{-3} \text{ м}$

Стандартне значення діаметра штока, $d_{\text{ш ст}}$ 50 $\times 10^{-3} \text{ м}$

Площа поршня зі сторони штока, S_2 3063.053 $\times 10^{-6} \text{ м}^2$

Параметри гідроциліндра:

$F_{Tmax} = 45$ кН; $p_p = 16$ МПа;
 $D_{\zeta} = 80$ мм; $d_{\text{ш}} = 50$ мм.

Рис. 1. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів гідроциліндра

При виборі вкладки «Розрахунок параметрів гідромотора» (рис. 2) необхідно внести такі вхідні дані: крутний момент на валу гідромотора; коефіцієнт, який визначає втрати тиску в гідросистемі; коефіцієнт, який визначає втрати на в'язке та сухе тертя в гідромоторі; робочий тиск в гідроприводі, значення якого програма запропонує автоматично залежно від крутного моменту. На виході отримуються дані про розрахунковий робочий об'єм гідромотора.

Розрахунок параметрів гідродвигуна

Розрахунок параметрів гідроциліндра Розрахунок параметрів гідромотора

$M_{кр}$ q_m

Вхідні дані

Крутний момент на валу гідромотора, $M_{кр \max}$ 25 Н*м

Коефіцієнт k_p , який визначає втрати тиску в гідросистемі (рекомендовано $k_p = 0,10 \dots 0,25$) 0,15

Коефіцієнт k_{bm} , який визначає втрати на в'язке та сухе тертя в гідромоторі (рекомендовано $k_{bm} = 0,08 \dots 0,15$) 0,1

Робочий тиск в гідроприводі, p_{1p} 6,3 МПа

Вихідні дані

Розрахунковий робочий об'єм гідромотора, $q_{m \text{ роз}}$ 32.267 см³

Параметри гідромотора:

$M_{кр \max} = 25$ Н*м;
 $p_p = 6,3$ МПа;
 $q_{m \text{ роз}} = 32.267$ см³.

Рис. 2. Інтерфейс програми для розрахунку параметрів гідромотора

Висновки

Розроблено комп'ютерну програму, яка дозволяє розрахувати основні параметри гідравлічного двигуна, зокрема гідроциліндра або гідромотора, за заданими вхідними даними навантаження, робочого тиску в гідроприводі та коефіцієнтів, що враховують втрати тиску в гідросистемі та втрати на тертя в гідродвигуні. Програма має зручний інтерфейс, містить набір довідникових даних і може бути корисна інженерам, студентам для розрахунків у сфері гідравліки та гідроприводу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Немировский И. А. Расчет гидроприводов технологических машин / И. А. Немировский, Н. Г. Снисарь. – К. : Техника, 1992. – 181 с.
2. Буренніков Ю. А. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи : навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, І. А. Немировський, Л. Г. Козлов. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 273 с.
3. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи. Курсове проектування для студентів напрямів підготовки 6.050502 – «Інженерна механіка», 6.050503 – «Машинобудування» : навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, Л. Г. Козлов, В. П. Пурдик, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 238 с.
4. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи, гідропневмоавтоматика : лабораторний практикум / Ю. А. Буренніков, О. В. Дерібо, Л. Г. Козлов, В. П. Пурдик, С. В. Репінський. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 100 с.

Буренніков Юрій Анатолійович – канд. техн. наук, професор, декан Факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Андрусишен Вячеслав Юрійович – студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Захарченко Артем Олександрович – студент групи ІПМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Цекот Михайло Володимирович – студент групи ІПМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Buriennikov Yurii A. – Cand. Sc. (Eng), Professor, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Repinskyi Serhii V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: repinskyisv@gmail.com;

Andrusyshen Viacheslav Yu. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Zakharchenko Artem O. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Tsekot Mykhailo V. – Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

МЕХАНОТРОННИЙ ГІДРОПРИВОД МОБІЛЬНОЇ МАШИНИ «БОРЕКС 2102»

Винницький національний технічний університет

Анотація

Наведено гідропривод на базі регульованого насоса, пропорційних клапанів та контролера. Гідропривод забезпечує високу точність роботи та економічність

Annotation

A hydraulic drive is provided on the basis of a regulated pump of proportional valves and a controller. The hydraulic actuator ensures high precision and economy

Keywords: *hydraulic drive, pumps, proportional valves, efficiency, high accuracy.*

Актуальним питанням на сьогоднішній день є розробка ефективних гідроприводів мобільних робочих машин, що широко застосовуються в будівництві, сільському господарстві та транспорті. Задача мінімізації непродуктивних втрат потужності при роботі гідродвигунів в регульованих режимах та підвищення точності роботи може бути розв'язана в разі застосування гідроприводів на базі регульованого насоса та пропорційних гідророзподільників. Додаткові можливості для забезпечення необхідних законів регулювання рухом гідродвигунів та мінімізації непродуктивних втрат потужності з'являються у разі застосування схем з регулюванням параметрів потоків як на вході, так і на виході гідродвигуна. Керування окресленими процесами в гідроприводах зазначених вище здійснюється за рахунок контролерів [1,2,3,4].

На рис. 1 подано механотронний гідропривод на основі двох насосів, секційних гідророзподільників та контролера. Схема включає регульований насос 1, нерегульований насоса 2, гідророзподільник 3 з п'ятьма робочими секціями та гідророзподільник 4 з чотирма робочими та однією запобіжно-переливною секціями. До робочих секцій гідророзподільників підключені гідродвигуни 22–33. В кожній робочій секції розміщується пропорційний розподільний золотник, гальмівний клапан, датчик тиску та датчик положення. В запобіжно-переливній секції 5 розміщено переливний клапан 6 та сервоклапан 7. Регульований насос 1 має регулятор, в який входить золотник 8 та сервоклапан 9. Систему датчиків тиску та положення, електромагнітів, релейних розподільників та пропорційні електромагніти регулятора насоса та запобіжно-переливного клапана поєднує контролер 10.

Працює удосконалена система керування гідроприводами наступним чином. При відключених гідродвигунах всі пропорційні розподільні золотники знаходяться в нейтральних позиціях, сигнали i_{hi} від датчиків положення та сигнали i_{pi} від датчиків тиску на контролер 10 не надходять. Контролер 10 подає на сервоклапан 7 сигнал $U_{m2} = 0$, а на сервоклапан 9 сигнал $U_{m1} = U_{m1_{\min}}$. При подачі на сервоклапан 7 сигналу $U_{m2} = 0$ переливний клапан 6 перепускає всю витрату Q_{n2} від насоса 2 в бак під незначним тиском $p_{n2} = 1,0$ МПа. При подачі на сервоклапан 9 сигналу $U_{m1} = U_{m1_{\min}}$ регульований насос подає в привод незначну витрату $Q_{n1_{\min}}$, яка під тиском $p_{n1} = 1,7$ МПа, компенсує витоки в гідророзподільниках та забезпечувати роботу регулятора насоса.

При включенні в роботу одного з гідророзподільників, наприклад робочої секції 11, до контролера 10 поступають сигнали i_{hi} , i_{pi} від датчика положення 12 та датчика тиску 13. При цьому контролер 10 генерує на виході сигнали U_1 та U_{m1} . Сигнал U_1 поступає на релейний розподільний золотник 14

і забезпечує комутацію регульованого насоса через робочу секцію 11 з гідродвигуном 22. Сигнал U_{m1} , величина якого пропорційна величині тиску p_{c1} на вході гідродвигуна подається до сервоклапана 9. При цьому забезпечується такий режим роботи регульованого насоса, що тиск p_{n1} на його виході буде пропорційним величині тиску p_{c1} на вході гідродвигуна 22, а значить і величині навантаження на нього. Витрата Q_{n1} насоса 1, а значить і швидкість руху гідродвигуна 22 при цьому визначається величиною h_1 відкриття робочого вікна пропорційного розподільного золотника 15. Величина швидкості руху гідродвигуна не залежить від величини навантаження на нього.

При зміні напрямку дії навантаження на гідродвигуні в роботу включається гальмівний клапан 16, який разом із регульованим насосом 1 забезпечують контроль руху гідродвигуна. При цьому тиск p_{c1} на вході в гідродвигун визначається пружиною гальмівного клапана і становить величину 1,0...1,2 МПа. При попутному навантаженні на гідродвигуні величина швидкості руху гідродвигуна визначається величиною відкриття h_1 робочого вікна пропорційного розподільного золотника 15, та забезпечується її незалежність від величини попутного навантаження. У випадку, коли при працюючому гідродвигуні 22 включається пропорційний розподільний золотник 17, то сигнали i_{h2} від кінцевого вимикача 18 та i_{p2} від датчика тиску 19 надходять до контролера 10. Контролер 10 генерує сигнали U_{m2} та U_2 . Сигнал U_2 поступає до релейного розподільного золотника 20, який забезпечує підключення гідродвигуна 23 до нерегульованого насоса 2. Сигнал U_{m2} поступає до сервоклапана 7 запобіжно-переливної секції 5 і переливний клапан 6 забезпечує перепуск надлишку витрати Q_{n2} від насоса 2 в бак. Інша частина витрати Q_{n2} , яка пропорційна величині відкриття робочого вікна h_2 пропорційного розподільного золотника 17 поступає до гідродвигуна 23, приводячи його до руху. Швидкість руху гідродвигуна 23 залежить від величини відкриття h_2 робочого вікна пропорційного розподільного золотника 17 та не залежить від величини зустрічного навантаження на гідродвигуні 23. Тиск p_{n2} на виході насоса 2 пропорційний величині тиску на вході в гідродвигун 23, а значить і величині навантаження на нього. При виникненні супутнього навантаження на гідродвигуні 23 гальмівний клапан 21 разом із сервоклапаном 7 та переливним клапаном 6 забезпечують контроль руху гідродвигуна 23. При цьому тиск p_{c2} на вході в гідродвигун 23 становить величину 1,0 МПа, а швидкість руху гідродвигуна 23 підтримується стабільною, незалежно від величини навантаження на нього. Таким чином в системі гідроприводів забезпечується суміщення роботи двох гідродвигунів при мінімізації втрат потужності.

При виборі оператором двох інших гідродвигунів, що працюють в режимі суміщення сигнали i_{hi} , i_{hj} , i_{pi} , i_{pj} від відповідних датчиків положення та датчиків тиску будуть надходити до контролера, який генерує сигнали U_1 , U_2 , U_{m1} , U_{m2} , що забезпечать комутацію вибраних оператором гідродвигунів з насосом у відповідності до алгоритму переключення за яким працює контролер.

В якості контролера використана модель SIPLUS S7-300, яка включає процесор типу CPU 313-C (блок 34) із вбудованим джерелом живлення, 24 дискретних входа та 24 дискретних вихода. Контролер додатково оснащений блоками аналогових входів 7HF01-1AB0 та 7KB12-DAB0 (позиції 37, 38), що дозволяють обробляти до 10 аналогових сигналів від датчиків встановлених в системи приводів, а також блоком аналогових виходів (позиція 40) типу 6HB01-1AB1, який формує сигнали U_{m1} та U_{m2} для корегування електромагнітними регуляторів.

Висновок

Запропонований механотронний гідропривод забезпечує високу точність керування швидкістю руху робочих органів за рахунок введення пропорційного керування, а також високу економічність роботи за рахунок використання регульованого насоса, що керується від контролера.

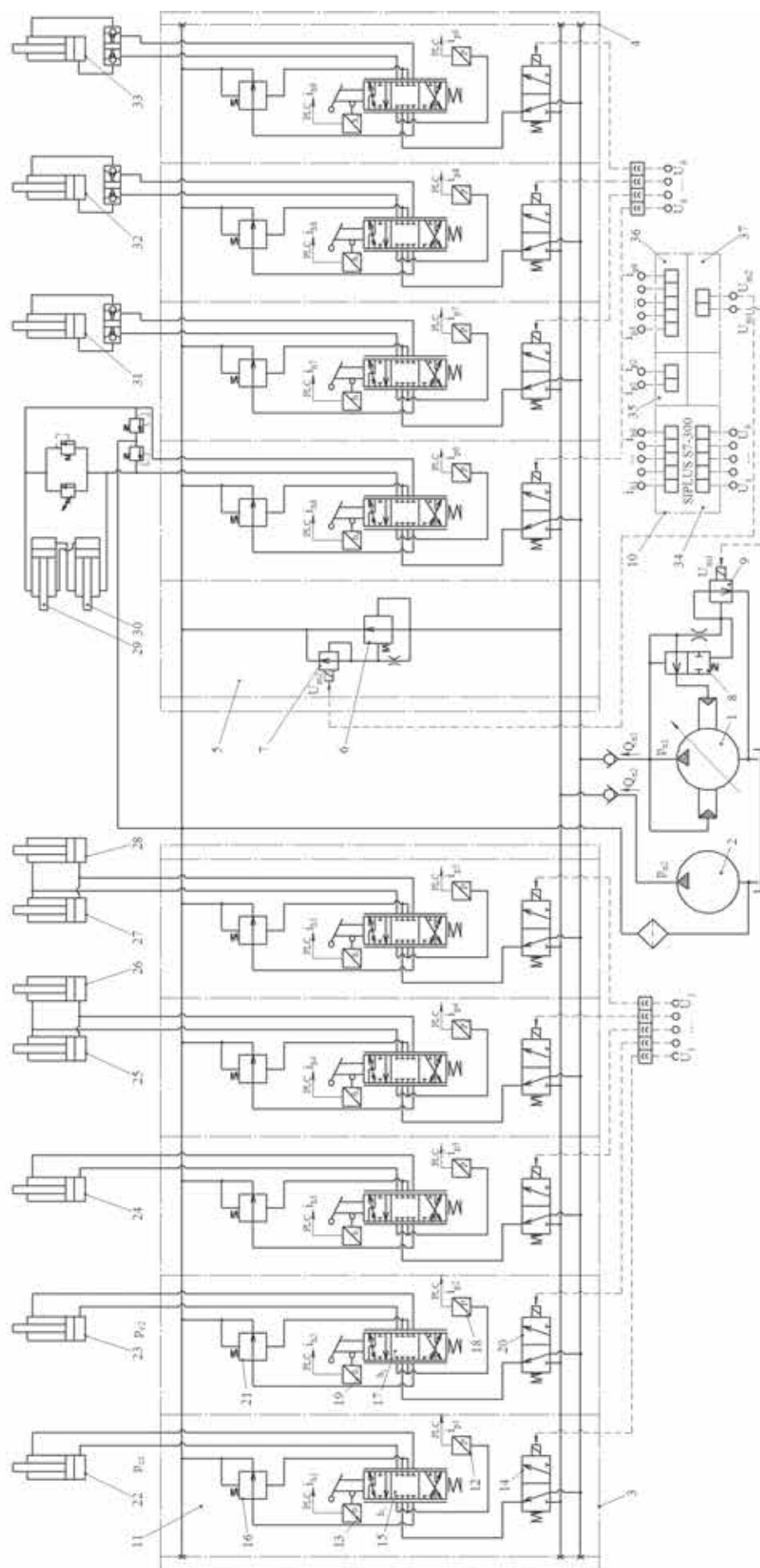


Рис. 1. Механотронний гідропривод мобільної машини «БОРЕКС 2102»

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильев Л. В. Современные требования к гидросистемам сельскохозяйственных тракторов / Л. В. Васильев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. – №1. – С. 20 – 25.
2. Гідравлічний привод підйомно-транспортних машин: навч. посібник / О. В. Григоров. – К.: НМК ВО, – 1993. – 176 с.
3. Пелевін Л. Є. Гідро- та пневмоприводи будівельних машин: підручник за спец. "Підйомно- транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання" / Л. Є. Пелевін [та ін.]. – К.: КНУБА, 2000. – 287 с.
4. Axial-Piston Variable Pump A10VS0: Catalog RA 92714-A/06.11 of Bosch Rexroth Corp. [Electronic resource]. – Mode of access: URL: http://www.boschrexroth.com/RDSearch/rd/r_a-92714/raa-92714_2011-06.pdf. – Title from the screen

Козлов Леонід Геннадійович, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, osna2030@gmail.com

Kozlov Leonid, doctor of engineering sciences, associate professor, manager of department of technologies and automation of engineer, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya, osna2030@gmail.com

Поліщук Олександр Володимирович, студент Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Polischuk Olexandr, student, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРУЖИННО-ЗАТВОРНОГО МЕХАНІЗМУ ПІСТОЛЕТУ «ФОРТ-17»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто доцільність виготовлення затвору пістолету "ФОРТ 17" за технологією інжекційного лиття металів. Визначено основні переваги й недоліки такої технології та поставлено задачу для подальших досліджень.

Ключові слова: пістолет, МІМ технологія, затвор.

Abstract

Considered the expediency of manufacturing the shutter of the FORT 17 gun on the technology of injection molding of metals. The main advantages and disadvantages of such technology are determined and the task for further research is set.

Keywords: gun, MIM technology, shutter.

На сьогоднішній день виготовлення зброї з полімерів є досить актуальною темою. Застосування такої технології дає змогу витратити на виготовлення частин зброї менше матеріалу та економити час. Провідні компанії та фірми по виготовленні зброї вкладають великі капітали у розвиток цієї технології.

Основним напрямом виготовлення частин зброї є МІМ технологія. Частини та деталі, які виготовленні за даною технологією, по своїм характеристикам не поступаються аналогічним деталям, виготовленим традиційними способами (фрезерування, точіння, штампування та ін.) з цільно-металевого бруска металу.

У пістолеті «ФОРТ-17» використовується затвор вільного типу, при якому подовжньо-ковзний затвор не зчеплений з нерухомим стволом, а його відхід назад при пострілі сповільнюється за рахунок тертя стінок гільзи о патронник і великою масою самого затвора. Вільний затвор конструктивно простіший за будь-який інший тип замикання ствола. Проте для нього характерні такі істотні недоліки, як зайва маса зброї, схильність до високого темпу стрільби і збільшення коливань зброї при стрільбі чергами за рахунок швидкого зворотно-поступального руху масивного затвора і його ударів в крайніх положеннях, що також сприяє прискореному зносу зброї.

На даний момент у пістолеті «ФОРТ-17» рамка пістолету виготовляється з армованого пластику (полімеру). Це дає ряд переваг, серед яких є зниження часу виготовлення, зменшення витрат на матеріали, зниження навантаження на верстати з ЧПК, зменшення ваги пістолету, а також зниження вартості готового виробу. Всі інші деталі виготовляються з збройової сталі. Для виготовлення затвору звичайними методами (механічна обробка заготовки) потрібно мати заготовку призматичної форми, яку обробляє верстат. Такий метод виготовлення є досить витратним, оскільки більша половина матеріалу переходить у стружку. Також, зношення інструменту призводить до збільшення похибок під час обробки, в результаті чого потрібно додатково витратити кошти для відновлення працездатного стану інструменту.

Виготовлення затвору за допомогою технології МІМ, дозволить заощадити кошти на матеріал. Також, даний метод дозволяє зменшити час виготовлення в рази, оскільки за допомогою верстатів з ЧПК неможливо досягти високої швидкості виготовлення такої складної деталі як затвор. Після закінчення виготовлення технологією МІМ, не потрібно додатково обробляти поверхні даної деталі, окрім зрізу ливника після заливки полімера. В результаті чого, відпадає необхідність у додаткових витратах на інструменти для обробки. Також, одна форма може використовуватись для виготовлення до тисячі затворів без зниження якості та точності.

Затвор пістолета являється такою деталлю, яка піддається різкому навантаженню. Коли починається процес пострілу, затвор через дно гільзи за допомогою порохових газів, відштовхується

назад, а куля, покинувши корпус гільзи, починає рух по каналу ствола. В цей час затвор отримує різкий удар. Коли починається рух назад, він штовхає розділювач, в наслідок чого відбувається роз'єднання спускової тяги і шептала. Курок через тиск на нього з боку затвору, зачіпляє бойовий виступ шептала, і після цього фіксується в зведеному положенні. Продовжуючи рух назад, затвор за допомогою екстрактора чіпляє стріляну гільзу і, вдаряючись об ежектор, викидає її через вікно затвора. В даний момент виникає різке зростання навантаження на окрему частину затвора, та відбувається удар об ежектор. Після цього починається зворотний рух затвора вперед, яке забезпечується за рахунок поворотної пружини. На цьому етапі затвор чіпляє новий патрон і посилає його в патронник, після чого канал ствола закривається дзеркалом затвора. Знову виникає ударне навантаження на окремі частини деталі.

На жаль, вироби виготовленні за даною технологією мають суттєвий недолік. Деталі не витримують короткочасного та різкого збільшення навантаження, а також ударів. Після них, як правило, утворюються мікротріщини та сколи, в місцях удару, які далі поширюються по виробу. Оскільки в роботі затвору є удари та діють великі сили, то потрібно не просто виготовити його, а й частково змінити конструкцію. Наприклад для зменшення сили удару, пропонується додати конструктивний елемент, для збільшення товщини деталі в місцях удару. Таке рішення підвищить міцність всього елемента та не дасть розламатись деталі. Також можна підібрати оптимальну масу затвору, щоб не було сильного удару по деталях. Розрахувавши силу зворотної пружини до оптимального показника, дозволить ще сильніше погасити сили, які виникають під час пострілу.

Основними перевагами виготовлення затвору за допомогою технології МІМ є:

1. Висока точність форми і розмірів.
2. Високий коефіцієнт використання матеріалу, який досягає 0,97.
3. Висока продуктивність процесу в порівнянні з металообробкою і литтям за виплавними моделями.
4. Відсутність додаткової обробки для підвищення точності деталі.
5. Можливість повної автоматизації виробництва з підключенням додаткового устаткування.
6. Гнучкість структури, матеріалів та мікроструктури.
7. Висока якість спеченої поверхні.

Недоліками виготовлення затвору цією технологією будуть:

1. Виготовлення буде доцільним, якщо маса затвору буде до 300г, програма випуску понад 20000 деталей, а товщина стінки буде становити не більше 15мм.
2. Висока вартість обладнання для виготовлення.
3. Сильне забруднення навколишнього середовища, оскільки використовуються високотоксичні матеріали під час попереднього спікання.
4. Площа поперечного розрізу обмежена потужністю машини.
5. Крихкість і ламкість під дією різних напружень.
6. Максимальна довжина обмежена прес-формою.

Таким чином, виготовлення затвору пістолету "ФОРТ 17" за МІМ технологією є перспективним та вимагає оптимізації форми і маси затворного механізму.

Федчишин Сергій Русланович - студент гр. ІПМ-17м, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sera.2010s@gmail.com

Савуляк Віктор Валерійович — к.т.н., доцент, доцент кафедри технології та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Fedchishin Serhiy Ruslanovich - student gr. IPM-17m, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sera.2010s@gmail.com

Savulyak Victor V. — Associated Professor, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПОРЦІЙНОГО НЕЗАЛЕЖНОГО КЕРУВАННЯ ПОТОКАМИ НА ВХОДІ ТА ГІДРОДВИГУНА В МОБІЛЬНИХ МАШИНАХ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто гідропривод на базі пропорційним електрогідравлічним розподільником з незалежним керуванням потоків та особливості керування на вході та виході гідродвигуна.

Ключові слова: електрогідравлічний розподільник, незалежне керування.

Abstract

The hydraulic drive which the based on electro-hydraulic directional control valve with independent flow control and also specific of control at the inlet and outlet of a hydraulic motor have been investigated.

Keywords: electro-hydraulic directional control valve, independent flow control.

Вступ

Мобільні машини на основі гідропривода (ГП), такі як навантажувачі, екскаватори, гідроманіпулятори тощо розповсюджені у всіх галузях виробництва. Робота таких машин нерідко пов'язана зі значними змінами величини навантаження як по амплітуді, так і по напрямку, і однією з основних задач гідроапаратури гідроприводу є забезпечення керованості робочих органів (РО) та їх чіткого спрацювання незалежно від змін навантаження в усіх режимах роботи.

Метою роботи є дослідження особливостей різнотипного дросельного керування РО за допомогою розробленого пропорційного електрогідравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків та вплив на динамічні характеристики.

Результати дослідження

Дослідженням особливостей різнотипного дросельного керування присвячено ряд робіт, зокрема [1, 2]. В роботі представлено ГП з пропорційним електрогідравлічним розподільником з незалежним керуванням потоків (рис 1, розподільник зображено у вигляді дроселів f_1 та f_2). Розподільник містить два незалежних розподільних елементи, що дозволяє виконувати дросельне керування як на вході так і виході гідродвигуна [3].

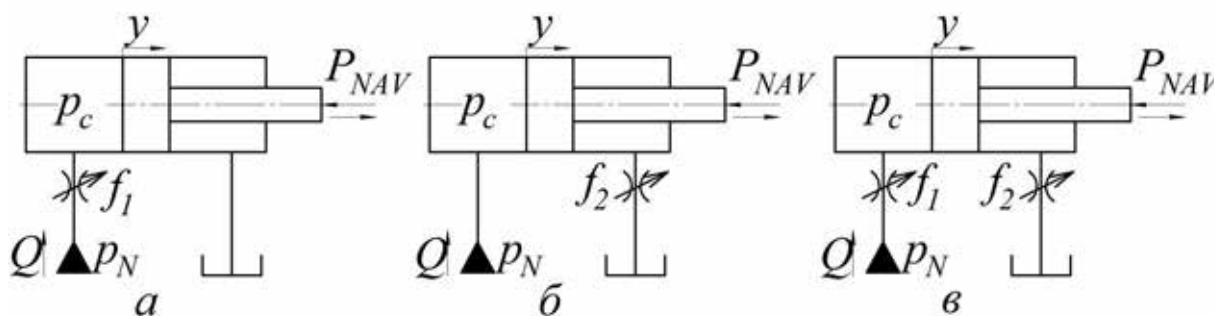


Рис. 1. ГП з керуванням на вході (а), виході (б) та комбінованим (в)

Для проведення досліджень розроблено розрахункову схему та математичну модель, розв'язок якої виконано за допомогою програмного пакету MatLAB Simulink [4].

Висновки

В ході досліджень отримані дані щодо впливу різного типу керування на динамічні характеристики. Отриманні дані будуть використані для подальших досліджень та можуть бути корисними для розробки пропорційної електрогідравлічної апаратури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жаров В. П. Моделирование и экспериментальные исследования гидромеханической системы со знакопеременной нагрузкой / В. П. Жаров, А. Т. Рыбак, Р. А. Фридрих // Вестник ДГТУ. – 2006. – Т6. – № 1 (28). – С.17–24.
2. Лур'є, З.Я. Сравнительный анализ схем гидроприводов с дроссельными управлением по эксплуатационным показателям / З.Я. Лур'є, И.А. Чекмасова // Промислова гідроліка і пневматика. – 2007. – №4. – С. 63–65.
3. Пат. 41887 України, МПК⁸ F15B 11/00 Гідропривід з пропорційним електрогідравлічним управлінням / Л. Г. Козлов, Д. О. Лозінський; Заявник та патентовласник Вінницький нац. техн. університет. – №u200900907; заявл. 06.02.2009.; опубл. 10.06.2009, Бюл. №11.
6. Черных, И. В. Simulink: среда создания инженерных приложений / И. В. Черных. – Диалог-МИФИ, 2004. – 496 с.

Лозінський Дмитро Олександрович — к-т техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Lozinskyi Dmytro O. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Machine-building technologies and Automation Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЇ В МАШИНОБУДУВАННІ. WEB-ПРОГРАМУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

INTERNET TECHNOLOGIES IN MACHINE-BUILDING. WEB-PROGRAMMING.

Анотація

Зроблений аналіз Інтернет технологій, мов та засобів програмування, що забезпечить зручне користування як для розробників так і для користувачів.

Ключові слова: Internet, веб-сторінка, веб – сайт, теги, розмітка, HTML, CSS, PHP, JavaScript.

Abstract: *Analysis of Internet technologies, languages and programming means has been performed, which will enable more convenient use and provide better performance indicators for users and developers.*

Keywords: *Internet, web-page, website, tags, layout, HTML, PHP, JavaScript*

Вступ

На сьогоднішній день підготовка спеціалістів в області Інтернет-технологій потребує особливої уваги. Будь-яка сфера людської діяльності – освіта, наука, бізнес тощо не уявляє своє існування без застосування Інтернет-технологій.

Швидкий темп розвитку веб-простору спонукає створювати свої інформаційні продукти, створювати групи за інтересами розвивати бізнес. Рекламу в соціальних мережах ефективніше чим по радіо та телебаченню.

Вимоги до сайтів змінюються досить стрімко. Вже нікого не можна здивувати гарно оформленим сайтом. Відвідувачі сайтів хочуть бачити зворотній зв'язок, розсилки, пошук та багато чого іншого. Сайт має бути зручним, зрозумілим в користуванні для відвідувача. Знання з web-програмування дають змогу створювати інтерактивні сайти, які відповідають сучасним вимогам.

Результати дослідження

Web-програмування, як в будь-якої діяльності починається з того, що потрібно визначити тематику та аудиторію свого сайту, що допоможе в подальшому розвиватися. Необхідно продумати структуру та дизайн сайту. Але для Інтернет сайту головним являється зручність в користуванні.

Після завершення дизайну проекту, починається головне, це створення сайту. Необхідно врахувати, що користувач бажає не тільки переглядати створені сторінки, але і взаємодіяти з ними: залишати коментарі, змінювати налаштування. Це задача web-програмування.

Web-програмування здійснюється за допомогою спеціальних програмних засобів. Вони поділяються на два типи серверні та клієнтські. Серверні виконуються на стороні сервера, тобто там де розміщений сайт. А клієнтські - працюють на стороні користувача, який цей сайт переглядає.

Існує декілька видів веб-сайтів: статистичний та динамічний.

Статистичний веб-сайт створюється за допомогою HTML, кожен нову сторінку поступово потрібно прописувати вручну.

Динамічний веб-сайт створюється за допомогою мови PHP – завдяки прописаному алгоритму веб-сторінки можна додавати на сторінці. PHP - скриптова мова загального призначення, інтенсивно застосовується для розробки веб-додатків. В даний час підтримується переважною

більшістю хостинг-провайдерів і є одним з лідерів серед мов, що застосовуються для створення динамічних веб-сайтів.

Також для програмування веб-сайтів використовують мову програмування JavaScript для забезпечення мультимедійності сторінки.

Висновки

Застосовуючи ту чи іншу технологію web-програмування чи серверну чи клієнтську, розробник отримує: інструменти зворотнього зв'язку, інструменти розсилки, систему управління сайтом, анімації елементів меню, фона, рекламних роликів, інструменти пошуку по сайту, інструменти он-лайн спілкування, опитування тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.Ташков П.А. Веб-мастеринг на 100%: HTML, CSS, JavaScript, PHP, CMS, AJAX/ П. А. Ташков. – СПб: Питер, 2010. – 512 С.

2.Батурін В. М. Особливості навчання веб-програмування мовою для студентів математиків / В. М. Батурін // Вісник Житомирського державного університету. – 2014. - №1(73). – С.79-83.

Молчанов Ярослав Анатолійович – студент групи ІІМ-15б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Molchanov Yaroslav A. – student of the Faculty of Machine-Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**О.Л. Брицкий
В.П. Пурдик
Б.В. Табаков
Д.А. Боровський**

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДЕМПФУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ РЕГУЛЯТОРА ВИТРАТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено стенд для дослідження коефіцієнта демпфування робочого органа регулятора витрати в рідинному середовищі.

Ключові слова: експериментальний стенд, регулятор витрати, коефіцієнт демпфування.

Abstract

A stand was developed for studying the coefficient of damping of the working body of the flow regulator in a fluid medium.

Key words: experimental stand, flow regulator, damping coefficient.

Вступ

Використання полімерного робочого органу в конструкції регулятора витрати обумовлює особливі умови процесу забезпечення постійного перепаду тиску на змінному дроселі. Для цього необхідно визначити емпіричну залежність яка відображає вплив опору рідини на деформацію робочого органу.

Метою роботи є розроблення стенду для дослідження коефіцієнту демпфування полімерного робочого органу регулятора витрати.

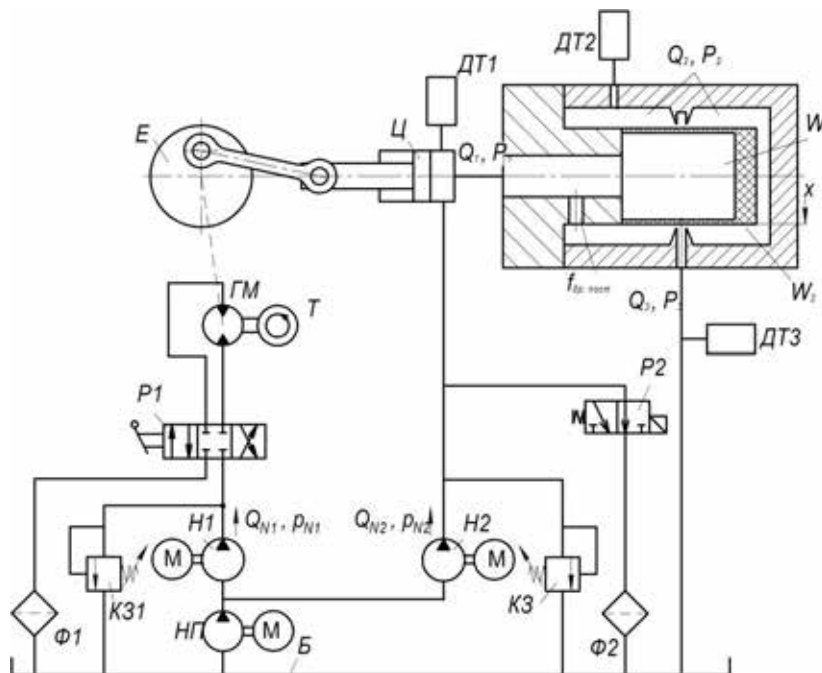


Рисунок 1 – Схема стенду для дослідження коефіцієнта демпфування робочого органу регулятора витрати

Результати дослідження

Стенд для дослідження коефіцієнта демпфування керуючого елемента зображено на рис. 13 він складається з приводу який створює гармонічний збурюючий сигнал та приводу регулятора витрати. Стенд складається з насоса підживлення НП, насосів Н1 та Н2, електродвигунів М1 та М2, запобіжних клапанів КЗ1 та КЗ2, фільтрів Ф1 та Ф2, розподільників Р1 та Р2, гідромотора ГМ, тахометра Т, ексцентрикового механізму Е, РВ регулятор витрати з полімерним керуючим елементом та гідроциліндра Ц. Гідроциліндр забезпечує зміну об'єму на вході регулятора витрати, через ексцентриковий механізм. Реєстрація даних в ході експерименту здійснювалась двома датчиками тиску ADZ-SML-20, 100 bar, 0-10 В розташовані у вхідній та проміжній порожнинах регулятора витрати, та двома датчиками переміщення: ІА30АССІАК-К, $8 \cdot 10^{-3}$ м, 0-10В – визначає переміщення поршня гідроциліндра та ІА12ЕСF02UC, $2 \cdot 10^{-3}$ м, 0-10В – визначає переміщення твірної оболонки.

Висновки

Розроблено стенд для дослідження коефіцієнту демпфування полімерного робочого органу регулятора витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коробочкин Б.Л. Динамика гидравлических систем станков. - М., Машиностроение, 1976,- 240 с.
2. Попов Д.Н. Динамика регулирование гидро- и пневмосистем. - М., Машиностроение, 1976,- 424 с.

Науковий керівник: **Пурдик Віктор Петрович** — к.т.н., доцент, кафедри технологій автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: victor.purdik@gmail.com

Брицький Олександр Леонідович — інженер, кафедри технологій автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: britskiy_alex@ukr.net

Табаків Богдан Вікторович — студент групи ІІМ-14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Боровський Дмитро Анатолійович — студент групи ІІМ-14б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Scientific supervisor: **Purdik Victor Petrovich** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Automation Engineering Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: victor.purdik@gmail.com

Britsky Alexander Leonidovich - engineer, department of technologies of automation of mechanical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: britskiy_alex@ukr.net

Tabakov Bogdan Viktorovich - student group ІІМ-14b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Borovsky Dmitry Anatoliyovych - student group ІІМ-14b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ПОВОРОТУ ОПОРНО-ПОВОРОТНИХ ПРИСТРОЇВ У МАШИНАХ МАНІПУЛЯТОРНОГО ТИПУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто схеми механізмів повороту опорно-поворотних пристроїв машин маніпуляторного типу, що відрізняються принципом дії, величиною кута повороту та типом приводу.

Ключові слова: опорно-поворотний пристрій, механізм повороту, маніпулятор.

Abstract

The schemes of mechanisms of rotation of locomotor devices of machines of manipulator type, differing in principle of operation, magnitude of rotation angle and type of drive, are considered.

Keywords: support-turning device, turning mechanism, manipulator.

Вступ

Сьогодні знаходять широке застосування машини маніпуляторного типу (ММТ), які ще називають крани-маніпулятори. Такі машини виконують широкий спектр робіт, серед яких основними є завантаження та розвантаження вантажів. Завдяки компактності конструкції ММТ можуть встановлюватися на вантажні автомобілі різної вантажопідйомності. Машини маніпуляторного типу, що монтується на вантажних автомобілях поступово замінюють автокрани малих класів [1].

Результати дослідження

Механізми повороту призначені для повороту опорно-поворотних пристроїв машин маніпуляторного типу в горизонтальній площині. Розрізняють такі конструктивні схеми [2].

1. Механізми повороту важільного типу (рис. 1, а). Поворот ОПП здійснюється гідроциліндром у поєднанні з важільною системою. Такі механізми характеризуються достатньо великим моментом повороту, простотою та надійністю в роботі. Недоліками такої схеми є малий кут повороту в горизонтальній площині, а також нерівномірність кутової швидкості повороту.

2. Механізми повороту з черв'ячною зубчатою передачею (рис. 1, б). Поворот ОПП здійснюється в результаті обертання черв'ячного валу гідромотора з'єднаного зубчатою передачею з зубчатим колесом ОПП. Такі механізми характеризуються необмеженим кутом повороту, компактністю конструкції та плавністю ходу. Недоліками такої схеми є невисокий ККД, маса несуча здатність та висока інтенсивність зношування.

3. Механізми повороту з зовнішнім зубчатим зачепленням (рис. 1, в). Поворот ОПП здійснюється в результаті обертання шестерні валу гідромотора з'єднаної зубчатою передачею з зубчатим колесом ОПП. Такі механізми також мають необмежений кут повороту, компактні та плавні за ходом. Недоліками такої схеми є складність в установленні та експлуатації.

4. Механізми повороту рейкового типу з одним (рис. 1, г) чи двома (рис. 1., д) шток-рейками. Поворот ОПП здійснюється в результаті поступального руху шток-рейки, що з'єднана зубчатою передачею з зубчатим колесом ОПП. Така схема конструкції, наразі, має найбільше розповсюдження у конструкціях машин маніпуляторного типу. Кут повороту становить до 400°, кутова швидкість обертання є постійною, забезпечується висока величина обертального моменту.

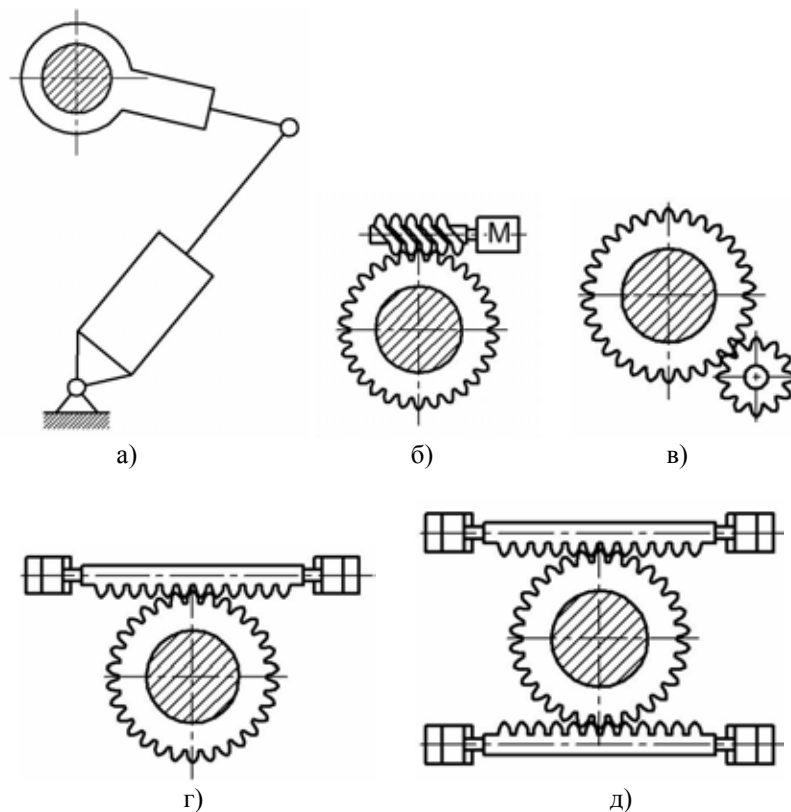


Рис. 1. Схеми механізмів повороту опорно-поворотних пристроїв машин маніпуляторного типу

Висновки

Розглянуто схеми механізмів повороту опорно-поворотних пристроїв машин маніпуляторного типу, що відрізняються принципом дії, величиною кута повороту та типом приводу. Наразі найпоширенішою схемою є механізми повороту рейкового типу, що характеризуються великим кутом повороту, високою плавністю ходу та величиною обертального моменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Петренко А.М. Грузовые манипуляторы специальных транспортных средств: учебное пособие / А.М. Петренко; А.Т. Звекон МАДИ (ГТУ), – М., 2009. – 90 с.
2. Петров О.В. Аналіз поширених конструкцій механізмів повороту машин маніпуляторного типу / О.В. Петров, М.В. Трофимчук, С.О. Рябий // XVIII міжнародна науково-технічна конференція «Промислова гідравліка і пневматика», м. Вінниця, 3-6 жовтня, 2017: тези доповідей. – 2017. С. 82.

Трофимчук Максим Вікторович — аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

Кравчук Владислав Сергійович — студент групи ІПМ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Сторожук Максим Сергійович — студент групи ІПМ-17мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Петров Олександр Васильович** — канд техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Trofymchuk Maksym V. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Kravchuk Vladyslav S. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Storozhuk Maksym S. — Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Petrov Oleksandr V.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Mechanical Engineering and Automation Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДЕМПФУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ РЕГУЛЯТОРА ВИТРАТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дослідження умов формування коефіцієнту демпфування та його залежність від конструктивних параметрів регулятора витрати з полімерним робочим органом.

Ключові слова: регулятор витрати, коефіцієнт демпфування.

Abstract

Investigation of the conditions for the formation of damping coefficient and its dependence on the structural parameters of the flow regulator with the polymer working body.

Key words: flow regulator, damping coefficient.

Вступ

Процес регулювання площі змінного дроселя принципово відрізняється від аналогічних в яких зміна площі змінного дроселя забезпечується рухом золотника (осьовим або коловим) або клапана. Для регулятора витрати з полімерним керуючим елементом коефіцієнтом демпфування буде сила опору рідини проміжної камери викликана деформацією полімерного керуючого елемента.

Результати дослідження

Сила опору яка виникає під час відносного руху тіла в рідині складається рівнодіючих сил тертя, що напрямлені по дотичній до поверхні тіла та сили тиску, яка є наслідком різниці тисків на зовнішню та внутрішню поверхонь тіла. Дію рідини на тіло в загальному випадку можна звести до вектора, що прикладений до певної точки, яка називається центом тиску. Вектор, що діє на тверде тіло, представляється у вигляді сили лобового опору, яка напрямлена вздовж вектора швидкості потоку (1):

$$\beta = \frac{c_L \cdot \rho \cdot f_{\text{обол}}}{2}, \quad (1)$$

де c_L – коефіцієнт лобового опору; ρ – густина рідини; $f_{\text{обол}}$ – зведена площа керуючого елемента.

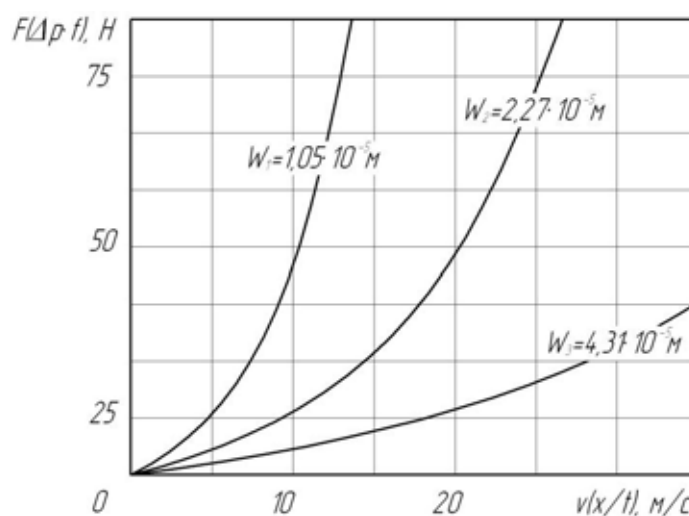


Рисунок 1 – Залежність сили демпфування від швидкості деформації полімерного керуючого елемента

Експериментальні дослідження підтвердили адекватність прийнятих припущень. Визначено, що при зміні швидкості деформації керуючого елемента виявлено нелінійну зміну кута зсуву по фазі (2). Зменшення об'єму проміжної порожнини регулятора витрати призводить до збільшення опору деформації і викликає це запізнення. За допомогою програмного забезпечення DataFit 8 на основі регресійного аналізу визначено емпіричну залежність (3) з достовірністю 99,9%:

$$F_1 = \frac{v}{2,1575 + 0,0917 \cdot v - 0,85 \cdot v^2}, \quad (2)$$

$$\beta = \frac{c_l \cdot \rho \cdot f_{обол}}{2} v^2 + \frac{v}{2,1575 + 0,0917 \cdot v - 0,85 \cdot v^2}. \quad (3)$$

Висновки

Виявлено вплив об'єму проміжної порожнини регулятора витрати на швидкість деформації рис. 1. Із збільшенням об'єму проміжної порожнини швидкість деформації і коефіцієнт демпфування пропорційно зменшується.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Деклараційний патент України №u200806901 від 24.07.08 р, МПК₈G05D7/00.
2. Коробочкин Б.Л. Динамика гидравлических систем станков. - М., Машиностроение, 1976,- 240 с.
3. Попов Д.Н. Динамика регулирование гидро- и пневмосистем. - М., Машиностроение, 1976,- 424 с.

Брицький Олександр Леонідович — асистент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: britskiy_alex@ukr.net

Britsky Alexander Leonidovich - assistant department of technologies of automation of mechanical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: britskiy_alex@ukr.net

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СХЕМИ ФОРМУВАННЯ СИЛИ ТЕРТЯ ЕЛАСТИЧНИМ ЕЛЕМЕНТОМ ПІД ВПЛИВОМ ТИСКУ РІДИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано конструкцію експериментального стенду та методику визначення сили тертя, що створює еластичний елемент на поверхню ущільнення під впливом тиску рідини. Досліджено вплив на характер формування сили тертя геометричних параметрів еластичного елемента, а також величини та швидкості подачі тиску рідини.

Ключові слова: еластичний елемент, сила тертя, тиск рідини, стенд.

Abstract

Asked to design an experimental stand and method of determination of the force of friction that creates a stretchy element on the surface of the seal under the influence of pressure fluid. The influence on the character of the formation of the force of friction of geometric parameters of elastic element, as well as the magnitude and speed of the supply pressure of the liquid

Keywords: elastic element, the force of friction, fluid pressure, stand

Вступ

В системах гідроприводу різноманітних технологічних машин для ущільнення, в конструкціях як виконавчих органів так і направляючій та регулюючій апаратурі широко використовуються еластомери, переважно гумові. Гума, як матеріал, стосовно своїх фізико-механічних характеристик має ряд особливостей, а саме - в'язко-пружний характер деформації при навантаженні, що підпорядковується реологічній залежності Кельвіна-Фогта, релаксація внутрішніх напружень та інш.[1].

Вважається, що тиск рідини передається гумою згідно закону Паскаля (наближено) з коефіцієнтом приблизно 0,9[2], але досконально невідомо швидкість такої передачі. Такі відомості необхідні при проектуванні нових конструкцій гідроапаратури з еластичними керуючими елементами [3].

Метою роботи є проведення експериментальних досліджень для визначення впливу тиску рідини на характер формування сили тертя, яку створює еластичний елемент ущільнення.

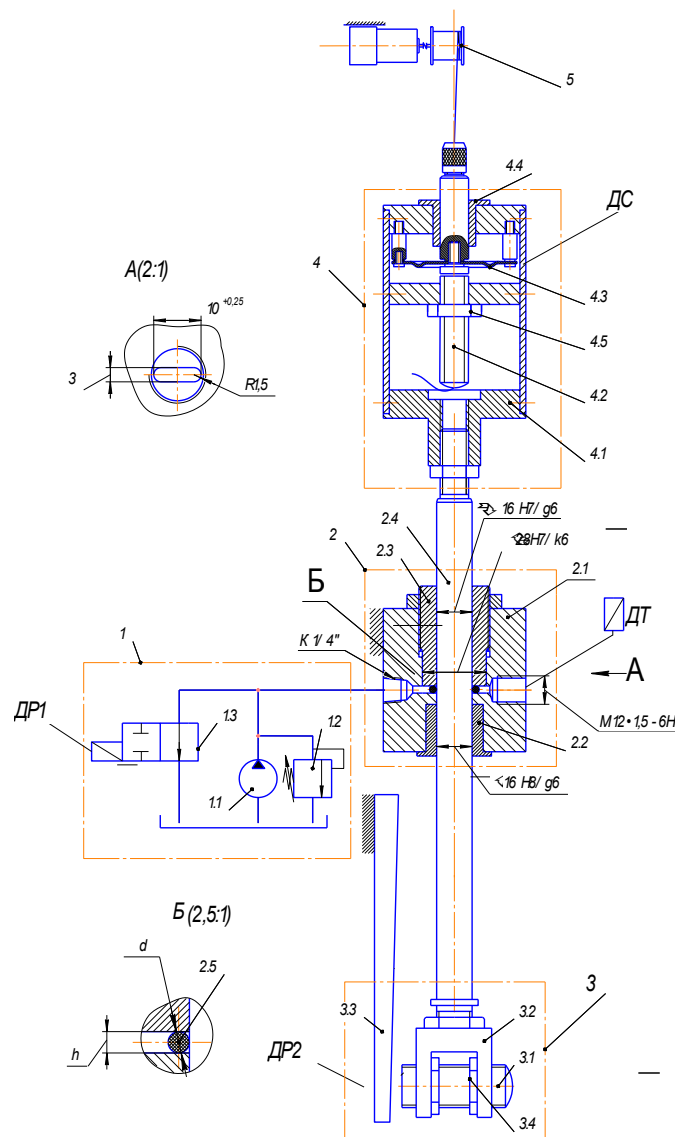
Методика проведення та результати досліджень

Експериментальні дослідження проводились на спеціальному стенді, гідромеханічна схема якого представлена на рис.1. Стенд складається з п'яти основних блоків: гідравлічної частини 1, випробувального блоку 2, протягувального механізму 5 та вимірювальної апаратури – датчика сили 4, датчиків руху ДР1, ДР2 датчика тиску ДТ.

Запропонована методика проведення експерименту полягає в наступному: в випробувальний блок 2 встановлюється еластичне ущільнення 2.5 (кільце круглого перетину) з попереднім невеликим натягом по валу 2.4 і вмикається насосна станція 1.1, яка спочатку розвантажена (електромагнітний затвор відкритий), далі подається команда на протягувальний механізм 5, який приводить в рух вал 2.4.

Після початку руху вала 2.4 подається сигнал на закриття електромагнітного затвору 1.3. що приводить до миттєвого підвищення тиску (величина встановлюється запобіжним клапаном 1.2) в напірній магістралі насосної станції. Так як напірна магістраль з'єднана з порожниною, де встановлено еластичне ущільнення 2.5, то на останнє теж діє створений високий тиск, який передається на вал 2.4 та створює силу тертя, що перешкоджає його руху.

Весь процес створення сили тертя на вал за допомогою датчиків осцилографується в динамічному режимі за допомогою спеціальної реєстраційно-вимірювальної системи на основі цифрового адаптера та ЕОМ.



Висновки

В результаті проведення попередніх досліджень встановлено, що швидкість передачі тиску через еластичний елемент ущільнення менший ніж через рідину, що є досить важливим фактором, яким можна пояснити запізнення у формуванні сили тертя на валу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бартенев Г.М. и др.. Исследование влияния времени предварительного контакта на начальную силу трения пары резина-металл. – В кн.: Резина – конструкционный материал современного машиностроения. – М.: Химия, 1977, с. 271-275.
2. Кондаков Л.А. Уплотнения гидравлических систем. – М.: Машиностроение, 1982. - 186 с.
3. Пурдик В.П. Еластомірні керуючі елементи в апаратурі систем гідроавтоматики. XVIII міжнародна науково-технічна конференція АС ПГП «Промислова гідраліка та пневматика»: матеріали конференції. – Вінниця: ГЛОБУС ПРЕС, 2017. -19-20.

Пурдик Віктор Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Purdyk Viktor P. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Technology and Automation Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ВИБІР РОЗТАШУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗМІРІВ ЗА ДОПОМОГО РОЗМІРНОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновані рекомендації щодо вибору раціонального розташування технологічних розмірів під час проектування технологічних процесів механічної обробки і під час їх розмірного аналізу.

Ключові слова: механічна обробка, розмірний аналіз технологічних процесів, технологічні розміри, конструкторські розміри.

Abstract

Recommendations on the choice of rational arrangement of technological sizes during designing technological processes of mechanical processing and during their dimensional analysis are suggested.

Key words: mechanical processing, dimensional analysis of technological processes, technological sizes, design dimensions.

Вступ

Розмірний аналіз конструкцій і технологічних процесів є надійним розрахунковим засобом забезпечення точності виробів машинобудування.

Відомо [1, 2], що основними задачами розмірного аналізу технологічного процесу механічної обробки є:

- визначення технологічних розмірів і розмірів вихідної заготовки, які з'єднують між собою плоскі поверхні, плоскі поверхні з осями отворів і осі отворів між собою;
- перевірка правильності побудови маршруту механічної обробки і правильності призначення допусків технологічних розмірів;
- визначення максимальних припусків на обробку плоских поверхонь.

Під час проектування технологічного процесу механічної обробки розмірний аналіз виконується після розробки альтернативних варіантів маршруту обробки і вибору найраціональнішого з них за мінімумом зведених витрат.

Важливим етапом розмірного аналізу є вибір розташування технологічних розмірів.

Зазвичай розташування технологічних розмірів вибирається таким чином, щоб забезпечувалась відсутність або мінімальність похибки базування, тобто, щоб виконувався принцип суміщення баз або здійснювалась обробка з одного установи тих поверхонь, які координуються відповідним технологічним розміром. Разом з тим, кількість технологічних розмірів та їх розташування мають забезпечити можливість виконання всіх переходів і, відповідно, операцій механічної обробки, а також забезпечити необхідну точність всіх конструкторських розмірів.

Метою роботи – розробка рекомендацій щодо раціонального розташування технологічних розмірів під час проектування технологічних процесів механічної обробки і під час їх розмірного аналізу.

Результати роботи

Розглянемо проектування і розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Фланець». Ескізи деталі і заготовки показані на рис. 1.

Вихідні дані:

- 1) тип виробництва – середньосерійний;
- 2) вихідна заготовка – виливок в оболонкову форму з сірого чавуну (клас розмірної точності заготовки – 9).

Маршрут механічної обробки (варіант 1) наведений у таблиці 1. Розмірна схема технологічного процесу показана на рис. 2.

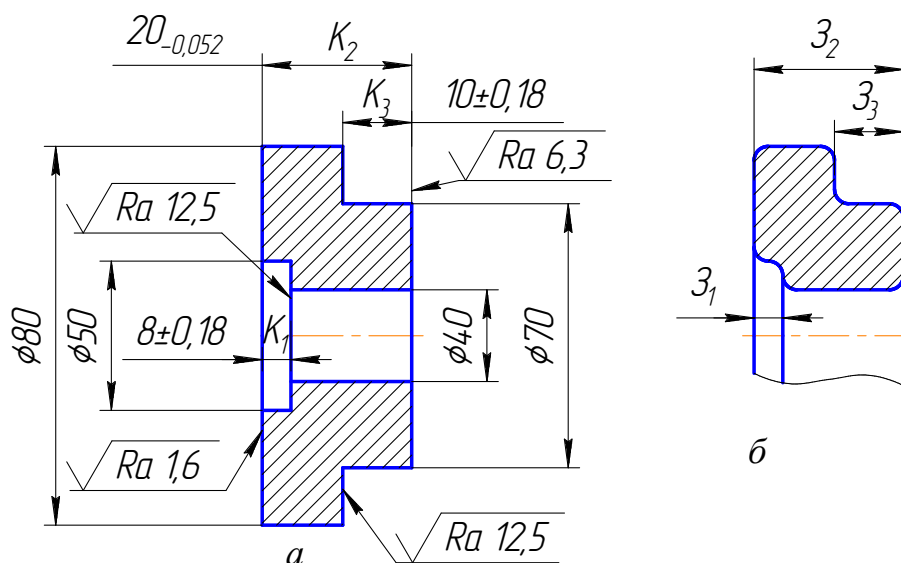


Рис. 1. Ескізи деталі (а) і заготовки (б)

Таблиця 1 – Маршрут механічної обробки (варіант 1)

Номер, назва та зміст операції	Схема базування і обробки	Обладнання
005 Токарно-револьверна з ЧПК 1. Точити поверхню 1 попередньо в розмір B_1 . 2. Точити поверхню 1 остаточно в розмір B_2 . 3. Точити поверхню 2 одноразово в розмір B_3 .		Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30
010 Токарно-револьверна з ЧПК 1. Точити поверхню 1 попередньо в розмір B_4 , поверхню 2 одноразово в розмір B_5 . 2. Точити поверхню 1 остаточно в розмір B_6 .		Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30

Продовження табл. 1

Номер, назва та зміст операції	Схема базування і обробки	Обладнання
015 Плоскошліфувальна 1. Шліфувати площину в розмір B_7 .		Плоскошліфувальний 3701

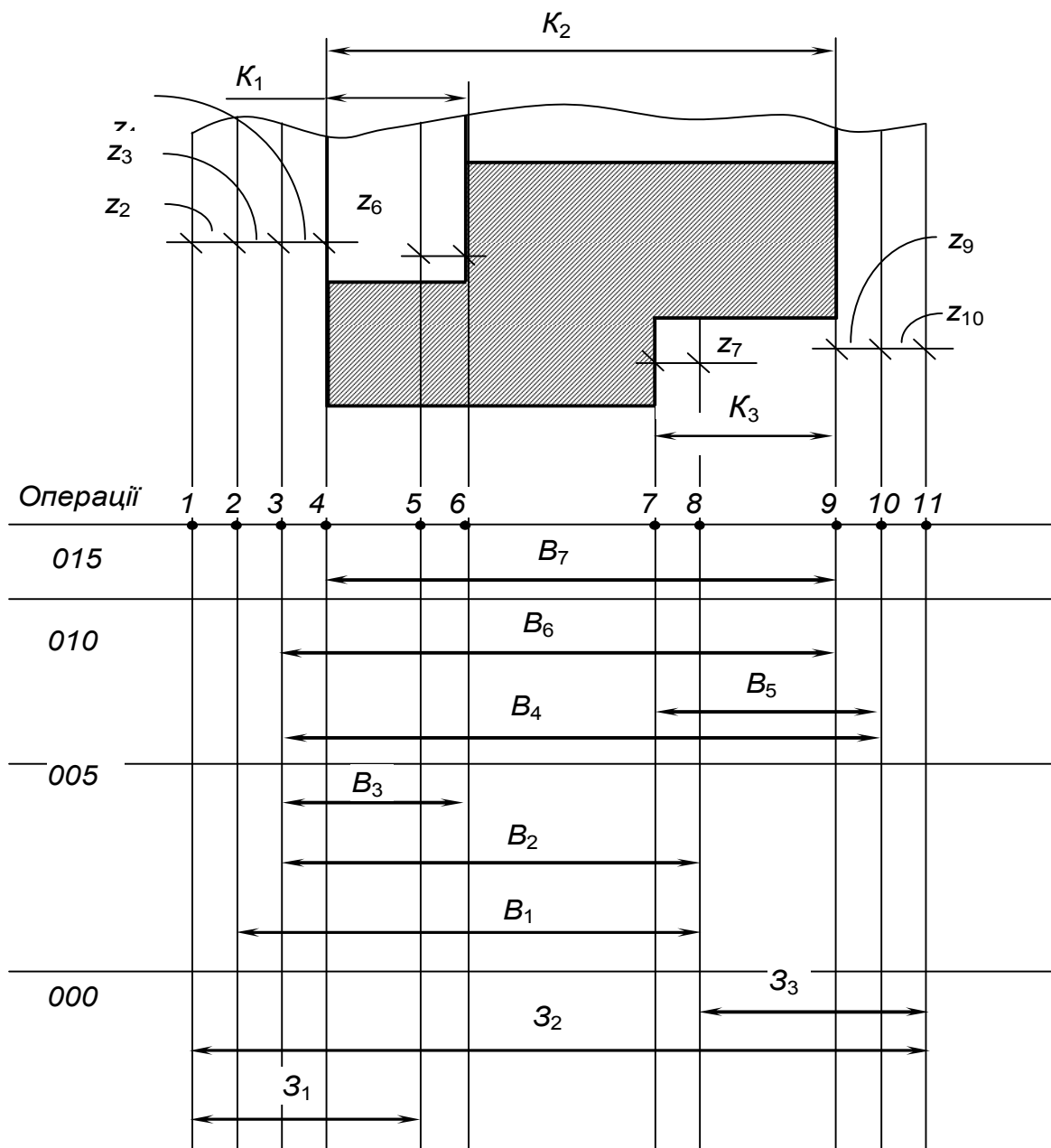


Рис. 2. Розмірна схема технологічного процесу для варіанту 1 маршруту обробки

На рис. 3 показано побудований згідно з розмірною схемою технологічного процесу граф технологічних розмірних ланцюгів.

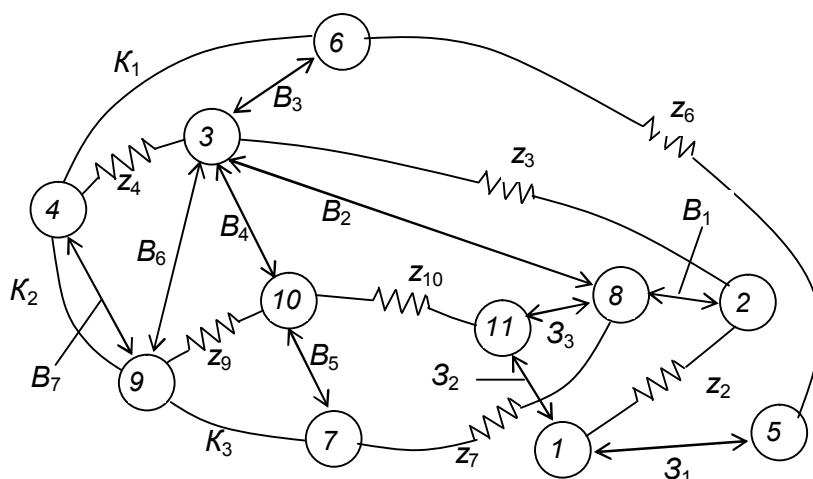


Рис. 3. Граф технологічних розмірних ланцюгів для варіанту 1 маршруту обробки

На основі аналізу графа технологічних розмірних ланцюгів за методикою [3] знайдено рівняння технологічних розмірних ланцюгів (таблиця 2).

Таблиця 2 – Рівняння технологічних розмірних ланцюгів

№ рівняння	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	$-K_2 + B_7 = 0$	$K_2 = B_7$	B_7
2	$-z_4 + B_6 - B_7 = 0$	$z_4 = B_6 - B_7$	B_6
3	$-z_9 - B_6 + B_4 = 0$	$z_9 = B_4 - B_6$	B_4
4	$-K_3 + B_5 - B_4 + B_6 = 0$	$K_3 = B_5 - B_4 + B_6$	B_5
5	$-K_1 + B_7 - B_6 + B_3 = 0$	$K_1 = B_7 - B_6 + B_3$	B_3
6	$-z_7 + B_5 - B_4 + B_2 = 0$	$z_7 = B_5 - B_4 + B_2$	B_2
7	$-z_{10} - B_4 + B_2 + 3_3 = 0$	$z_{10} = 3_3 - B_4 + B_2$	3_3
8	$-z_3 + B_1 - B_2 = 0$	$z_3 = B_1 - B_2$	B_1
9	$-z_2 + 3_2 - 3_3 - B_1 = 0$	$z_2 = 3_2 - 3_3 - B_1$	3_2
10	$-z_6 - 3_1 + 3_2 - 3_3 - B_2 + B_3 = 0$	$z_6 = B_3 - 3_1 + 3_2 - 3_3 - B_2$	3_1

Аналіз рівнянь № 4 і № 5 показує, що конструкторські розміри K_3 і K_1 забезпечуються не безпосередньо як технологічні розміри, а є результатом виконання декількох технологічних розмірів, а саме: B_4 , B_5 , B_6 (розмір K_3) і B_7 , B_6 , B_3 (розмір K_1). Тому для надійного забезпечення точності розмірів K_3 і K_1 під час розв'язання рівнянь технологічних розмірних ланцюгів № 4 і № 5 потрібно виконати перевірку виконання умов: $\delta(K_3) \leq T(K_3)$ і $\delta(K_1) \leq T(K_1)$, де $\delta(K_3)$ і $\delta(K_1)$ – поля розсіювання розмірів K_3 і K_1 ; $T(K_3)$ і $T(K_1)$ – допуски розмірів K_3 і K_1 . Методика такої перевірки описана в [2].

З вищенаведеного випливає, що під час проектування технологічних процесів механічної обробки бажано так розташовувати технологічні розміри, щоб на кінцевих переходах вони співпадали з конструкторськими розмірами. Для розміру K_3 це досить просто можна зробити дещо змінивши послідовність обробки поверхонь на операції 010. Операції 005 і 015 залишаються без змін.

Таблиця 3 – Операція 010 зміненого маршруту механічної обробки (варіант 2)

Номер, назва та зміст операції	Схема базування і обробки	Обладнання
010 Токарно-револьверна з ЧПК 1. Точити поверхню 1 попередньо в розмір B_4 . 2. Точити поверхню 1 остаточно в розмір B_5 . 3. Точити поверхню 2 одноразово в розмір B_6 .		Токарно-револьверний з ЧПК 1В340Ф30

Розмірна схема технологічного процесу для зміненого маршруту обробки показана на рис. 3.

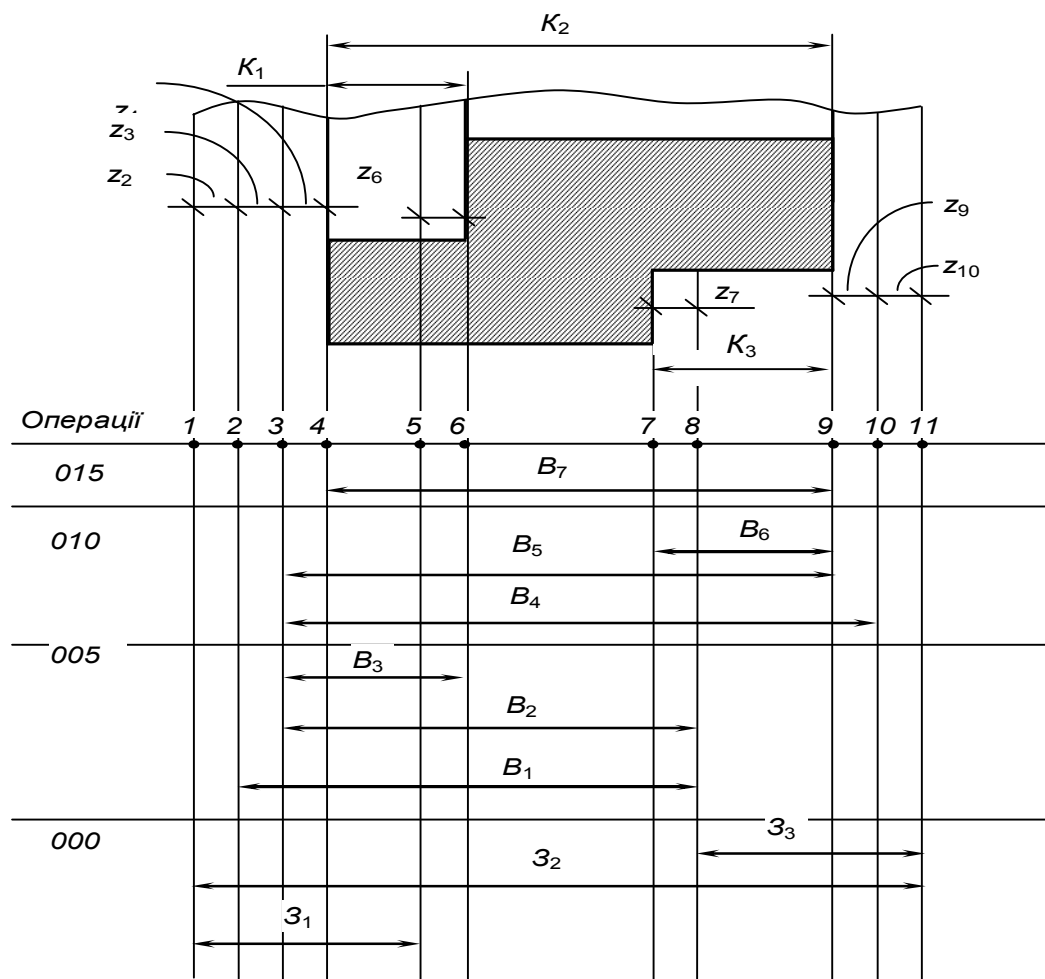


Рис. 3. Розмірна схема технологічного процесу для варіанту 2 маршруту обробки

Граф технологічних розмірних ланцюгів для варіанту 2 маршруту обробки показаний на рис. 4.

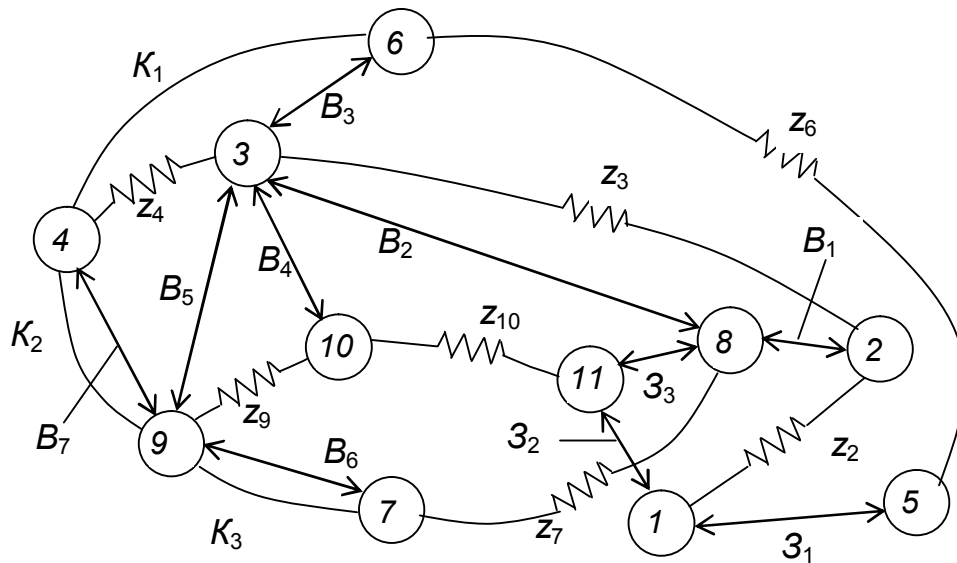


Рис. 4. Граф технологічних розмірних ланцюгів для варіанту 2 маршруту обробки

Таблиця 4 – Рівняння технологічних розмірних ланцюгів для варіанту 2 маршруту обробки

№ рівняння	Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визна- чається
1	$-K_2 + B_7 = 0$	$K_2 = B_7$	B_7
2	$-K_3 + B_6 = 0$	$K_3 = B_6$	B_6
3	$-z_4 + B_5 - B_7 = 0$	$z_4 = B_5 - B_7$	B_5
4	$-z_9 - B_5 + B_4 = 0$	$z_9 = B_4 - B_5$	B_4
5	$-K_1 + B_7 - B_5 + B_3 = 0$	$K_1 = B_7 - B_5 + B_3$	B_3
6	$-z_7 + B_6 - B_5 + B_2 = 0$	$z_7 = B_6 - B_5 + B_2$	B_2
7	$-z_{10} - B_4 + B_2 + z_3 = 0$	$z_{10} = z_3 - B_4 + B_2$	z_3
8	$-z_3 + B_1 - B_2 = 0$	$z_3 = B_1 - B_2$	B_1
9	$-z_2 + z_2 - z_3 - B_1 = 0$	$z_2 = z_2 - z_3 - B_1$	z_2
10	$-z_6 - z_1 + z_2 - z_3 - B_2 + B_3 = 0$	$z_6 = B_3 - z_1 + z_2 - z_3 - B_2$	z_1

Таким чином, згідно з рівнянням № 2 завдяки корекції змісту операції 010, конструкторський розмір K_3 забезпечується як безпосередній результат виконання технологічного розміру B_6 .

Що ж стосується конструкторського розміру K_1 , то тут змінити маршрут і розташування розмірів складно, оскільки розмір K_1 остаточно формується на операції 015 одночасно з точним розміром K_2 . Тому у цьому випадку розв'язавши рівняння № 5, потрібно перевірити виконання умови $\delta(K_1) \leq T(K_1)$.

Висновки

1. Проектуючи маршрут механічної обробки, бажано так розташовувати технологічні розміри, щоб на кінцевих переходах вони співпадали з конструкторськими розмірами. Якщо цього не вдається зробити, то слід забезпечувати найменшу кількість складових (технологічних) розмірів в розмірних ланцюгах, які визначають точність конструкторських розмірів. Після визначення технологічних розмірів потрібно перевірити, чи не перевищує поле розсіювання конструкторського розміру його поля допуску. Якщо ця умова не виконується, то слід скоректувати прийняті раніше значення допусків відповідних технологічних розмірів.

2. Запропоновані рекомендації можуть бути використані як в навчальному процесі, так і на виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рудь В. Д. Розмірно-точносний аналіз конструкцій та технологій : навчальний посібник / В. Д. Рудь, О. О. Герасимчук, Т. П. Маркова. – Луцьк: ЛДТУ, 2008. – 344 с.
2. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
3. Солонин И. С. Расчет сборочных и технологических размерных цепей / И. С. Солонин, С. И. Солонин – М.: Машиностроение, 1980. – 110 с.

Дерібо Олександр Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: deriboov@ukr.net.

Дусанюк Жанна Павлівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Deribo Oleksandr V. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna P. – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

РОЗРОБКА ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИБОРУ ТА АВТОМАТИЗОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Спроектовано установку для газодинамічного нанесення функціональних покриттів з можливістю прискореного нагріву стиснутого повітря, скорочення часу виходу на робочу температуру процесу напилення, та спроектовано автоматизований комплекс з числовим програмним керуванням для автоматизації процесу відновлення деталей машин газодинамічним напиленням.

Ключові слова: деталі машин, газодинамічний напилювальний пристрій, автоматизований комплекс з числовим програмним керуванням.

Annotation

A plant for gas-dynamic spraying of functional coatings with the possibility of accelerated heating of compressed air, reduction of the time to the working temperature of the spray process was designed, and an automated complex with numerical control software was designed to automate the process of restoring parts of machines by gas-dynamic spraying.

Key words: crusher hammer, gas-dynamic spraying, gas-dynamic spray device, automated complex.

Вступ

Формування металічного покриття газодинамічним способом базується на закріпленні твердих металічних частинок, які мають велику кінетичну енергію, на поверхні, що напилюється, у процесі високошвидкісного удару.

Відсутність високих температур, характерних для наведених вище газотермічних методів нанесення покриття, дала підставу авторам цього методу (А. П. Алхімову, В.Ф. Косареву, А. П. Папірін)у та інш. назвати метод “холодне газодинамічне напилення” (ХГН). Термін “холодний” введений для того, щоб підкреслити, що температура часток істотно менше їхньої температури плавлення, а термін “газодинамічне” вказує на першорядну роль високої швидкості частинок при формуванні покриттів [1, 2].

Результати розробки

Для нанесення покриття цим способом розроблено обладнання (рис. 1), конструкція якого забезпечує створення потужного газового струменя і введення у цей струмінь часток порошкового матеріалу і їх прискорення до швидкості необхідної для формування покриття.

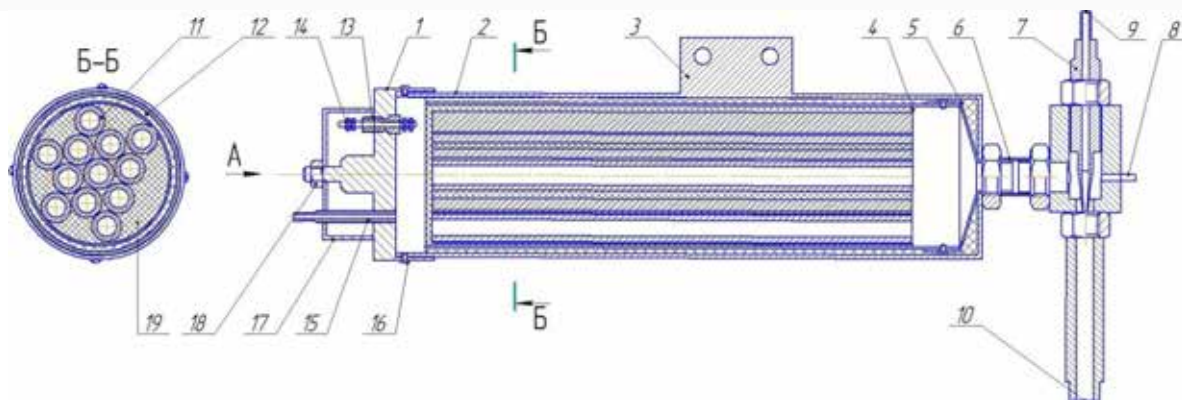


Рис. 1. Загальний вигляд газодинамічного напилюючого пристрою

- 1– кришка; 2– корпус; 3– вухо кріплення заземлення; 4– корпус трубок; 5– кришка;
6– перехідна втулка; 7– регулююча голка; 8– штуцер термопар; 9– канал подачі порошку; 10– сопло; 11– керамічна трубка; 12– термоізолюючий матеріал; 13– ізолююча втулка; 14– клеми;
15–трубка подачі повітря

Газодинамічний напилювальний пристрій працює наступним чином: через трубку 15 подається стиснуте повітря, яке проходить крізь керамічні трубки 11, з нагрівальними елементами, нагрівається до температури 400°C, потрапляє в розгінний блок і через зазор між конусом голки 7 і конусом сопла 10 потрапляє на поверхню яка напиляється 20.

При проходженні через вказаний зазор тиск на кінці голки падає нижче атмосферного, що спричиняє ефект іжекції, завдяки якому напилювальний порошок всмоктується через канал 9 та розганяється гарячим стиснутим повітрям і потрапляє на поверхню деталі створюючи покриття.

Враховуючи те, що деталі не великі за розмірами, доцільно їх відновлювати партіями, що дає можливість зменшити витрати часу. Було спроектовано стіл для встановлення деталей (рис. 2). Стіл з'єднаний з напів-поворотним приводом, який повертає його на 180°, що дає можливість підготувати наступну партію деталей, в той час, коли оброблюється попередня партія.

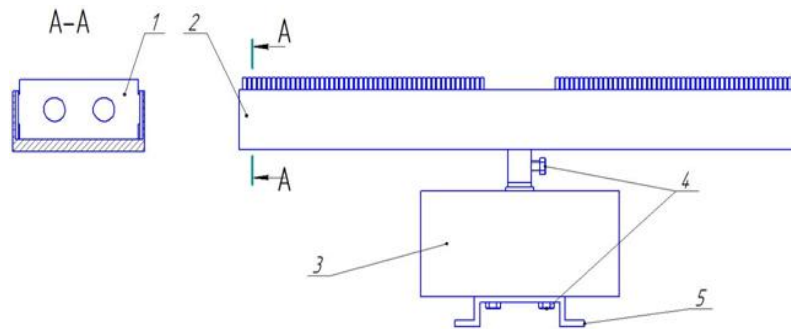


Рис. 2. Обертач
1-деталь; 2- поворотний стіл; 3- електропривід; 4- болт; 5- кріплення.

Конструктивна схема установки автоматизованого відновлення показана на рис. 3. Основними елементами конструктивної схеми є напилювальний пристрій 1, закріплений на консольному приводі 3, що забезпечує можливість переміщувати напилювальний пристрій по вісі X. Консольний привід 3 закріплено на каретці портального приводу 2, що дає можливість переміщувати напилювальний пристрій по вісі Y. Напів-поворотний привід 5 забезпечує обертання стола 4 з деталями 6 на 180°, що дає можливість підготовки нової партії деталей, поки йде процес напилення першої партії.

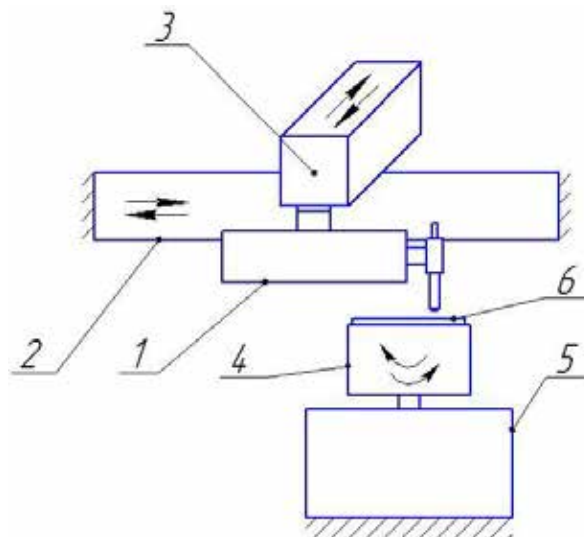


Рис. 3. Конструктивна схема установки відновлення
1 – напилювальний пристрій; 2 – блок горизонтального переміщення; 3 – блок вертикального переміщення; 4 – поворотний стіл; 5 – напів-поворотний привід, 6 – напилювальна деталь

Портальний та консольний приводи вибирались за допомогою програми PositioningDrives на сайті фірми FESTO. Напів поворотний привід 5 вибирали за масовими характеристиками деталей 5 та їх моменту інерції.

Створення установки з ЧПК передбачає закріплення всіх вибраних компонентів встановлених на рамну конструкцію. Для створення рамної конструкції використали профільний металопрокат, а саме, Швеллер 10У 100х46х4,5х7,6х7х3 ГОСТ 8240-89. Конструкція рами зварна. Зварювання електродугове за ГОСТ 5264–80. Загальний вид установки з ЧПК для відновлення деталей машин показано на рис. 4.

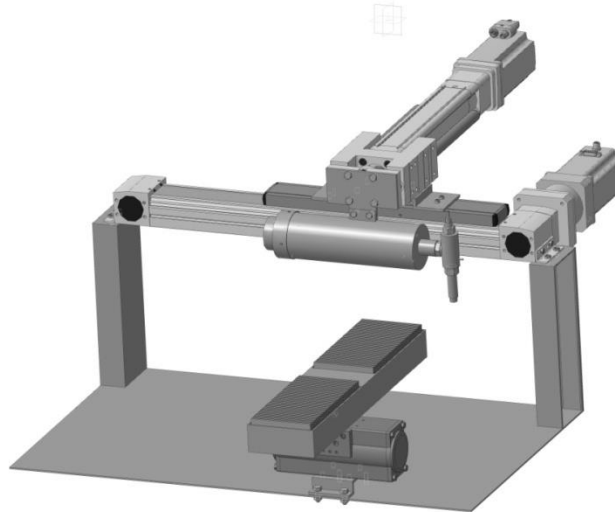


Рис. 4 Установка з числовим програмним керуванням

Висновки

Для реалізації процесу відновлення розроблено конструкторську документацію установки автоматизованого відновлення з використанням виконавчих механізмів з числовим програмним керуванням. Як виконавчі механізми застосовані механізми фірми FESTO – світового лідера у галузі автоматизації та механізації виробничих процесів.

В результаті нанесення покриття на партію деталей значно скорочуються витрати часу на встановлення та подальшу обробку деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 2237746 Российская Федерация, МПК С 23 С 24/04. Способ газодинамического нанесения покрытия и устройство для его осуществления / Каширын А. И., Ключев О. Ф., Шкодин А. В; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Одинский центр порошкового напыления». — № 2003100745/02; заявл. 14.11.03; опубл. 10.10.04, Бюл. №15 (II ч.).

2. Пат. 110552 Україна, МПК С 23 С 24/00. Пристрій для газодинамічного нанесення покриття з радіальною подачею порошкового матеріалу / Гайдамак О.Л.; заявник та патентовласник Гайдамак О.Л. — № а201405543; заявл. 23.05.14; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

Гайдамак Олег Леонідович – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vntu111@gmail.com

Кліменко Сергій Дмитрович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergijklimenko@gmail.com

Gaidamak Oleg Leonidovich – Ph.D, assistant professor of technology of wear resistance improvement Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu111@gmail.com

Klimenko Sergey Dmitrievich - student group ZV-17m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail sergijklimenko@gmail.com

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТЯ ГАЗОДИНАМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Досліджено закономірності формування фігури напilenня отриманої газодинамічним напilenням, її профілю та розмірів в залежності від дистанції напilenня. В перерізі фігура напilenня є майже симетричною відносно її осі, а її профіль у загальному випадку може бути описаний законом розподілення Гауса. Встановлено оптимальну відстань між суміжними проходами напильовального пристрою та залежність геометричних параметрів фігури напilenня від дистанції напilenня.

Ключові слова: газодинамічне напilenня, фігура напilenня, крок напilenня, розподілення Гауса.

Abstract

The patterns of formation of the spray pattern obtained by gas-dynamic spraying, its profile and sizes, depending on the spray distance, were studied. In the section, the deposition figure is almost symmetric in relation to its axis, and its profile in the general case can be described by the law of Gaussian distribution. An optimal distance between the adjacent spray gun passages and the dependence of the geometric parameters of the spray pattern on the spray distances is established.

Keywords: gas dynamic spraying, spray pattern, spraying step, Gauss distribution.

Вступ

Одним з перспективних напрямків розвитку сучасного машинобудування є створення технологій і пристроїв для нанесення функціональних покриттів на поверхні деталей машин, які можуть мати відновлювальні функції або особливі властивості.

Створення функціональних покриттів на поверхнях деталей дозволяє суттєво впливати на експлуатаційні характеристики на надавати цим поверхням нових, не притаманних матеріалу деталі, якостей. Наприклад створення покриттів на основі алюмінію на сталевих деталях може захистити ці деталі від корозії та суттєво змінити фрикційні властивості покритих поверхонь.

На кафедрі технології підвищення зносостійкості Вінницького національного технічного університету розроблено і виготовлено дослідну установку для газодинамічного нанесення функціональних покриттів. Принцип її дії ґрунтується на тому, що порошкові частинки розганяються до високих швидкостей, близьких до швидкості звуку, а при зіткненні з підкладкою вступають з нею в молекулярні зв'язки і здатні утворити міцне з'єднання з останньою та між частинками порошку [1, 2]. При цьому температура напильованої частинки є нижчою за температуру її плавлення. На рис. 1 показане фото установки газодинамічного нанесення функціональних покриттів. Основними елементами установки є нагрівач повітря 1 і головка для напильовання 2.



Рис. 1. Дослідна установка для газодинамічного нанесення функціональних покриттів: 1 – нагрівач повітря, 2 – головка для напильовання

Головка для напилювання (рис. 2) розганяє нагріте стиснуте повітря до швидкостей, які близькі до швидкості звуку. Стиснуте повітря проходить через зазор С - кільцевий критичний перетин. Критичним перетином вважається зона гирла сопла з мінімальною площею кільцевого зазору. Проходячи через критичний перетин відбувається прискорення швидкості руху газового потоку та падіння його тиску до значень, які менше атмосферного. Тобто створюється ефект ежекції, за рахунок якого всмоктується напилюваний матеріал у сопло установки і канал подачі 4, нагрівається гарячим стиснутим повітрям і транспортується з високою швидкістю до поверхні, на яку напилюється покриття. Напилюваний матеріал нерівномірно розподіляється по перерізу струменя гозо-порошкового потоку, який падає на поверхню. Якщо головка для напилювання не рухається відносно поверхні, на яку напилюється покриття, то утворюється конусоподібна фігура напилення.

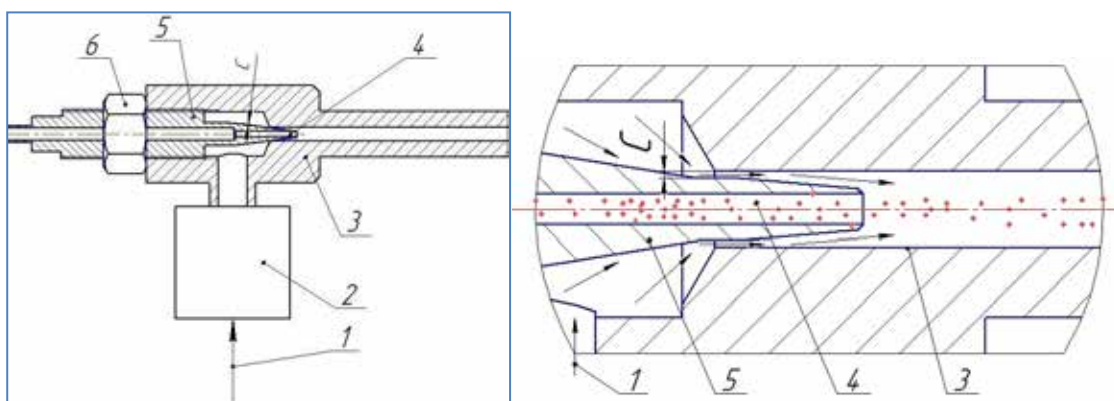


Рис. 2. Принципова схема головки для напилювання порошку газодинамічного пристрою нанесення функціональних покриттів: 1 - лінія подачі стиснутого газу, 2 – нагрівач газу, 3 – сопло, 4 – канал подачі матеріалу для напилювання, 5 – форсунка, 6 – гайка-фіксатор.

На сьогодні відсутня інформація про закономірності формування покриття та фігури напилення в залежності від відстані сопла до виробу та його осі. Крім того, відсутня інженерна методика розрахунку режимів напилення.

Метою роботи є дослідження закономірностей формування фігури напилення, її профілю та розмірів в залежності від дистанції напилення, та розробка інженерної методики розрахунку режимів нанесення покриття.

Результати дослідження

Вивчення процесу формування фігури напилення виконували за умов стаціонарного положення головки відносно підкладки, на яку наносилось покриття, але з поступовим збільшенням порції порошку.

Для напилювання використовувався порошок марки А20-11. Зважили три порції порошку: перша – 0,11 г, друга – 0,22 г, третя – 0,34 г. Дистанція напилювання 25 мм, температура стиснутого повітря 320-340 °С. Тиск стиснутого повітря 0,56 МПа. В результаті отримали три фігури напилення, що показані на рис. 3.

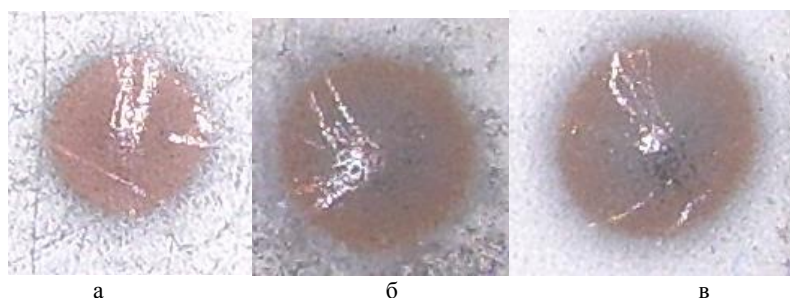


Рис. 3. Фігури напилення: а - зразок №1, б - зразок №2, в - зразок №3

Використовуючи мікрометр годинникового типу та стіл мікротвердоміра ПМТ-3 проміряли висоту профіля кожної фігури з кроком 0,25 мм.

В перерізі фігура напilenня є майже симетричною відносно її осі, а її профіль у загальному випадку може бути описаний законом розподілення Гауса. Використаємо для опису форми перерізу фігури напilenня криву Гауса у вигляді:

$$Y = y_0 \cdot e^{-\frac{r^2}{r_0^2}}, \quad (1)$$

де y_0 - товщина покриття на осі фігури напilenня; Y – висота профіля в залежності від відстані від осі фігури r ; r_0 - радіус розсіювання (підбирали емпірично з метою забезпечення найкращого співпадання кривої Гауса і експериментальних результатів).

$y_0 = 0,152, 0,41, 0,54$ для першого другого і третього зразка відповідно.

$r_0 = 1,88, 2,4, 2$ для першого другого і третього зразка відповідно.

Отримані експериментальним шляхом результати можна описати рівнянням регресії, отриманими за допомогою програми MS Excel та її функції «лінія тренду» рівняння якої показані на рис. 4.

З рівняння (2) за рисунком 4 знайдемо x

$$x = \frac{y_0 + 0,0207}{0,194}, \quad (4)$$

та підставимо x в рівняння (3) (за рис.4)

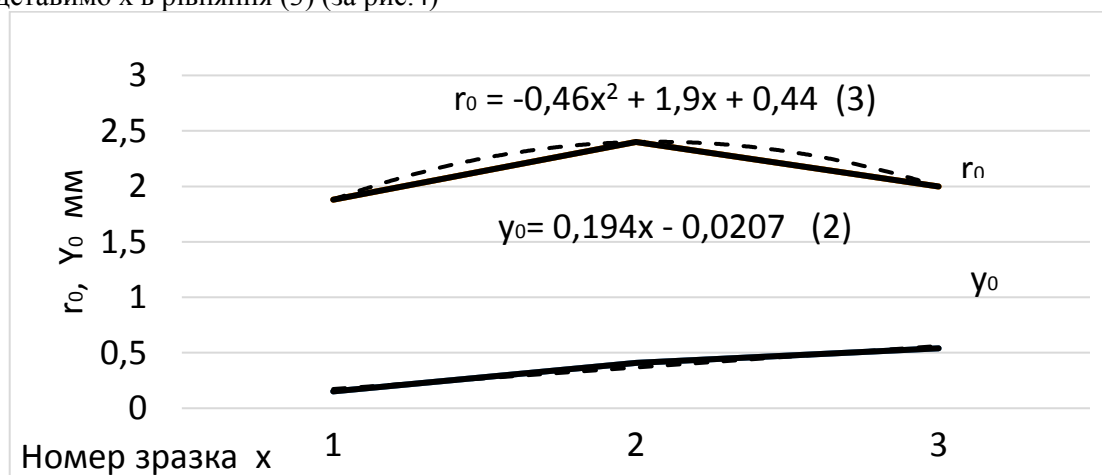


Рис. 4. r_0 – радіус розсіювання, y_0 – висота зразка, пунктирною лінією показані лінії тренда описані відповідними формулами (2) та (3)

$$r_0 = -0,46 \left(\frac{y_0 + 0,0707}{0,194} \right)^2 + 1,9 \left(\frac{y_0 + 0,0707}{0,194} \right) + 0,44. \quad (4)$$

Порівняємо отримані розподілення Гауса з експериментальними результатами, для чого накладемо теоретичне розподілення у відповідному масштабі на експериментальні результати (рис. 5).

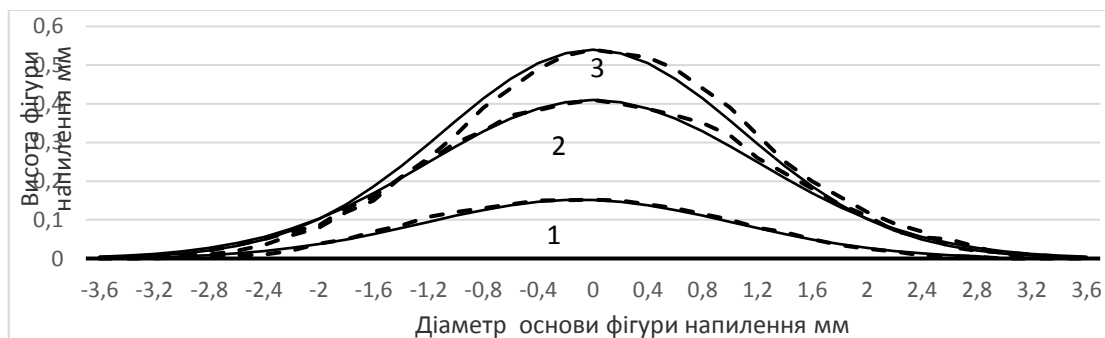


Рис. 5. Порівняння профілів фігур напilenня з розподіленням Гауса для зразків 1, 2, 3. Пунктирна лінія – виміряний профіль фігур напilenня.

Суцільна лінія – відповідне теоретичне розподілення Гауса.

Можна сказати, що розподілення Гауса з великою достовірністю описує профіль фігури напилення. Середня інтегральна відносна похибка функції Гауса не перевищує 9,5 %.

З'ясуємо, які найбільш оптимальні відстані (кроки) повинні бути між суміжними проходами (рис. 6, 7, 8).

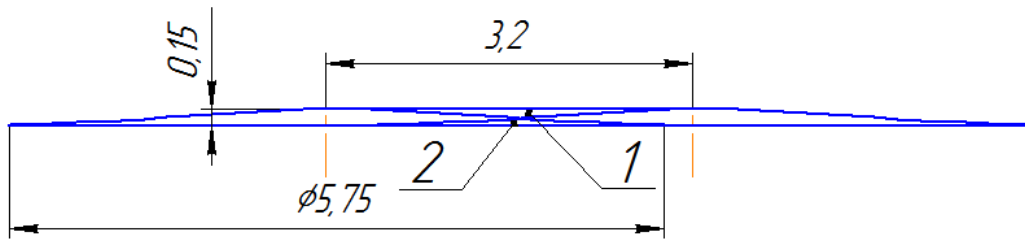


Рис. 6. Суміжні проходи для зразка №1

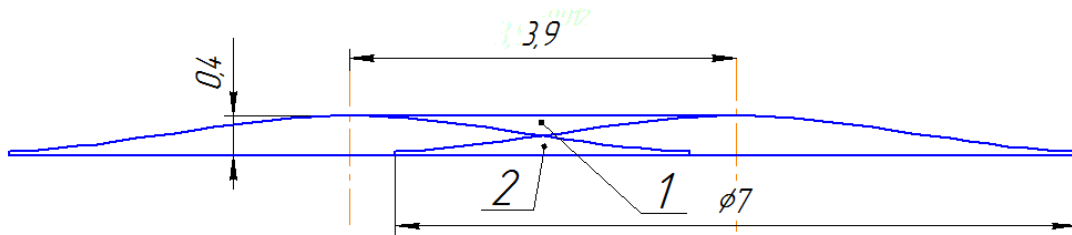


Рис. 7. Суміжні проходи для зразка №2

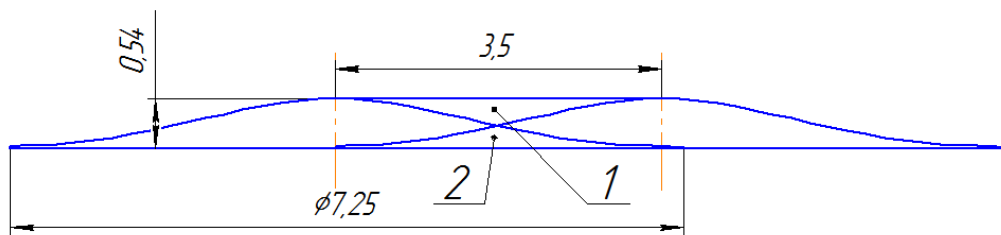


Рис. 8. Суміжні проходи для зразка №3

Найбільша рівномірність покриття спостерігається, якщо відстань між суміжними проходами буде забезпечувати рівність площ ділянок перекриття 1 та 2 як показано на рисунках 6, 7, 8. Ця відстань становить для зразків 1 - 3,2 мм, 2 - 3,9 мм, 3 - 3,5 мм, що відповідно становить для зразка 1 – 56%, 2 – 56%, 3 – 48%, від діаметра основи фігури напилення тобто із збільшенням висоти фігури напилення до 0,4 мм оптимальним буде крок 56%. Із збільшенням висоти до 0,54 мм оптимальний крок між проходами зменшується і становить 48% від діаметра основи фігури напилення.

З метою виявлення закономірностей зміни діаметра основи фігури напилення від дистанції до сопла провели експериментальне дослідження у такій послідовності:

1. Підготували для напилення підкладку зі сталі Ст. 3, розміром 40x40x0,8 мм – 3 шт.
2. Підготували 3 однакових порції порошку, по 2,5 г кожна.
3. Встановили дистанцію для 1, 2, 3, зразків 10, 30, 50 мм відповідно.
4. Запустили установку для напилення, вийшли на робочий режим (тиск 0,56 МПа, Температура 320 – 340°C). Провели напилення на різних дистанціях 10, 30, 50 мм.

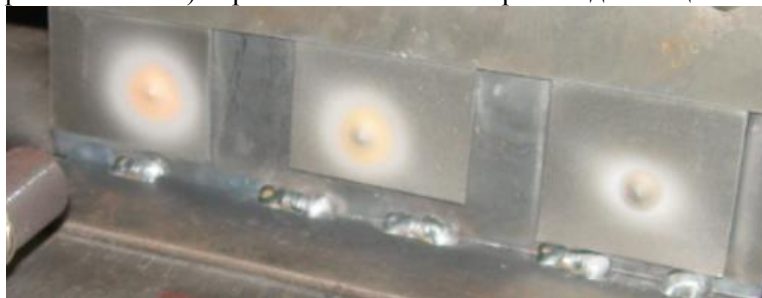


Рис. 9. Результати напилення для дистанцій справа наліво 10 мм, 30 мм, 50 мм.

- Виміряли геометричні розміри отриманих фігур напilenня (висота, діаметр, профіль плями). На рис. 9 видно, що фігуру напilenня можна умовно поділити на 2 зони. Перша зона – зона інтенсивного нарощування покриття, яка являє собою чітку фігуру «Гауса». Діаметр основи якої позначимо d . У другій зоні утворився незначний шар покриття товщиною 0,01-0,02 мм.
- За результатами вимірювань побудували в масштабі 1:1 схему руху напильовального струменя та утворених плям покриття (рис. 10).

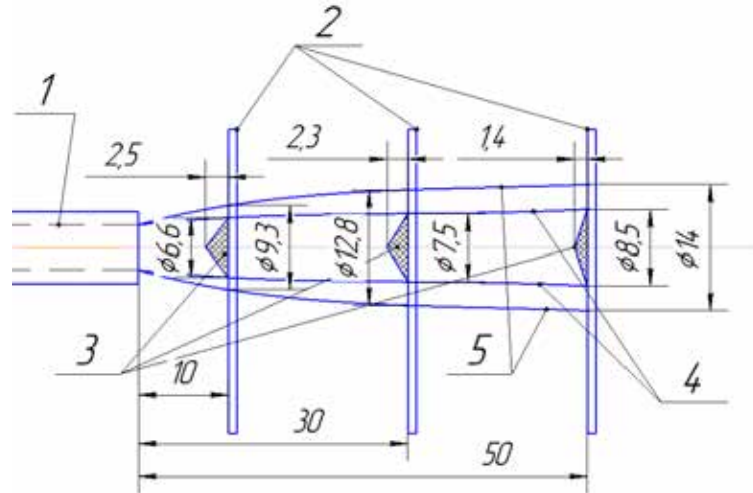


Рис. 10. Геометричні параметри розпилувального струменя та фігури напilenня: 1 – сопло, 2 – сталеві пластини, 3 – фігури напilenня, 4 – перша зона напilenня, 5 – друга зона напilenня

За наведеними результатами побудували графіки залежності геометричних параметрів від дистанції напilenня (рис. 11).

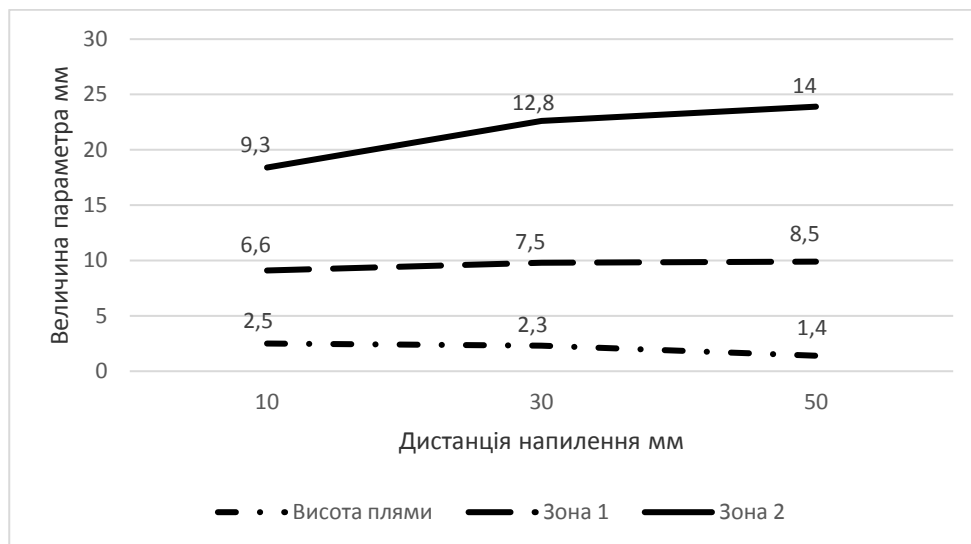


Рис. 11. Графіки зміни геометричних параметрів плями напilenня в залежності від дистанції до сопла

Висновки

Досліджено закономірності формування фігури напilenня отриманої газодинамічним напilenням, її профілю та розмірів в залежності від дистанції напilenня. В перерізі фігура напilenня є майже симетричною відносно її осі, а її профіль у загальному випадку може бути описаний законом розподілення Гауса. Встановлено оптимальну відстань між суміжними проходами напильовального пристрою та залежність геометричних параметрів фігури напilenня від дистанції напilenня.

Отримання результати можуть бути використані для розробки інженерної методики розрахунку режимів напылення процесів я яких формування фігури напылення відповідає нормальному розподіленню Гауса.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алхімов А.П. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. / Алхімов А.П., Клинков С.В., Косарев В.Ф., Фомин В.М. Под ред. В.М.Фомина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 536 с.
2. Пат. 110552 Україна, МПК С 23 С 24/04. Пристрій для газодинамічного нанесення покриттів з радіальною подачею порошкового матеріалу / Гайдамак О. Л; заявник та патентовласник Гайдамак О. Л. — No a201405543; заявл. 23.05.14; опубл. 12.01.16, Бюл. No1.

Гайдамак Олег Леонідович— канд. техн. наук, доцент, кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, , e-mail: vntu111@gmail.com

Gaidamak Oleg Leonidovich – Ph.D, associate professor, department of technology for increasing wear resistance, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu111@gmail.com

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЗВАРЮВАННЯ ПІД ВОДОЮ НА ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ЗВАРНОГО ШВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Класичне підводне зварювання супроводжується значними труднощами як технологічного так і металургійного характеру, а якість отриманих з'єднань значною мірою залежить від кваліфікації зварника. В роботі запропоновано підхід який дозволяє виключити вплив людського фактору на процес формування зварного шва, шляхом реалізації підводного зварювання лежачим покритим електродом. Розглянуто вплив режимів та просторового розміщення електроду на якість зварних швів сформованих під водою.

Ключові слова: Зварювання під водою, лежачий електрод, підводне різання, людський фактор.

Abstract

Classical underwater welding is accompanied by considerable technological and metallurgical difficulties, and the quality of the resulting compounds largely depends on the qualifications of the welder. The paper proposes an approach that eliminates the influence of the human factor on the process of weld seam formation, through the implementation of underwater welding by a laminate coated electrode. The influence of modes and spatial positioning of the electrode on the quality of welds formed under water is considered.

Keywords: Welding under water, lying electrode, underwater cutting, human factor.

Вступ

Зварювання під водою широко використовується під час будівництва гідротехнічних споруд, ремонту кораблів і підводних частин портових і нафтопромислових металевих конструкцій [1-2]. Суть процесу зварювання під водою полягає в тому, що теплота дуги випаровує і розкладає воду, створюючи навколо дуги газову порожнину. В процесі такого зварювання виникають труднощі пов'язані з обмеженою видимістю в наслідок інтенсивного газовиділення та ускладненою рухливістю зварника за рахунок громіздкого спорядження. В таких умовах праці не завжди вдається забезпечити необхідну якість зварних з'єднань, не дивлячись на досить високу кваліфікацію зварників.

Одним із шляхів зменшення впливу людського фактору на якість отриманих з'єднань є використання технології зварювання лежачим електродом [3]. Однак опису застосування таких технологій під водою в оглянутих літературних джерелах не знайдено.

Метою роботи є дослідження впливу параметрів зварювання а саме: величини зварювального струму, просторового положення електрода на якість формування шва при зварюванні під водою лежачим електродом.

Результати дослідження

Для проведення експериментальних досліджень було використано штучні покриті електроди марки АНО-36 діаметром 3-6 мм, ємність заповнена водою, джерело електричного струму Selma ВДМ 6303s у комплексі з баластним реостатом РБ-302. Процес зварювання лежачим електродом виконували у горизонтальному, вертикальному та стельовому положенні (рис. 1). Для цього електрод, опускали в посудину заповнену водою, і фіксували на досліджуваному зразку в необхідному положенні. Класично при виконанні з'єднань під водою перед початком зварювання виконується продувка для створення повітряного пузиря в якому запалюється дуга [4-5]. Нами розроблена та використана технологія запалювання дуги за якою торець електрода замикається з досліджуваним зразком через тонкий дріт, який швидко розплавлявся, тим самим утворюючи при нагріванні повітряний пузир в якому запалюється дуга.

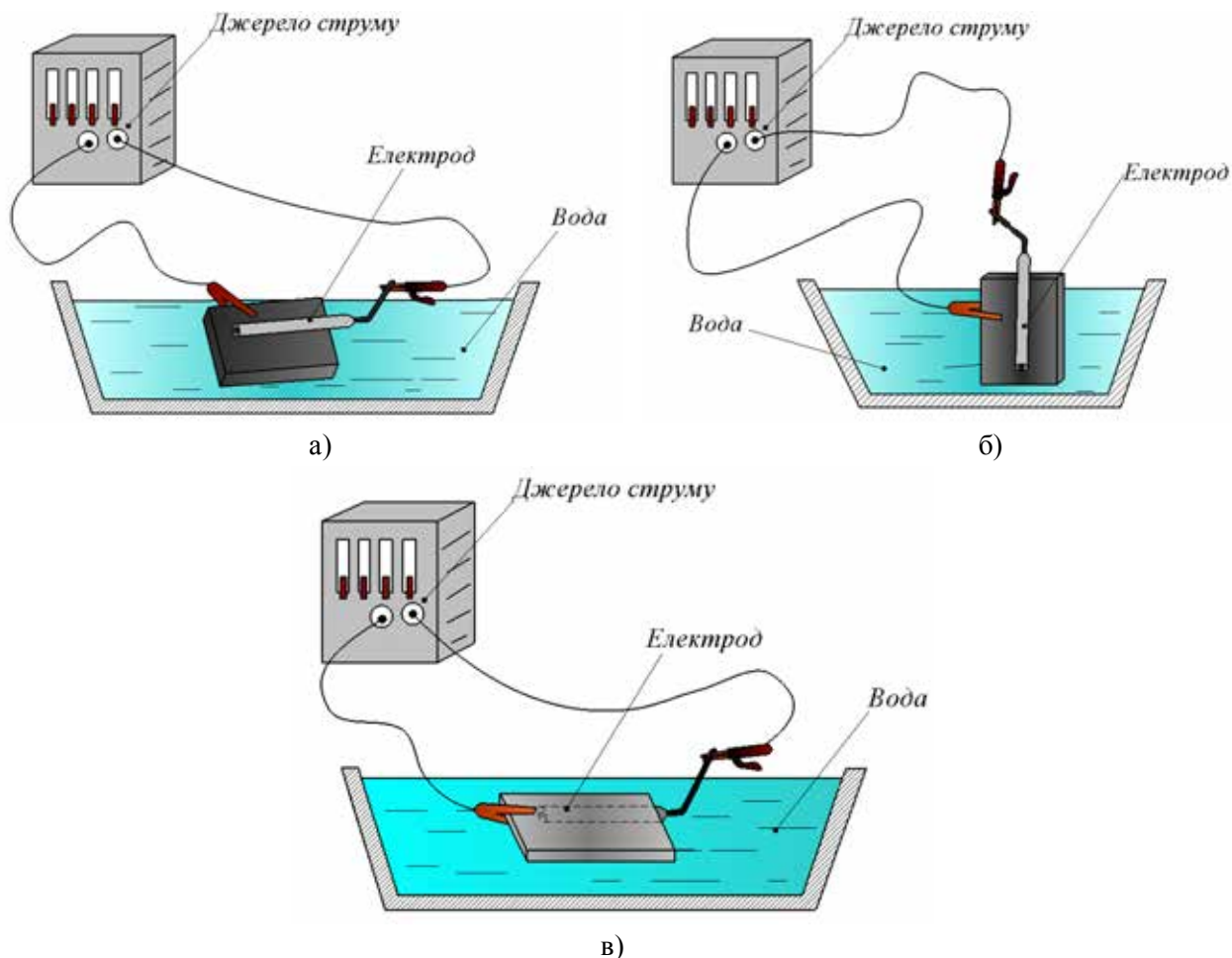


Рисунок 1 – Схема зварювання під водою лежачим електродом у: а) горизонтальному положенні; б) вертикальному положенні; в) стельовому положенні.

Основними параметрами режиму ручного дугового зварювання є діаметр електроду, сила, рід та полярність струму. Експериментально встановлено, що зі збільшенням діаметру електроду покращується стабільність горіння дуги під водою, збільшується переріз сформованого шва та його однорідність. В процесі зварювання електродами діаметром більше 5 мм спостерігалось надмірне дуття, яке призводило до розбризкування та нерівномірності зварного шва, тому оптимальним є використання електродів діаметром 4-5 мм. В результаті проведених експериментів було з'ясовано, що зварювання під водою лежачим електродом можливе у широкому діапазоні зварних струмів, однак від їх величини залежить якість зварного шва, особливо у положеннях відмінних від нижнього. Так при зварюванні у нижньому положенні електродом діаметром 4 мм процес стабільний починаючи зі 100 А. При подальшому збільшенні сили струму зростає глибина проплавлення та продуктивність процесу. Разом з тим зі збільшенням струму більше 180 А спостерігається підвищене дуття дуги та розбризкування.

Інтенсивне тепловідведення від реакційної зони зварювання під водою дозволяє виконувати вертикальне зварювання з гори в низ, що практично не можливе при звичайних умовах покритим електродом. Однак для забезпечення якісного формування шва потрібно більш ретельно обирати силу зварного струму, яка для електродів діаметром 4 мм становить 140-150 А.

Зварюванням у стельовому положенні лежачим електродом вдалося отримати якісні зварні шви на струмах до 140 А. З подальшим збільшенням струму шов формувався зі збільшеним неоднорідним підсиленням.

Проведеними дослідженнями також встановлено, що зі зменшенням товщини зварюваних деталей, менше 3 мм якісного з'єднання досягти не вдалося, оскільки при встановленні оптимальних режимів, які забезпечують стабільне горіння дуги, відбувається прогорання деталей. Позитивною

стороною цього процесу є можливість використання лежачого електроду для різання тонколистових конструкцій, яке можна виконувати по криволінійних траєкторіях шляхом вигинання електроду.

Висновки

Проведеними експериментальними дослідженнями доведено придатність технології зварювання лежачим електродом для використання під водою. Розроблено технологію запалювання дуги з використанням дрітків малого перерізу, яка дозволяє позбутись використання продувки перед зварюванням. Досліджено вплив величини зварювального струму на процес формування зварного шва у різних просторових положеннях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакалець Д. В. Технологія підводного зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. В. Вергелес // 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-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2942>.
2. Каховський М. Ю. Розробка нових зварювальних матеріалів для мокрого підводного зварювання високолегованої корозійностійкої сталі/ М. Ю. Каховський. Технология органических и неорганических веществ. – Київ. – 2015. – № 5/7(25) – С. 33–35.
3. Бакалець Д. В. Отримання зносостійких покриттів наплавкою лежачим електродом під шаром флюсу [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець // 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-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2999>.
4. Каховський М. Ю. Порошковий самозахисний дріт для підводного зварювання високолегованої корозійностійкої сталі 12X18H10T/ М. Ю. Каховський. // Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України. – 2014. – № 11(14) – С. 12–15.
5. Каховський М. Ю. Інноваційна технологія механізованого мокрого зварювання високолегованої корозійностійкої сталі/ М. Ю. Каховський. // Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона Національної академії наук України. – Київ. – 2015. – № 11(4) – С. 25–31.

Шугайло Олег Іванович — студент групи 13В–15Б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: 1zv.15b.shugailo@gmail.com ;

Бакалець Дмитро Віталійович —доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Shugsilo Oleg I.—student of 1 zv-15b, Faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,e-mail: 1zv.15b.shugailo@gmail.com;

Bacalets Dmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТАРИ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Величина залишкових деформацій зварних конструкцій залежить від багатьох умов: геометрії виробу, способів та режимів зварювання, кваліфікації зварника і інших. Однак одним із визначальних факторів для просторових конструкцій є послідовність виконання зварних швів. В роботі на прикладі виробу EL-41, який відноситься до універсальної транспортно технологічної тари, проведено кінцево-елементний аналіз напружено-деформованого стану для різних схем зварювання. Встановлено, що послідовність виконання зварних швів суттєво впливає на формування геометрії готового виробу.

Ключові слова: транспортно технологічна тара, зварювання, кінцево-елементний аналіз, напружено-деформований стан.

Abstract

The value of the residual deformations of welded structures depends on many conditions: the geometry of the product, the modes of welding, qualifications of the welder, and others. However, one of the decisive factors for prospective constructions is the sequence of welds. In the work on the example of the product EL-41, which relates to the universal transport technological packaging, a finite-element analysis of the stress-strain state for various welding schemes was conducted. It has been established that the sequence of welds seamlessly affects the formation of the geometry of the finished product.

Key words: transport-technological packaging, welding, finite-element analysis, stress-strain state.

Вступ

Зварювання є одним із найпоширеніших методів виготовлення металевих виробів, в тому числі транспортно-технологічної тари для автомобільної промисловості. Однак при зварюванні виникають і певні проблеми. Одна із основних проблем пов'язана з властивістю металів змінювати свої розміри та деформуватися при нагріванні та охолодженні в процесі зварювання [1]. Причинами виникнення деформацій є нерівномірне нагрівання основного металу, ливарна усадка зварного шва та зміна об'єму металу при структурних перетвореннях в зоні термічного впливу.

Загальновідома практика з вирішення вищеописаної проблеми полягає в мінімізації залишкових деформацій і знятті залишкових напружень [2-3]. Наразі відомо багато ефективних способів зменшення залишкових напружень, наприклад шляхом механічної, термообробки та інших. Однак ефективнішим є використання підходів, що дозволяють зменшити залишкові напруження та деформації, в процесі виготовлення [4-5].

Метою роботи є дослідження можливості підвищення точності виготовлення металоконструкцій за рахунок удосконалення технологій зварювання.

Результати дослідження

Для досліджень було обрано виріб EL-41 (рис. 1.1) виробництва якого було замовлено одному із українських підприємств. Даний виріб відноситься до універсальної транспортно-технологічної тари і повинен відповідати вимогам DIN 7168 та внутрішнім стандартам фірми замовника. Разом із

замовленням надано технічну документація виробу, який виготовляється з стандартного металопрокатного профілю, профільних труб та листових заготовок із зазначеними допустимими відхиленнями.

Будь яке виробництво нової серії починається з розробки технологічного процесу та виготовлення контрольного зразка виробу. Підприємство розробило технологічну послідовність виготовлення, яка складається з операцій: виготовлення заготовок у розмір шляхом порізки металопрокату на стрічковій пилі та плазморізі з ЧПУ; викушування конденсаційних отворів на краях профільних труб, свердління та інші механічні операції; складання виробу на універсальному збиральному пристосуванні з використанням упорів, затискачів, прихватів і фіксаторів (рис. 1.2); виконання прихваток довжиною 0,5 – 1мм для попередньої фіксації положення заготовок виробу; виконання зварювання виробу методом «на прохід».

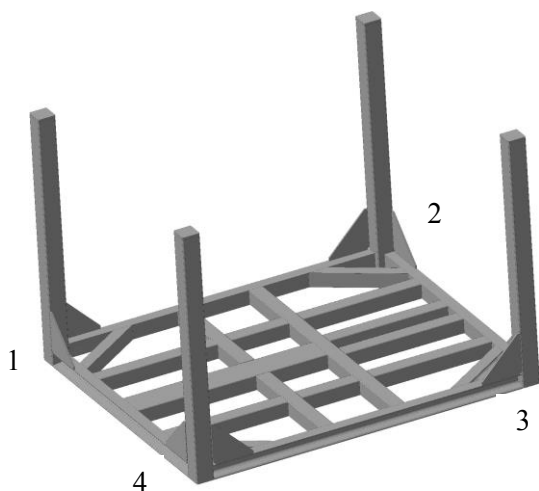


Рисунок 1.1 –Виріб EL–41



Рисунок 1.2 – Зборка виробу EL– 41 перед зварюванням.

Виконавши зварювання фахівці підприємства провели контрольні виміри, які показали відхилення від розмірів, пов'язані з деформацією конструкції, що не входять в поле допусків. Дані дефекти виникли внаслідок неправильно підбраної технології зварювання, і призвели до утворення залишкових напружень у конструкції, які після вивільнення виробу із зварювального кондуктора zdeформували його.

Зважаючи на те, що одним з факторів, що впливають на величину залишкових напружень і деформацій є порядок накладання швів [2, 5], вирішено змодельовати процес зварювання при різних послідовностях їх виконання щоб дослідити зону термічного впливу для кожного випадку, та визначити напруження та деформації у контрольних точках виробу.

Оскільки найбільші остаточні деформації виникають при зварюванні «на прохід», тому під час моделювання враховано загальні рекомендації про те, що шви потрібно виконувати від середини до кінців виробу. Зменшує напруження та деформації також зворотньоступеневе зварювання та зварювання каскадом. Зважаючи на те, що виготовлення однієї конструкції на виробництві можливе чотирьома зварювальниками, вирішено змодельовати виконання швів одночасно у різних конфігурації та послідовності.

В результаті моделювання процесу зварювання в середовищі програми кінцево-елементного аналізу отримано параметри, які можна використати як для розробки зварного виробу EL–41, так і під час його виготовлення.

У першому випадку зварювання проводили на одній стороні внутрішнього ребра конструкції. Вимірювання проводилося у чотирьох точках, що розміщені по кутах основи конструкції (рис. 1.1), оскільки вони зазнають найбільших деформацій. За рахунок того, що стінки профільних труб, які складають основу конструкції, мають досить товсті стінки (5мм), а тепловий вплив є відносно концентрованим, то в результаті це призводить до мінімального поширення тепла в конструкції, і відносно невеликих деформацій (рис. 1.3 а).

Максимальні значення зафіксовані в контрольних точках 2 та 3, тому що вони знаходилися найближче до місця зварювання. Точки 1 та 4 здеформувалися найменше.

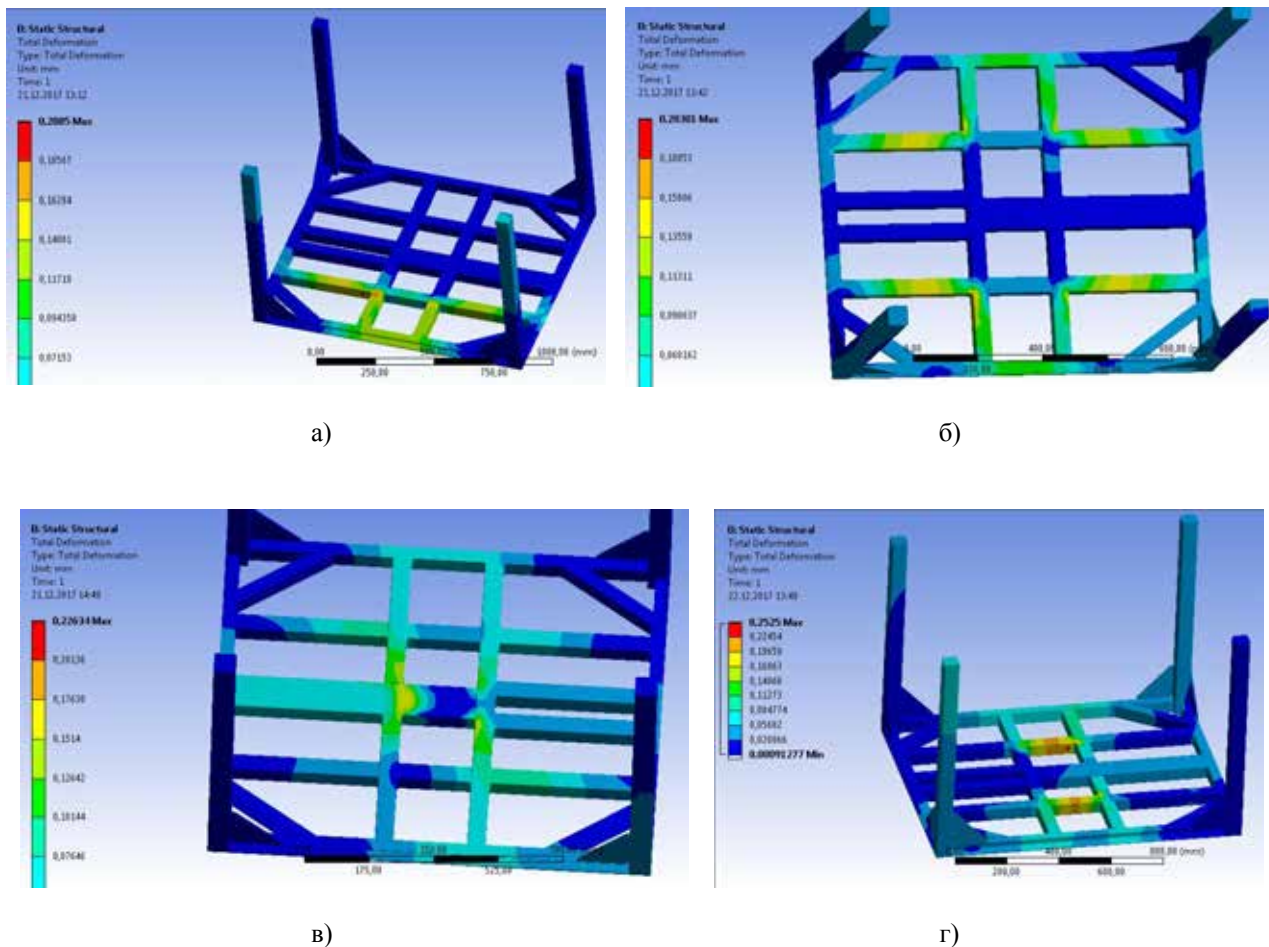


Рисунок 1.3 –Поля деформацій при зварюванні: а) на одній стороні внутрішнього ребра; б) по зовнішнім кутам внутрішнього контуру; в) по боках центральної балки; г) по внутрішнім кутам внутрішнього контуру

У другому випадку зварювання проводили по зовнішніх кутах внутрішнього контуру виробу. В цьому випадку максимальні значення зафіксовані в контрольних точках 1 та 3. Точки 2 та 4 здеформувалися найменше. При цьому спостерігається симетричність деформацій (рис. 1.3 б).

У третьому випадку зварювання проводили в центральній частині виробу по боках центральної балки. В цьому випадку максимальні значення зафіксовані в контрольних точках 1 та 3. Точки 2 та 4 здеформувалися найменше (рис. 1.3 в).

У останньому випадку зварювання проводили в центральній частині по внутрішнім кутам внутрішнього контуру. При цьому максимальні значення деформацій спостерігаються по усім координатам, відносно інших способів.

З точки зору деформацій найбільш сприятливим є випадок, коли зварювання виконували на одному з внутрішніх ребер конструкції. Однак коли є можливість відхилення розмірів конструкції і при необхідності забезпечення площинності, найбільш оптимальним є спосіб коли зварювання відбувається по зовнішніх кутах внутрішнього контуру виробу. У випадку, коли зварювання спочатку проводили в центральній частині виробу найбільші деформації спостерігаються по координатам X, Y. В випадку, коли зварювання проводили в центральній частині по контуру балок виробу значення деформацій досягали максимального значення.

Оскільки основа конструкції жорстко закріплена найбільше на остаточні деформації конструкції впливають зварні шви, що виконуються останніми. З цієї точки зору, з врахуванням отриманих

результатів, оптимальним є підхід коли зварні шви виконуються з центру і завершуються на полицях близьких до краю виробів.

Висновки

В результаті моделювання процесу зварювання виробу EL– 41 досліджено зони термічного впливу, та визначено загальні напруження та деформації у контрольних точках виробу при різній послідовності зварювання. Дані, що отримано у програмі кінцево-елементного аналізу опрацьовано у середовищі програми EXCEL. Це дозволило дати рекомендації щодо зварювання режимів зварювання, та вибрати таку послідовність виконання зварних швів, при якій відбувається оптимальний тепловий вплив на виріб, та мінімальні його деформації.

Шляхом кінцевоелементного аналізу змодельовано процес одночасного зварювання декількох швів у різній конфігурації. Встановлено зменшення допустимих розмірно – габаритних відхилень у випадку зварювання по одній стороні внутрішнього ребра на 57 - 61%, та зменшення відхилень площинності у випадку зварювання по внутрішньому контурі до 70%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. — М.: Машиностроение, 1974. — 768 с.
2. Савуляк В. І. Мінімізація деформацій та напружень в рамних конструкціях під час приварювання накладок для підсилення / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець // Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития : материалы III международной научно-технической конференции, 2-5 октября 2012 г. / под общ. ред. д-р. техн. наук Н.А. Макаренко. – Краматорск : ДГМА. – 2012. – С. 131.
3. Savulyak V. I. Improvement of strengthening and repair of frame structures welding methods / V. I. Savulyak, S. A. Zabolotniy, D. V. Bakalets / Tehnomus «New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies» jurnal / Romainia. – 2013. – №20. – С. 189-192.
4. Бакалець Д. В. Підвищення надійності та відновлення металоконструкцій транспортних та сільськогосподарських машин / Д. В. Бакалець, В. І. Савуляк, // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – Випуск 11(66). – Т. 2. – С.302–306.
5. Савуляк В. І. Мінімізація деформацій та теплових впливів у рамних конструкціях під час приварювання накладок для підсилення / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, Д. В. Бакалець // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – № 4. – С.101 – 106.

Бакалець Дмитро Віталійович — доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Тарасюк Володимир Миколайович – студент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Bacalets Dmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Tarasyuk Vladimir N. — student of the department of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University.

ВДОСКОНАЛЕННЯ НАГРІВАЧА СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано вдосконалення нагрівача стиснутого повітря газодинамічного напилувального пристрою. Нагрівальні елементи нагрівача являють собою ніхромову спіраль розміщену у керамічних трубках встановлених в окремому корпусі, який в свою чергу встановлено в середину зовнішнього корпусу, а між корпусами створено повітряну сорочку охолодження.

Ключові слова: нагрівач, стиснуте повітря, газодинамічний напилувальний пристрій..

Abstract

The improvement of the compressed air heater of the gas-dynamic spray device is proposed. The heating elements of the heater are a nichrome spiral placed in ceramic tubes installed in a separate housing, which in turn is installed in the middle of the outer housing, and between the cases a cooling shirt is created.

Keywords: heater, compressed air, gas-dynamic spray device.

Вступ

Сьогодні широко використовуються методи відновлення поверхонь деталей. Одним із таких методів є газодинамічний метод нанесення покриття [1, 2]. Даний метод є економічно вигідним та простим у його реалізації та не потребує складного обладнання. Для нанесення покриття газодинамічним способом використовується обладнання, конструкція якого забезпечує створення надзвукового газового струменю з підвищеною температурою і введення у цей струмінь порошкового матеріалу який прискорюється до швидкості необхідної для формування покриття.

Метою роботи є вдосконалення газодинамічного напилувального пристрою шляхом спрощення конструкції для досягнення максимальної продуктивності.

Результати дослідження

Нова конструкція газодинамічного напилувального пристрою показана на рис. 1. Він складається з внутрішнього корпусу 6, в якому за допомогою жароміцної пасти 9 змонтовано керамічні трубки 8, в яких розміщено спіралі нагрівального елемента з ніхромового дроту. Корпус 6 за допомогою воронки 10 закріплено до зовнішнього корпусу 1. Між корпусами 1 та 6 створено повітряну сорочку, через яку вдувається стиснуте повітря за допомогою трубки 14. Таким чином забезпечується ефективне охолодження корпусу 1, тому, що холодне стиснуте повітря спочатку обдуває ворочку охолодження а потім потрапляє в керамічні трубки 8, де нагрівається до високих температур і далі потрапляє в сопло Лавалю 11 та гармату 13. При проходженні повітря крізь сопло Лавалю, повітря прискорюється, а його тиск падає нижче атмосферного. Завдяки чому виникає ефект ежекції, а в гармату 13 всмоктується порошковий напилувальний матеріал через штуцер 12, і далі розганяється і переноситься на поверхню деталі напилувальний пристрій має такі характеристики . Нагрівач потужністю $P = 2500$ Вт; напруга мережі $U = 220$ В; температура нагрівача 800°C ., Температура стиснутого повітря 400°C . Як нагрівальний елемент використовується ніхромовий дріт Х20Н80 $\varnothing 0,8$ мм та довжиною 5,19 м; сила струму $I = 11,36$ А; опір $R = 19,36$ Ом. Даний пристрій призначений для стаціонарного використання, та мобільного.

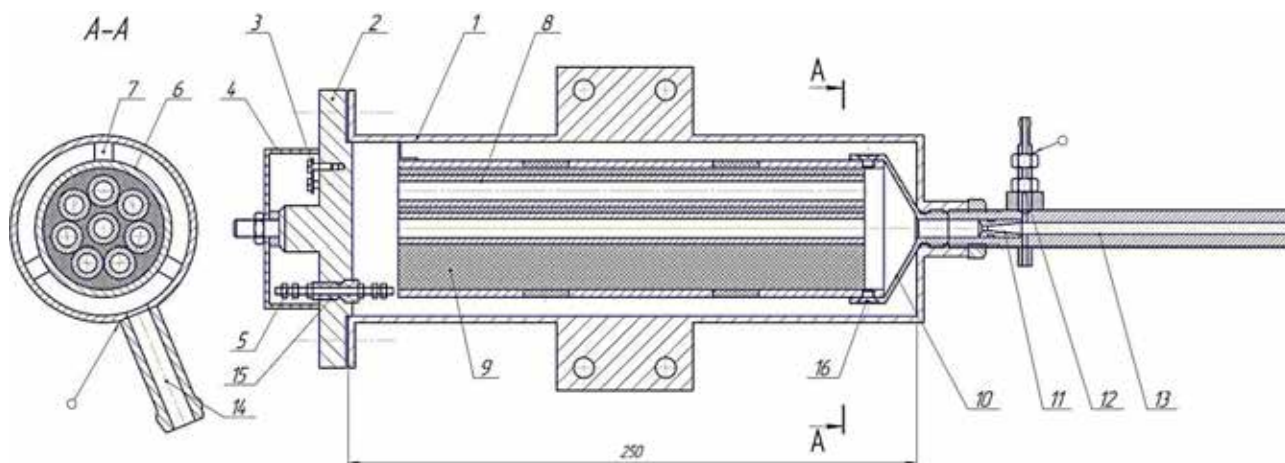


Рис. 1. Схема газодинамічного напилувального пристрою.

1-корпус; 2-кришка; 3-прижимні гвинти; 4-захисний кожух; 5-струмопровідні гвинти; 6-корпус;
7-пружинні ніжки; 8-керамічні трубки; 9-жароміцна паста; 10-воронка; 11-сопло Лавалю; 12-штуцер; 13-гармата; 14-трубка; 15-ізоляційна манжета; 16-гвинт, 17-трубка термопари.

Висновки

Виготовивши даний пристрій та провівши досліди було встановлено, що він є економічно вигідним, добре охолоджує корпус, та нагріває стиснуте повітря до необхідних значень, завдяки новій впровадженій конструкції. Яка полягає у тому, що керамічні трубки 8 розміщені у нагрівальному блоці, який встановлено з зазором по відношенню до основного корпусу 1, а повітря проходить в цей зазор, одночасно охолоджує корпус 1 і попадає в трубки з нагрівальною спіраллю. Завдяки цій технології, повітря допомагає зберегти корпус 1 холодним а тепло використовується для нагріву тільки стиснутого повітря і не розсіюється на навколишні деталі напилувача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 110552 Україна, МПК С 23 С 24/04. Пристрій для газодинамічного нанесення покриттів з радіальною подачею порошкового матеріалу / Гайдамак О. Л.; заявник та патентовласник Гайдамак О. Л. — No a201405543; заявл. 23.05.14; опубл. 12.01.16, Бюл. No1.2. Гайдамак О.Л.
2. Алхімов А.П. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. / Алхімов А.П., Клинков С.В., Косарев В.Ф., Фомин В.М. Под ред. В.М.Фомина. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 536 с.

Гайдамак Олег Леонідович - к.т.н., доц., кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет.

Дмитрієв Максим Сергійович - студент групи ЗВ-17м, Вінницький національний технічний університет.

Gaidamak Oleg Leonidovich – Ph.D, associate professor, department of technology for increasing wear resistance, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu111@gmail.com

Dmytriiev Maxym Sergeevich - student group ZV-17m, Vinnytsia National Technical University.

МІКРОСТРУКТУРНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПІД ВПЛИВОМ КОНТАКТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПОВЕРХНЕВИХ НАПЛАВЛЕНИХ ШАРАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі показано вплив контактних навантажень на формування мікроструктури та властивостей робочого наплавленого шару вала в процесі модифікації поверхні

Ключові слова: мартенситні перетворення, контактні навантаження, мікроструктура, наплавлений шар, твердість.

Abstracts

In the work the influence of contact loads on the formation of microstructure and properties of the working surfaced shaft layer in the process of surface modification is shown.

Keywords: martensitic transformations, contact loads, microstructure, surfaced layer, hardness.

Вступ

Причиною не достатньої експлуатаційної стійкості деталей, які працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування зі значними контактними навантаженнями є сучасні тенденції росту експлуатаційних навантажень. Тому актуальним є питання подовження строку їх служби.

Метою роботи є дослідження мікроструктури наплавленого металу з обраним вмістом легуючих елементів, що піддавали контактним навантаженням, та їх вплив на службові властивості матеріалу.

Результати дослідження

Дослідження проводили на заготовках зі сталі Ст.3 ДСТУ 2651-94.

Нанесення покриття на поверхню зразків здійснювалося електродуговим наплавленням на постійному струмі зворотньої полярності. Джерелом струму був випрямляч ВДУ-504.

Наплавлення проводили електродом марки ЦЛ-11 ГОСТ2246-70, діаметр електроду $d=3$ мм, на зварювальному струмі 65А та електродом АНО-36 (Е 46) ТМ CONTINENT ГОСТ 9466 діаметр $d=4$ мм, зварювальний струм 110 А.

Деформаційн зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Бринеля і Роквелла. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленого металу HRC_{co} , потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавнення сталеві кульки тведоміра Бринля [1].

Внаслідок розвитку деформаційного мартенситного перетворення в наплавленному металі електродом АНО-36 досягнуто показників здатності до зміцнення на рівні сплавів, у яких цей показник отримано за рахунок рівня легування карбідотворюючими елементами (хромом, марганцем), а також максимальний показник ступеню зміцнення Δ .

За результатами проведених досліджень отримали залежність твердості наплавленого шару від кількості вдавлювань індентора Бринеля, а відповідно від степені деформації наплавленого шару (рисунок 1).

З погляду здатності металу до деформаційного зміцнення і його зносостійкості оцінювалися службові властивості наплавленого металу.

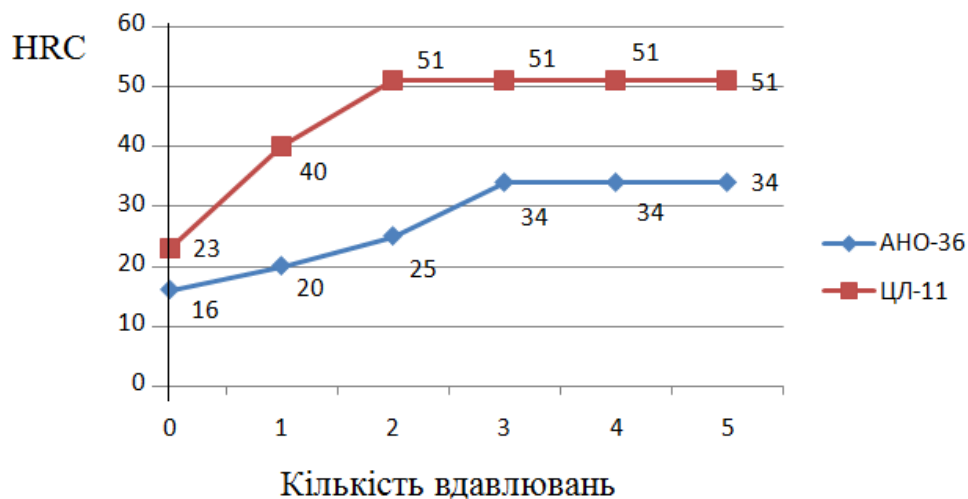


Рисунок 1 –Залежність твердості наплавленого шару від кількості вдавлювань індентора

На рис. 2 показано зразок з наплавленими шарами електродами АНО-36 та ЦЛ-11, з вимірами вдавлювань на приладі Бринеля



Рисунок 2 –Наплавлений зразок

Металографічні дослідження структури наплавленого металу здійснювались на травлених шліфах мікроскопом МІМ-8.

Для наплавленого шару електродом ЦЛ-11 – травник на основі хлористого заліза, а для шару наплавленого електродом АНО-36 – на основі азотної кислоти.

При наплавленні хром-нікелевими електрдами, яким є ЦЛ-11, утворюється шар литої вуглецевої сталі, в якій виникла структурна мікронеоднорідність, що являє собою аустенітну матрицю з включеннями дисперсних карбідів хрому (Cr_7C_3) та марганцю $(\text{FeMn})_3\text{C}$, у середині аустенітних зерен. Карбідні включення зміцнюють аустенітну матрицю, і дозволяють одержати твердість наплавленого металу в межах 22-24 HRC, (249-250 HB) без термічної обробки.

Мікроструктура наплавленого металу у вихідному стані після наплавлення електродом АНО-36 – ферито-перлітна матриця, твердість наплавленого металу в межах 15-18HRC, (200-220 HB) без термічної обробки.

На рис. 3 показано мікроструктура наплавлених шарів після контактного навантаження (вдавлювань індентора за методом Бринеля).

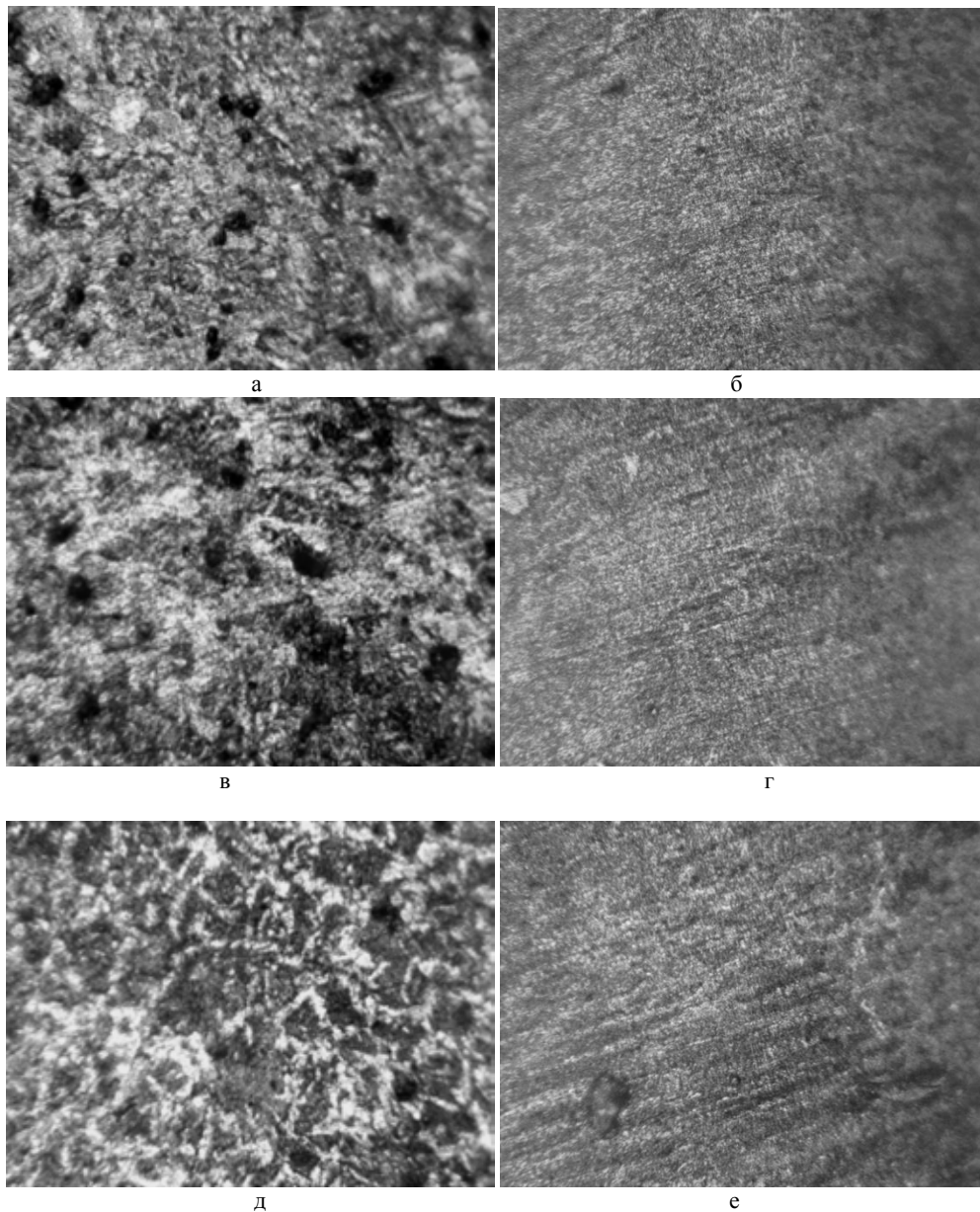


Рисунок 3 – Мікроструктура наплавлених шарів після контактного навантаження (x500)
 Одне вдавлювання індентора: а) електрод АНО-36; б) електрод ЦЛ-11
 Два вдавлювання індентора: в) електрод АНО-36; г) електрод ЦЛ-11
 Три вдавлювання індентора: д) електрод АНО-36; е) електрод ЦЛ-11

Як показано на рис.3а після однократного вдавлювання індентором в структурі металу проявилась дрібнодисперсна структура в наплавлених шарах електродом з АНО-36 у феритній матриці з'явився подрібнений перліт. Після двократного вдавлювання індентора - перліт перетворився в грубі колонії, після третього вдавлювання утворилась сітка перліта в феритній матриці з твердістю 33-35 HRC₃, що свідчить про зміцнення поверхневого шару та створення сприятливої структури з точки зору інженерії поверхні.

На мікроструктурах наплавлених шарів електродом ЦЛ-11 спостерігається зміна форми структурних складових під дією контактної навантаження. В цьому випадку у наплавленому шарі, легованого хромом, марганцем, нікелем після застигання та розпаду неоднорідного аустеніту спостерігається скупчення перліту з вкрапленнями складних дрібних карбідів. Під дією контактних навантажень, карбідні включення отримали направлене розташування, ніби протистоять розповсюдженню контактним навантаженням, створюючи бар'єр. Мабуть, завдяки цьому твердість зміцненого шару становить 48-53 HRC₃, без термічної обробки.

Висновки

1. Експериментально показана наявність фазових змін під впливом контактних навантажень у наплавленому металі. Поєднання наклепу з деформаційним перетворенням ефективно зміцнює його основу. При цьому твердість наплавленого металу електродом АНО-36 після 25 % деформації складає 33 – 35 HRC₃, у той час як для наплавленої поверхні електродом ЦЛ-11 тільки 22 – 24 HRC₃. Внаслідок цього зносостійкість наплавленого металу електродом АНО-36 в 1,2 рази вище зносостійкості поверхні наплавленої електродом ЦЛ-11 без деформації.

2. При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість поверхні може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного перетворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рюмін В.В. Деформационное мартенситное превращение в металле, наплавленном электродами ГР-11 (С-80Г9Х6С). / Рюмін В.В., Солнцев Л. А., Черников А.И. //Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – 2000. – №82. – С. 50-61

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Бучковський Костянтин Валентинович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kbuchkovskiy@mail.ua

Shilina Olena P. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Buchkovskiy Kostiantin V. – student of the ZV-17m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kbuchkovskiy@mail.ua

ВИЗНАЧЕННЯ ЗНОСУ МОЛОТКА ЗЕРНОДРОБАРКИ НА ОСНОВІ БАГАТОФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі показано результати визначення зносу молотків зернодробарки та побудова моделі їх впливу на основі багатofакторного аналізу.

Ключові слова: молотки зернодробарки, навантаження, швидкість обертання, дисперсія.

Abstracts

The paper shows the results of determining the demolition of hammer mills and constructing a model of their impact on the basis of multi-factor analysis..

Keywords: hammer crusher, load, rotational speed, dispersion

Вступ

Побутові подрібнювачі (зернодробарки) є незамінним пристосуванням в приватному та фермерському господарствах. Вони призначені для подрібнення різних зернових культур (ячменю, пшениці, жита, гречки, кукурудзи) з метою приготування кормів для домашніх тварин або птахів[1].

В основі роботи подрібнювача - відцентрова сила під дією якої швидко обертаються молоточки (ножі). Такий принцип роботи чимось схожий на роботу знайомої всім кавомолки, але існують сильні відмінності. По-перше, потужність зернодробарки у багато разів вища. По-друге, ножі зернодробарки працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношування, що є причиною швидкого зношування молотків.

Мета даного дослідження – визначення факторів та побудова моделі впливу їх на процес зношування ножів зернодробарки.

Результати дослідження

Молоток зернодробарки - це металева пластина, яка закріплена на диску барабана і вільно обертається.

Для визначення зносу молотка зернодробарки, проведено дослідження з використанням методів багатofакторного експерименту. Під час проведення експерименту зразок піддавали навантаженню у 100, 300, 400, 500, 700 грам. В результаті визначено величину зношування молотка зернодробарки, який визначався за формулою[2; 3]:

$$h = \frac{F_T}{P} \quad (1)$$

де, h – величина зношування; F_T – сила тертя, Н; P – навантаження, Н.

На основі проведених експериментів для дослідження обрано такі фактори: матеріал молотків; навантаження та швидкість обертання барабану зернодробарки.

Припускалось на основі попередніх даних, що всі ці параметри, як фактори експерименту дослідження зносостійкості, відповідають умовам їх керованості, незалежності і сумісності один до одного. Керованість факторів розглядали як можливість передавати їм довільний рівень в області визначення і фіксувати сталим протягом всього досліджу, незалежність – як відсутність між ними кореляційного зв'язку, а сумісність – як можливість зафіксувати кожен з них на будь-якому рівні незалежно від значень рівнів інших факторів.

Проведення повного багатфакторного експерименту сплановане в інтервалі допустимих значень цих трьох факторів, які визначено попередніми розрахунками та експериментальними дослідженнями. Обрано методику розробки математичної моделі, яка дозволяє представити його у вигляді поліному першої степені:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3. \quad (2)$$

Обрані фактори позначені через X_1, X_2, X_3 . Для спрощення розрахунків було введено кодовані змінні. Рівні факторів, експерименту та інтервали зміни в натуральних і в кодованих значеннях

Для забезпечення необхідної точності експерименту проводилось три незалежних досліди в незмінних режимах. Однорідність дисперсії паралельних дослідів оцінювалась за методикою.

Середнє арифметичне значення параметра оптимізації для кожної стрічки матриці визначалось за формулою:

$$\bar{y}_j = \sum_u^r \frac{y_{ju}}{r}, \quad (3)$$

де r - число паралельних дослідів; u - номер паралельного досліду;

y_{ju} - значення функції відгуку в u -тому паралельному досліді j -го рядка матриці.

Однорідність дисперсії паралельних дослідів перевірялась за критерієм Кохрена, що являє собою відношення максимальної дисперсії, до суми всіх дисперсій

$$G_p = \frac{S_{j\max}^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}. \quad (4)$$

Гіпотеза про однорідність дисперсій підтверджується, якщо розрахункові значення критерію не перевищують табличного.

За результатами проведених досліджень та після коректування рівняння регресії була отримана математична модель залежності величини зносу молотків від параметрів його навантаження:

$$y = -0,0067x^3 + 0,0643x^2 - 0,129x + 0,274. \quad (5)$$

Перевірка на адекватність проводилась за критерієм Фішера. На основі розрахунків побудовано графік залежності впливу навантаження на величину зносу.

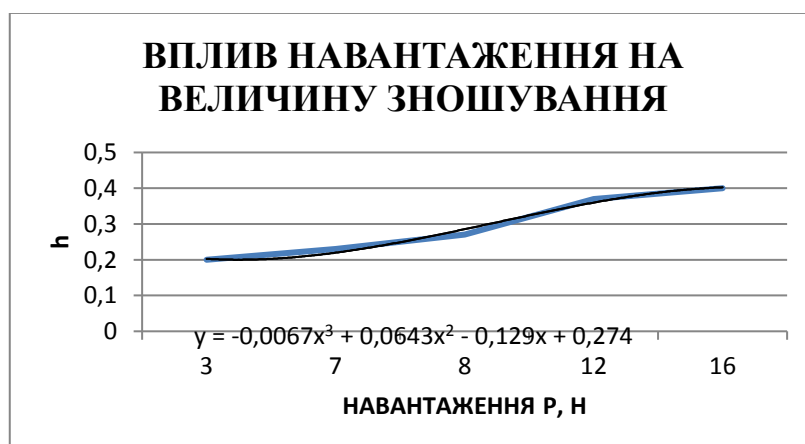


Рисунок 1 – Вплив навантаження на величину зношування

Оскільки виконується умова $F_p < F_{табл}$, то розроблена модель є адекватною.

Висновки

Аналіз отриманої моделі показав, що всі обрані фактори, зі збільшенням в досліджуваному інтервалі, впливають на зносостійкість покриттів в сторону її підвищення, оскільки коефіцієнти в рівнянні регресії, яке моделює процес зношування, від'ємні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Черноиванов В.И. Восстановление деталей машин. / В.И. Черноиванов. – М.: ГОСНИТИ, 1995. – 279 с.
2. Вельбой В. П. Багато функціональна лабораторна установка для дослідження трибологічних властивостей конструкційних і мастильних матеріалів. / В. П. Вельбой, А. Г. Кузьменко, О. В. Диха, М. О. Диха // Проблеми трибології, – 2008. – №1. С. 94-98.
3. Горячева И.Г. Контактные задачи в трибологии./ И. Г. Горячева, М. Н. Добычин. – М.: Машиностроение. 1988. – 256 с.

Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Кліменко Сергій Дмитрович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergijklimenko@gmail.com

Shilina Olena P. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Klimenko Sergiy D. – student of the ZV-17m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: sergijklimenko@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі показано вплив електроімпульсного гартування на формування структури та фізичні властивості поверхневих шарів сталі та сплавів.

Ключові слова: електроімпульсне гартування, мартенситні перетворення, мікроструктура, джерела енергії.

Abstracts

The paper shows the effect of electropulse hardening on the formation of the structure and physical properties of the surface layers of steel and alloys.

Keywords: electropulse hardening, martensitic transformations, microstructure, energy sources.

Вступ

Методи поверхневої обробки деталей, які підвищують надійність та довговічність машин, можна віднести до трьох основних груп - поверхнева термічна обробка, хіміко-термічна обробка та нанесення покриттів. Такий розподіл умовний, так як при існуючих багато чисельних способах більшість з них важко віднести до тієї або іншої галузі.

Розробка на їх основі та впровадження у виробництво нових технологій поряд з використанням недефіцитних матеріалів дозволяє підвищити продуктивність, знизити енергоємність процесів обробки сталевих деталей. Так, використання індукційного гартування у порівнянні з нагрівом у печах дозволяє знизити витрати електроенергії у три рази, імпульсне гартування економить не менш як 10% енергії.[1,2]

Одним з перспективних методів зміцнення деталей є електроімпульсна обробка, яка полягає у використанні потужних джерел енергії, здатної впливати на структуру і фізичні властивості металів та сплавів.

Метою роботи є використання потужних джерел енергії здатних впливати на структуру і фізичні властивості поверхневих шарів деталей машин і як наслідок підвищення якості та експлуатаційних властивостей поверхонь.

Результати дослідження

На рис.1 представлено загальну схему виконання експерименту. Зразок (9) встановлюється між змінними електродами-вставками (7) та основними мідними електродами (2) встановлених на шарах (5) з метою створення спільних з гнучким струмопроводом (3) розміром 10x0,8 мм. паралельних площин основними електродами для надійного контакту та зафіксований пластинами затисної струбцини (4). Гнучкі струмопроводи підключені до циліндричного струмопровід-шунта (6) та збірних шин ІН-6.

В результаті дії енергії на зразки було виявлено наступне:

1. Зразки не повинні мати концентраторів напружень, тобто без надрізів та напливів;
2. Зразки на згин втратили форму і для подальших випробувань не прийнятні;
3. При дії на зразки з енергією, температура нагрівання яких більша за 1500°C, вони потекли, тобто розплавившись, що призвело до необхідності виготовленні спеціального оснащення.

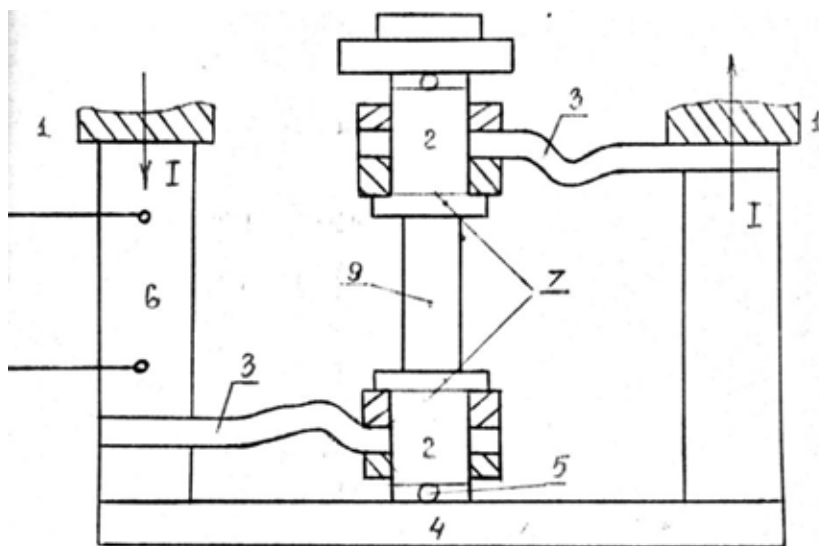


Рисунок 1 - Схема експериментальної установки, на якій виконувались експерименти

Задачі, пов'язані з впровадженням та розробкою нової технології термічної обробки сталі з використанням імпульсного джерела живлення, вирішувалися в лабораторіях Вінницького національного технічного університету. Дослідження проводили з використанням сталі Р6М5, сталі 45. Об'єктами досліджень - зразки, виготовлені для використання на ударну в'язкість та згин.

Хімічний склад досліджуваних сталей відповідав ГОСТу, дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваних сталей

Сталь	Хімічний склад, % ваги				
	C	W	Mo	Cr	V
Р6М5	0,81	5,71	5,10	3,76	2,15
45	0,42...0,50	-	-	0,25	-

При дослідженні впливу електроімпульсної обробки на властивості сталей були використані наступні методи.

Металографічний аналіз: проводився з метою визначення оцінки структури, глибини та товщини утвореного модифікованого шару. Металографічний аналіз обробленої поверхні досліджували за допомогою мікроскопа МІМ-8 при збільшенні $400\times$ та $1000\times$. Для виявлення структури наплавленого шару використовували реактив: азотна кислота, % - 4; етиловий спирт, % - 96.

Механічні властивості: для дослідження мікротвердості по глибині зміцненого шару використовували прилад ПМТ-3. Вимірювали твердість відповідно ГОСТу 9450-85 при навантаженні $2 \cdot 10^{-2}$ та $5 \cdot 10^{-1}$ Н. В процесі вимірювань мікротвердості робили відбитки через рівні проміжки, кожна з величин середнє вимірювання із 5 значень.

При визначенні твердості HRC_e та HV (ГОСТ 2999-85, ГОСТ 9013-59) виконували 6...10 замірів.

Ударна в'язкість: для оцінки в'язкості матеріалів та визначення їх схильності до переходу із в'язкого в крихкий стан проводили дослідження з надрізаними зразками на маятникових копрах на стандартних зразках з У-подібним надрізом, відповідно ГОСТу 9454-88.

Структура сталі Р6М5 в початковому стані - сорбітоподібний перліт з вкрапленнями карбідів, які відрізняються формою та розміром. Всі карбіди можна розділити та класифікувати на 4 групи:

1. Крупні залишкові карбіди з розмірами в поперечному перерізі до 20...25 мкм.;
2. Евтектоїдні карбіди розміром в поперечному перерізі до 8...12 мкм.;
3. Дрібні карбіди з розмірами 3...5 мкм;
4. Найдрібніші карбіди розміром в поперечному перерізі до 1 мкм.

Окремо варто зазначити карбідну неоднорідність, яка в досліджуваній сталі Р6М5 характеризується балом 2...1.

Твердість досліджуваної сталі Р6М5 в початковому стані складає 2450 МПа (НВ). Ця ж твердість, визначена на приладі Роквелла була в межах 23-25 HRC_e.

За допомогою рентгеноструктурного аналізу виявлено, що досліджувана сталь Р6М5 являє собою α -твердий розчин + Me₆C + Me₂₃C₆ + +MeC. При цьому відношення не перевищує значення 0,2.

Період кристалічної решітки основних фаз сталі Р6М5 в вихідному стані відповідає наступним значенням:

2,8610 Å - для α -твердого розчину;

11,0500 Å - для Me₆C;

10,6100 Å - для Me₂₃C₆;

4,1750 Å - для MeC;

параметр кристалічної ґратки $a=6,6882$ Å.

Для виявлення особливостей впливу електроімпульсного нагріву на структуру і властивості сталі Р6М5 використовували різні режими обробки.

Через зразки 10x10 мм., довжиною 55мм. пропускали поодинокі імпульси з наростаючою енергією від 24,2 до 44 кДж. оцінювали вплив імпульсного нагріву.

Експериментально доведено, що кращі результати досягаються після імпульсної обробки згідно режиму: $W = 36...42$ кДж; $I = 27$ кА; тривалість імпульсу $\tau = 0,6$ с. Температура, зафіксована термопарою знаходиться в межах 1200°C, розрахункова температура $\sim 1350^\circ\text{C}$.

Висновки

Критичний аналіз отриманих результатів дослідів дозволяє зробити висновок, що електроімпульсний нагрів своєрідно впливає на розчинення карбідної фази та перерозподіл вуглецю і легуючих елементів між твердим розчином та карбідами. Одним із найбільш важливих висновків є те, що електроімпульсним нагрівом можна досягнути пониження балу карбідної неоднорідності, деякого додаткового легування твердого розчину молібденом, вольфрамом і, що особливо важливо, ванадієм, збільшення міцності і пластичних характеристик, а також збільшення теплостійкості. Потрібно відмітити, що при електроімпульсному нагріві матриця не встигає коагулювати, її структура лишається достатньо дисперсійною, а карбідна фаза, питомий опір якої в 3-5 раз вище у порівнянні з матрицею, помітно розчиняється.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерія поверхні: Підручник. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. – К.: Наукова думка, 2007 – 559 с.3. WWW.FESTO.COM.UA
2. Жуков А. А. Получение износостойких высокоуглеродистых поверхностных слоев на стали и чугуна / А. А Жуков, В.І.Савуляк, Е.П. Шилина, Т.Ф. Архипова // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1997. – № 12. – С. 21

Шилина Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

Shilina Olena P. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: epshilina.tpz@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІСКОЗНОЇ НИТКИ НА СТРУКТУРУ ТА ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВЛЕНИХ ПОКРИТТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження впливу віскозної нитки на структуру та властивості наплавлених покриттів. Структура покриття яку отримали при наплавленні з використанням віскозної нитки однакова та дрібнозерниста по всій площині, що значно підвищує ресурс деталі.

Ключові слова: структура, віскозна нитка, наплавочні матеріали.

Abstract

The study of the influence of viscose yarn on the structure and properties of surfaced coatings was carried out. The coating structure obtained by surfacing using viscose yarn is the same and fine-grained along the entire plane, which greatly increases the life of the part.

Keywords: structure, viscose thread, surfacing materials.

Вступ

В даний час застосовується безліч методів наплавлення, що дають можливість наплавляти шари, що мають добру зносостійкість.

Для зміцнення робочих поверхонь застосовують різні наплавочні матеріали, електроди ЦН-29, Т-590, Т-620 [1]; наплавочні порошкові дроти ПП-АН-123, ПП-АН-125 та порошкові стрічки [2,3]; наплавочні сплави типу «сормайт», ПГ-УС-25, ФБХ-6-2 [4] та інші. Що значно підвищує ресурс деталі [5]. Для підвищення довговічності деталей машин використовується наплавлення з використанням вуглецевих волокнистих матеріалів [6-8], порошкових дротів ПП-102, ПП-226, порошкові стрічки ПЛ-634 та ПЛ-628 і і інші матеріали [9]. В Україні для наплавлення використовують високохромисті сплави та сплави типу сормайт. Недоліком таких покриттів є складність відновлення таких поверхонь, їх висока вартість та невисока тріщиностійкість та [3].

Результати дослідження

Було досліджено вплив віскозної нитки на структуру та властивості наплавлених покриттів. Для дослідження структури нанесеного покриття, основного металу, перехідної зони, були виготовлені плоскі зразки товщиною 20 мм, шириною 80 та довжиною 120 мм з матеріалу сталь 40Х (рис.2.1).

Процес отримання покриття такий. На поверхню намотується віскозна нитка яка обмазується силікатним клейом та висушується (рис.1). Потім виконується наплавлення наплавним дротом.



Рисунок 1 – Віскозна нитка, нанесена на поверхню, що наплавляється

Наплавлювання проводилось дротом марки 30 ХГСА в середовищі CO_2 на наступних режимах: Діаметр дроту – 1,4 мм; Напруга на дузі – 26 В; Сила струму – 120 А; Швидкість подачі дроту – 108 м/год; Швидкість наплавлення – 2,8 м/год.

Під впливом температури дуги відбулося розчинення віскозної нитки в наплавленому металі та утворився валок (рис. 2).



Рисунок 2 – Валок після наплавлення

Дослідження мікроструктури зміцнених поверхонь проводили на мікрошліфах.

Структура покриття отриманого з використанням наплавочного дроту Нп-30ХГСА складається з фериту та перліту (рис. 3)



Рисунок 3 – Мікроструктура покриття отриманого з використанням наплавочного дроту Нп-30ХГСА (x200)

Структура покриття яку отримали при напавленні з використанням комбінації наплавний дріт Нп-30ХГСА + віскозна нитка однакова та дрібнозерниста по всій площині та складається з зернистого перліту та цементитної сітки (рис. 4).

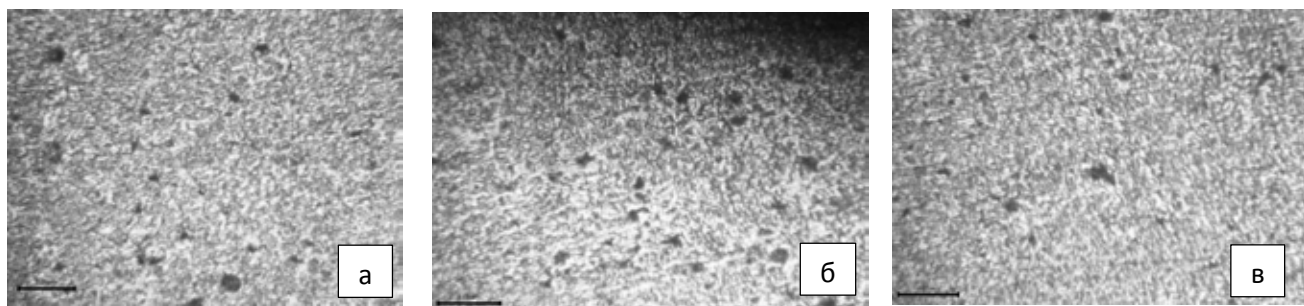


Рисунок 4 – Структура покриття яку отримали при напавленні з використанням комбінації наплавний дріт Нп-30ХГСА + віскозна нитка:
а) верх; б) середина; в) низ

Немає різкої границі між наплавленим та основним металом (рис. 5). Практично відсутній термічний вплив на основний метал.

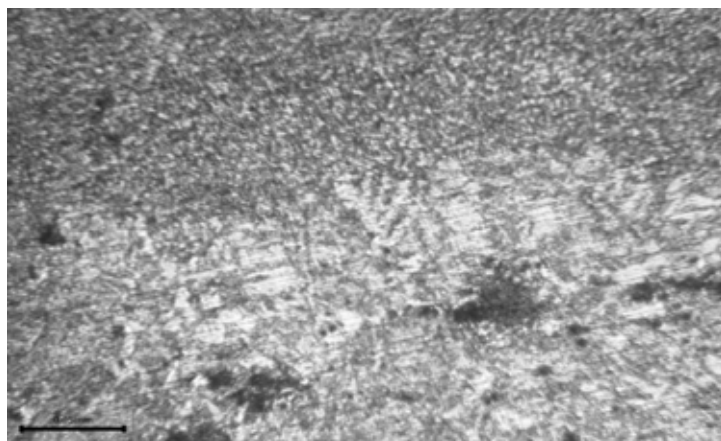


Рисунок 5 – Перехідна зона

Для визначення якісних показників були проведені вимірювання мікротвердості структурних складових та твердості за методом Роквелла зносостійких покриттів отриманих з використанням віскозної нитки та покриттів наплавлених звичайним наплавним дротом Нп-30 ХГСА. Отримані значення занесені в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1 - Значення мікротвердості структурних складових

Мікротвердість, МПА			
Зразок 1 Нп-30ХГСА		Зразок 2 Нп-30ХГСА+ віскозна нитка	
Ферит	Перліт	Перліт	Цементит
170	208	214	820

Таблиця 2 - Значення твердості покриттів за Роквеллом

Твердість HRC	
Зразок 1 Нп-30ХГСА	Зразок 2 Нп-30ХГСА+ віскозна нитка
28	42

Висновки

1. Структура покриття яку отримали при напавленні з використанням комбінації наплавний дріт Нп-30ХГСА + віскозна нитка відрізняється від структури покриття напавленого дротом Нп-30ХГСА. Структура покриття отриманого з використанням наплавного дроту Нп-30ХГСА складається з фериту та перліту. Структура покриття яку отримали при напавленні з використанням комбінації наплавний дріт Нп-30ХГСА + віскозна нитка однакова та дрібнозерниста по всій площині та складається з зернистого перліту та цементитної сітки.

2. Немає різкої границі між наплавленим та основним металом покриття отриманого при використанні комбінації наплавний дріт Нп-30ХГСА + віскозна нитка. Практично відсутній термічний вплив на основний метал так як віскозна нитка виступає тепловим бар'єром в процесі напавлення.

3. Твердість покриттів отриманих з використанням віскозної нитки у 1,5 рази вища ніж у покриття напавленого звичайним наплавним дротом Нп-30ХГСА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Семенов А. П. Методы и средства упрочнения поверхностей деталей машин концентрированными потоками энергии / А. П. Семенов, И. Б.Ковш, И.М. Петрова и др. – М.: Наука, 1992. – 404 с.

2. Новиков В. С. Пути повышения надежности рабочих органов почвообрабатывающих машин / В. С. Новиков, И. А. Беликов // научные труды Российской инженерной академии менеджмента и агробизнеса, выпуск 2, – М.: РИАМА, 2000. – С. 124–128.
3. Черновол М. И. Восстановление и упрочнение деталей машин с помощью новых износостойких материалов / М. И. Черновол. – М.: АгроНИИТЭИИТО, 1990. – 64 с.
4. Поверхностная прочность материалов при трении. Под общ. ред. Б. И. Костецкого. Киев: Техника, 1976. – 296 с.
5. Виноградов В. Н. Абразивное изнашивание / В. Н. Виноградов, Г. М. Сорокин, М. Г. Колокольников. – М.: машиностроение, 1990. – 224 с.
6. Савуляк В. І. Наплавлення високовуглецевих покриттів з використанням вуглецевих волокон / В. І. Савуляк, С.А. Заболотний, В. Й. Шенфельд // Проблеми трибології. – 2010. – №1. – С.66–70.
7. Savulyak V. I. Molten metal phase duration effect on the structure and hardness of high-carbon fused coating / V. I. Savulyak, V. Y. Shenfeld, O. V. Postupailo, A. B. Yanchenko // TEHNOMUS «New Technologies and Products in Machines Manufacturing Technologies» journal / Romania, 2013 – №20 – s.29–33.
8. Савуляк В. І. Вплив термічних полів процесу наплавлення покриттів на їх структуру та твердість / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, В. Й. Шенфельд, М. С. Українець // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №2. – С. 175 – 178.
9. Teplykh A. Boride Coatings Structure and Properties, Produced by Atmospheric Electron-Beam Cladding / A. Teplykh, M. Golkovsky, A. Bataev, E. Drobyaz, S. Veselov, E. Golovin, I. Bataev, A. Nikulina // Advanced Materials Research. – 2011. – Vols. 287–290. – P. 26–31.

Шенфельд Валерій Йосипович — канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: leravntu@gmail.com

Shenfeld Valery Y. - candidate. Sc. , assistant professor of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: leravntu@gmail.com

РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАЧА РОЗПИЛЮВАЧА ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено нагрівач стиснутого повітря газодинамічного напилювального пристрою, з температурою нагріву 1000 та 1100 °С. Встановлено, що нагрівачі не витримують теплового навантаження. За результатами дослідження встановлено, що розрахункова температура не повинна перевищувати 700 °С, яка забезпечує нормальну роботу нагрівача. Наведено розрахунок нагрівача.

Ключові слова: газодинамічний напилювальний пристрій, ніхромові спіраль, нагрівач стиснутого повітря.

Abstracts

Investigated heater compressed air gas-dynamic spraying device with temperature heating 1000 and 1100 °C. Found that heaters not stand heat load. As a result of the study found that the estimated temperature should not exceed 700 °C, which provides a normal work heater. Shows the calculation of heater.

Key words: gas-dynamic spraying, nichrome the spiral, heater compressed air.

Вступ

Газодинамічний напилювальний пристрій (рисунок 1) складається з нагрівача повітря в корпусі 1 якого встановлено термостійкі діелектричні шайби 4. В отворах 5 розміщена ніхромові спіраль (на рисунку не показана), під'єднана до контактів 6. Нагрівач повітря з'єднаний з прискорювачем повітря 10.

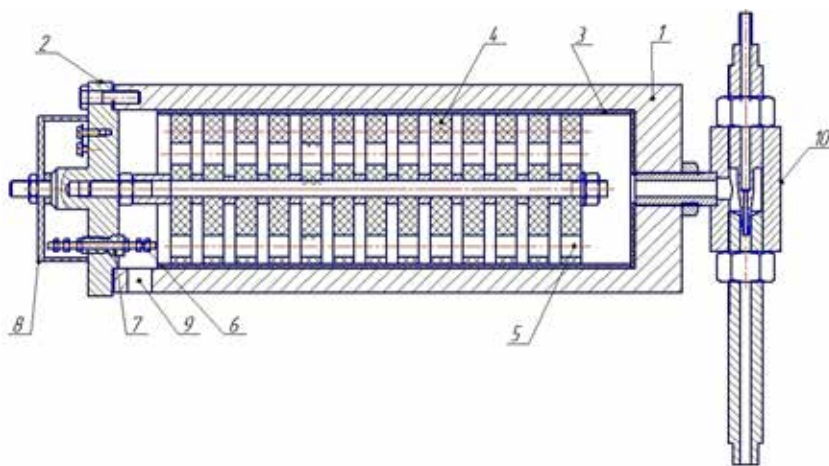


Рисунок 1 – Конструкція газодинамічного розпилювального пристрою 1 – корпус, 2 – кришка, 3 – термоізолятор, 4 – діелектричні шайби, 5 – канали для ніхромової спіралі (не показана), 6 – контакти для підключення струму до спіралі, 7 – електроізолятор, 8 – діелектрична кришка, 9 – канал для подавання стиснутого повітря, 10 – прискорювач повітря

Газодинамічний напилювальний пристрій працює наступним чином. Повітря під тиском 0,5–1 МПа подається через канал 9, вмикається струм на ніхромову спіраль, спіраль розжарюється до температури 800–900 °С. Повітря, проходячи навколо розжареної спіралі, нагрівається до температури 280–360 °С і потрапляє в прискорювач повітря, де за рахунок проходження через кільцевий критичний перетин

відбувається прискорення повітря з одночасним падінням тиску нижче атмосферного в зоні гирла сопла, це створює ефект ежекції і забезпечує всмоктування порошкового матеріалу через осьовий канал форсунки сопла розпилювального пристрою.[1,2]

Недоліком існуючого нагрівального пристрою є досить тривалий час нагрівання до температури 350 °С. пов'язаний з великими втратами температури на розсіювання у навколишнє середовище та незадовільною теплоізоляцією і великою кількістю поверхонь, які контактують з нагрітим повітрям в середині нагрівального пристрою.

Метою роботи є розробка нового нагрівального пристрою для газодинамічного напилювання покриттів більш технологічної та довговічної конструкції, здатного забезпечити регулювання температури потоку повітря в діапазоні 300–500 °С.

Результати розробки

З метою усунення зазначених недоліків розроблено дослідний нагрівач для газодинамічного напилювання функціональних покриттів, принципова схема, якого показана на рисунку 2.



Рисунок 2 – Нагрівач повітря а – розрахований на 6 керамічних трубок, б – на 4 керамічних трубки.

Загальне правило вибору діаметра дроту можна сформулювати наступним чином: необхідно вибрати дріт, у якої допустима сила струму не менше, ніж розрахункова сила струму, що проходить через нагрівач. З метою економії матеріалу нагрівача слід вибирати дріт з найближчою більшою (ніж розрахункова) допустимою силою струму.

Спираль діаметром 0,8 мм з ніхрому помістили в чотири керамічні трубки показані на рисунку 2 б, а спіраль діаметром 1 мм також з ніхрому розмістили в шести керамічних трубках показаних на рисунку 2 а.

Трубки розмістили в корпус газодинамічного напилювального пристрою який має товстий шар теплоізоляції з «Тепловеру» (рисунку 3).



Рисунок 3 – Газодинамічний напилювальний пристрій з вмонтованим нагрівачем.

Випробовування нагрівачів проводили при тиску 0,4 МПа. В результаті спіраль діаметром 0,8 мм розігріла за одну хвилину повітря до температури 350°C і перегоріла (розрахункова температура нагрівання спіралі 1200 °С).

Друга спіраль діаметром 1 мм розігріла повітря до температури 390 °С і також перегоріла (розрахункова температура нагрівання спіралі 1000 °С) (рисунок 4).



Рисунок 4 – Загальний вигляд перегорілої спіралі діаметром 1 мм.

Таким чином необхідно проектувати спіраль із значним запасом за температурою тобто розрахунковий нагрів повинен бути біля 700 °С, розрахунок такої спіралі наведено нижче.

Вихідні дані: Пристрій потужністю $P = 2,03 \text{ Вт}$; напруга мережі $U = 220 \text{ В}$ температура нагрівача 700°C. Як нагрівальний елемент використовується ніхромовий дріт Х20Н80.

1. Визначаємо силу струму, яка буде проходити крізь нагрівальний елемент:

$$I = P / U = 2030/220 = 9,15 \text{ А.}$$

2. Знаходимо опір нагрівача:

$$R = U / I = 220 / 9,15 = 24,04 \text{ Ом};$$

3. Виходячи із значення отриманої сили струму, що проходить крізь ніхромовий нагрівач, необхідно вибрати діаметр дроту. І цей момент є важливим. Тому, розрахувавши силу струму, необхідно вибрати з таблиці відповідне значення діаметра дроту. В нашому випадку для сили струму 9,15 А і температурі нагрівача 700°C вибираємо ніхромовий дріт з діаметром $d = 0,8 \text{ мм}$ і площею поперечного перерізу $S = 0,503 \text{ мм}^2$.

Загальне правило вибору діаметра дроту можна сформулювати наступним чином: необхідно вибрати дріт, для якого допустима сила струму не менше, ніж розрахункова сила струму, що проходить крізь нагрівач. З метою економії матеріалу нагрівача слід вибрати дріт з найближчою більшою (ніж розрахункова) допустимої силою струму.

4. Далі визначимо довжину ніхромового дроту.

$$R = \rho \cdot l / S,$$

де R – електричний опір провідника (нагрівача) [Ом],

ρ – питомий електричний опір матеріалу нагрівача [Ом · мм²/м],

l – довжина провідника (нагрівача) [мм], S – площа поперечного перерізу провідника (нагрівача) [мм²].

Таким чином, отримаємо довжину нагрівача:

$$l = R \cdot S / \rho = 24,04 \cdot 0,503 / 1,11 = 10,9 \text{ м.}$$

За розрахованими значеннями виготовили новий нагрівач який витримав теплове навантаження та показав задовільну швидкість нагрівання стиснутого повітря до 400 °С за 3 хв.

Висновок

Поведені досліді показали, що при проектуванні нагрівача стиснутого повітря газодинамічного напилювального пристрою слід враховувати специфічні умови розміщення ніхромової спіралі в обмеженому просторі керамічних трубок, а також те, що останні витки спіралі на виході стиснутого повітря з керамічної трубки обдуваються стиснутим повітрям попередньо нагрітим витками спіралі на вході в керамічну трубку, що може призводити до перегріву витків спіралі на виході з керамічної трубки.

Відповідно розрахункове значення нагріву спіралі треба зменшувати на 300-400 °С.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 2237746 Российская Федерация, МПК С 23 С 24/04. Способ газодинамического нанесения покрытий и устройство для его осуществления / Каширын А. И., Ключев О. Ф., Шкодин А. В; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Однинский центр порошкового напыления». — № 2003100745/02; заявл. 14.11.03; опубл. 10.10.04, Бюл. №15 (II ч.).

2. Пат. 110552 Україна, МПК С 23 С 24/00. Пристрій для газодинамічного нанесення покриття з радіальною подачею порошкового матеріалу / Гайдамак О.Л.; заявник та патентовласник Гайдамак О.Л. — № а201405543; заявл. 23.05.14; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

Гайдамак Олег Леонідович – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vntu111@gmail.com

Войтенко Володимир Олександрович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: volodymyr1voitenko@gmail.com

Gaydamak Oleg L. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu111@gmail.com

Voitenko Volodymyr O. – student of the ZV-17m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: volodymyr1voitenko@gmail.com

БАЛАНС ЕНЕРГІЙ В ПРОЦЕСАХ НАПЛАВЛЕННЯ ПОКРИТТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКЗОТЕРМІЧНИХ ЕФЕКТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Використання екзотермічних ефектів та матеріалів для них вимагає розробки методів розрахунку температур процесів, балансу енергій та законів зміни конфігурації температурних полів у зоні зварювання або нанесення покриття. В роботі розглянуто підходи для визначення адіабатичної температури протікання екзотермічних реакцій.

Ключові слова: Екзотермічний ефект, реакція, баланс, тепловиділення, суміш, адіабатична температура.

Abstract

The use of exothermic effects and materials for them requires the development of methods for calculating the temperature of processes, the balance of energies and the laws of changing the configuration of temperature fields in the welding or coating area. In this paper approaches to determine the adiabatic temperature of the occurrence of exothermic reactions are considered.

Keywords: Exothermic effect, reaction, balance, heat dissipation, mixture, adiabatic temperature.

Вступ

Набувають популярності роботи, які присвячені питанням використання екзотермічних реакцій та СВС-процесів для досягнення певних цілей під час зварювання, наплавлення, модифікування поверхні, нанесення покриттів напилюванням тощо [1]. Переважно метою таких технологій є використання вказаних вище реакцій для поповнення енергетичного балансу системи в потрібний момент для запуску або гальмування процесів кристалізації, плавлення, синтезу потрібних сполук та ін.

Результати дослідження

Перевагою екзотермічних процесів в зварюванні та споріднених технологіях є надана ними можливість поповнити баланс енергії в потрібному місці та зі зсувом в часі від інших процесів. Наприклад, під час електродугового наплавлення покриттів енергія, необхідна для створення шару покриття, використовується від горіння дуги. Ця енергія використовується як на корисні цілі (нагрівання та плавлення присадного матеріалу, нагрівання та плавлення поверхні основи, розпадання та синтез сполук) так і втрачається внаслідок розсіювання в середовищі через теплопередачу, випромінювання, роботу внутрішніх сил на деформації, внутрішнє тертя, виникнення коливальних процесів в матеріалі на макро- та мікрорівні тощо.

Запропоновано і систематизовано основні підходи до визначення складу екзотермічних сумішей та розрахунків термодинамічних параметрів процесів нанесення покриттів або зварювання, які раціонально виконувати послідовно в декілька етапів.

На першому етапі проводиться оцінка термічності базових сумішей [2, 3] з метою визначення перспективності їх використання для процесу, що розглядається. Екзотермічна суміш на цьому етапі розглядається як система, яка повністю термічно та хімічно ізольована.

Припускається, що реакції ідуть практично до повного перетворення компонентів, після чого в системі встановлюється рівновага між всіма фазовими складовими. В основу методики розрахунків покладено складання рівнянь вагового (1) та теплового (2) балансу.

$$\sum_{i=1}^k n_i X_i = \sum_{j=1}^p m_j Z_j, \quad \text{де} \quad Z_j = \sum_{i=1}^k m_{ji} X_i, \quad (1)$$

Z – фаза продукту синтезу; k - кількість компонентів X суміші ; p - кількість фаз у продукті екзотермічної реакції; n_i, m_{ji}, m_j - мольні частки відповідно кожного компонента та фаз у продукті.

$$\sum_{j=1}^p m_j H_{Z_j}(T_{Ad}) = \sum_{j=1}^p \Delta H_{Z_j}(T_{Ad}) + \sum_{i=1}^k n_i H_X(T_n), \quad (2)$$

де H_Z, H_X - ентальпії продуктів реакції та компонентів суміші, $\Delta H_{Z_j}(T_{ad})$ - тепловий ефект реакції при адіабатичній температурі.

Висновки

Метою технології може бути одержання покриття або шва з сплавом, що має певний хімічний та фазовий склад для роботи в заданих умовах експлуатації та може бути синтезований без спеціального термічного обладнання. Тому на цьому етапі в якості основного критерію перспективності використання суміші обиралась адіабатична температура реакції T_{Ad} та необхідна температура зовнішнього підігрівання T_n . Шляхом постійного підводу тепла і після досягнення T_n балансується тепловідвід з системи, що дозволяє вести розмову про систему як квазізакри ту. Для одержання евтектичних сплавів температура підігрівання, наприклад зварювальною дугою або плазмою, може визначатись з рівняння теплового балансу при умові $T_{Ad} = T_{пл.евт.}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Зносостійкі покриття з градієнтними властивостями / В. І. Савуляк, В. В. Савуляк // Вісник машинобудування та транспорту. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – № 1 – С. 82–88.
2. Савуляк В. І. Деякі питання термодинаміки систем Fe – C – i, де i – третій сильно ліквуючий компонент / В. І. Савуляк // Вісник ТУП. – 2001. – № 1. – С. 25–29.
3. Савуляк В. І. Синтез зносостійких композиційних матеріалів та поверхневих шарів з екзотермічних компонентів / В. І. Савуляк // Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2002. – 161 с.

Савуляк Валерій Іванович - д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vsavulyak@gmail.com

Поступайло Олександр Володимирович — інженер кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com.

Savulyak Valery - Dr. Sc., Professor, Head of increasing wear resistive technology-bones, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: vsavulyak@gmail.com

Postupajlo Oleksandr V. — engineer of technology improve durability department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: postupajlo.o.v@gmail.com.

ВИКОРИСТАННЯ МОКРОГО НАПЛАВЛЕННЯ ДЛЯ ВАЛІВ МАЛОГО ДІАМЕТРУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Однією з найбільш поширених технологій відновлення діаметральних розмірів валів є їх наплавлення в середовищі захисних газів. Однак при такому ремонті валів малого діаметру та великої довжини виникають неприпустимі деформації, та ливарні укорочення пов'язані з надмірним нагріванням в процесі наплавлення. В роботі запропоновано технологію мокрого наплавлення, яке дозволяє мінімізувати нагрівання під час зварювання, і відповідно всі негативні наслідки з цим пов'язані.

Ключові слова: вал, мокре наплавлення, деформації.

Abstract

One of the most widespread technologies of restoration of diametrical sizes of shafts is their surfacing in the environment of protective gases. However, with such repairs of small diameter and longitudinal shafts, unacceptable deformations arise, and casting shortenings are associated with excessive heating in the process of surfacing. The paper proposes a technology of wet surfacing that minimizes heating during welding, and consequently all the negative consequences associated with it.

Keywords: shaft, wet surfacing, deformation.

Вступ

Нерівномірне місцеве нагрівання металу при наплавленні, зміна його об'єму, внаслідок температурного розширення й структурних перетворень, обумовлюють появу зварювальних напружень і деформацій, які в ряді випадків викликають зміну форми і розмірів виробу, і роблять його непридатним для подальшого використання [1-2]. Особливо це відноситься до процесу наплавлення валів малого діаметру яке часто проходить з їх нагріванням до температур вище 600 °С. Як відомо, границя текучості сталі з підвищенням температури вище 500 °С різко падає. В зв'язку з цим вали закріпленні у центрах отримують осьову усадку а деталі з одностороннім закріпленням можуть деформуватись за рахунок власної ваги.

Одним із методів запобігання підвищенню температури є використання різних способів охолодження, в тому числі водяного [3-4]. Мета дослідження встановити можливість мокрого наплавлення валів та його вплив на формування геометрії.

Результати дослідження

Проведення експериментальних досліджень виконували з використанням установки для наплавлення УД-209М, зварювального низьковуглецевого дроту марки Св-08Г2С, циліндричних заготовок довжиною 420 мм діаметром 28 мм, магнітної стійки з індикатором годинникового типу та відеофіксуючих засобів. Вимірювання температури проводили з використанням пірометра. Наплавку проводили в звичайних умовах та з використанням водяної ванни у яку занурювали деталь (рис. 1). Вимірювання проводили до та після експерименту і фіксували покази індикатора в процесі наплавлення на відеокамеру. Після чого дані оцифровували та будували графіки залежності, температури, часу та деформацій.

Встановлено, що в процесі наплавлення без охолодження температура в зоні термічного впливу, яку вдалось зафіксувати пірометром, досягала 670 °С. У випадку зварювання з охолодженням вона не перевищувала 140 °С. Найбільші поточні деформації 0,26 мм зафіксовані на початковому етапі наплавлення, коли температура досить швидко зростала до свого максимального значення, однак коли температурний режим стабілізувався значення деформацій зменшились вдвічі, і по завершенню наплавлення становили 0,12 мм.



Рис.1. Установка для мокрого наплавлення.

При мокрому наплавленні деформації не перевищували 0,07 мм, і по завершенню і повному охолодженню склали 0,04 мм.

Висновки

В процесі проведення досліджень відпрацьовано технологію мокрого наплавлення, яка дозволяє відновлювати деталі без їх перегріву, і як наслідок, зменшити поточні деформації на 60-70%, а залишкові майже вдвічі.

Отримані покриття мають високу якість, що дозволяє робити висновок про придатність запропонованої технології до використання у промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Савуляк В. І. Мінімізація деформацій та теплових впливів у рамних конструкціях під час приварювання накладок для підсилення / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, Д. В. Бакалець // Наукові праці ВНТУ. – 2012. – № 4. – С.101 – 106
2. Rowe M., Liu S. Recent developments in underwater wet welding // Sci. and Technology of Welding & Joining. — 2001. — 6, № 6. — P. 387–396.
3. Бакалець Д. В. Технологія підводного зварювання здвоєним електродом [Електронний ресурс] / Д. В. Бакалець, В. В. Вергелес // 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-fmt/all-fmt-2017/paper/view/2942>.
4. Максимов С. Ю. Мокрая подводная сварка низколегированных сталей повышенной прочности / С. Ю. Максимов, И. В. Ляховая // Автоматическая сварка. - 2013. - № 8. - С. 43-46.

Бакалець Дмитро Віталійович – доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

BacaletsDmutro V. — P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

ПРАВОВИЙ АСПЕКТ ОБІГУ ЗБРОЇ В УКРАЇНІ

Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Анотація

Стаття присвячена дослідженню адміністративно-правового режиму обігу зброї. Доводиться, що для регулювання суспільних відносин у такій важливій для безпеки держави сфері як обіг зброї необхідно використовувати особливий порядок правового регулювання – адміністративно-правовий режим.

Ключові слова для електронного пошуку: правовий аспект обігу зброї в Україні.

Abstract

The article is devoted to the study of the administrative-legal regime of weapons circulation. It turns out that in order to regulate social relations in such an important sphere of security of the state as the circulation of weapons, it is necessary to use a special legal order - an administrative-legal regime.

Keywords for electronic search: the legal aspect of arms circulation in Ukraine.

Вступ

Сьогодні в Україні суспільні відносини, пов'язані з обігом зброї, регулюють майже 90 нормативно-правових актів, серед яких - накази, постанови, укази, навіть закони, тому далекій від збройової тематики людині це може здатися дивним, але факт залишається фактом - за 27 років існування нашої країни як незалежної держави досі не прийнятий такий нормативно-правовий акт, як Закон «Про зброю». На розгляді Верховної ради знаходяться більше 20-ти Законопроектів, декілька з яких навіть пройшли друге читання - але далі цього справа з мертвої точки не зрушила.

Результати дослідження

Сформована ситуація в даній сфері настільки дивна, що, приміром, ви не знайдете юридичного визначення поняття «зброя» у жодному з діючих підзаконних актів. Цікаво, що це чомусь ніяк не заважає судовим органам влади приймати судові рішення при розгляді справ про адміністративні порушення, пов'язаних зі зброєю. А між тим, у юридичній практиці доводиться керуватися декількома розрізненими доступними нормативними актами, вишукуючи з них необхідну інформацію «по крихтах». [1]

Перш за все це:

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 жовтня 1992 р. № 576 «Про затвердження Положення про дозвільну систему»; [4]

2. Наказ МВС України № 622 від 21.08.1998 «Інструкція про порядок виготовлення, придбання, зберігання, обліку, перевезення та використання вогнепальної, пневматичної і холодної зброї, пристроїв вітчизняного виробництва для відстрілу патронів, споряджених гумовими чи аналогічними за своїми властивостями металевими снарядами не смертельної дії, та зазначених патронів, а також боєприпасів до зброї та вибухових матеріалів»; [5]

3. КУпАП (Кодекс України про адміністративні правопорушення), стаття 174: «Стрільба з вогнепальної, холодної металеві чи пневматичної зброї в населених пунктах і в не відведених для цього місцях або з порушенням встановленого порядку»; [2]

4. ККУ (Кримінальний кодекс України), частина 4 стаття 296: « Дії, передбачені частинами першою, другою або третьою цієї статті, якщо вони вчинені із застосуванням вогнепальної або холодної зброї чи іншого предмета, спеціально пристосованого або заздалегідь заготовленого для нанесення тілесних ушкоджень». [3]

Для простоти розгляду питання, щодо правового регулювання користування пневматичною зброєю, вважаю за потрібне викласти матеріал у вигляді розвіювання або підтвердження найбільш поширених думок:

Думка № 1. "Пневматика - це не зброя. Раз продається скрізь, значить, це просто іграшка."
Невірно. Хоча в законі немає чіткого визначення терміну «Зброя», в юридичній практиці суди та експерти керуються наступним трактуванням:

Зброя - пристрої, прилади і предмети, спеціально виготовлені, конструктивно призначені і технічно здатні для враження живої чи іншої цілі, які не мають іншого виробничого чи господарсько-побутового призначення.

Як бачимо, будь-яка пневматична зброя, що стріляє металевими кулями, повністю підпадає під дане визначення. А от, скажімо, приводи для гри airsoft і маркери для paintball - ні. Тому що вони не призначені для ураження цілі, нанесення їй пошкоджень.

Думка № 2. "Так як пневматика вважається зброєю, значить, на її придбання, зберігання і носіння потрібен дозвіл."

Не зовсім так. У Положенні Кабміну № 576 від 12 жовтня 1992 «Про дозвільну систему» дослівно сказано наступне:

До предметів, матеріалів і речовин [...], на які поширюється дозвільна система, належать: вогнепальна зброя [...], бойові припаси до неї, холодна зброя, (арбалети, мисливські ножі тощо), пневматична зброя калібру понад 4,5 міліметра і швидкістю польоту кулі понад 100 метрів за секунду, пристрої вітчизняного виробництва для відстрілу патронів, споряджених гумовими чи аналогічними за своїми властивостями металевими снарядами не смертельної дії, та зазначені патрони. [4]

Таким чином, пневматична зброя калібру 4,5 мм не підпадає під дію дозвільної системи, і може перебувати у вільному продажу. Але це ніяк не скасовує того факту, що пневматика - це все ж таки зброя.

Що ж стосується пневматики великих калібрів, то її вільний продаж можливий тільки за умови обмеження швидкості польоту кулі 100 м/с. Враховуючи, що конструктивно це забезпечити дуже складно (при незмінній потужності гвинтівки швидкість буде залежати від маси кулі), склалася наступна практика: продаж будь-якої пневматичної зброї калібру 4,5 мм ліцензуванню не підлягає, а зброю калібром 5,5, 6,3 і більшого необхідно купувати, тільки отримавши на це дозвільні документи.

Думка № 3. «Пневматика 4,5 мм - це не рушниця, і сейфа для зберігання не вимагає. Можу носити і возити зарядженою, і мені нічого за це не буде.»

Тут має місце юридична колізія. Перш за все, пневматика калібром 4,5 - це зброя. Хоча вона не підлягає ліцензуванню, однак згідно з Інструкцією МВС № 622 від 21.08.1998 р. на неї повною мірою поширюються як встановлені правила зберігання, так і техніка безпеки при поводженні з нею. [5]

Кількість зброї, яку може мати громадянин України, не обмежена, однак власник зброї повинен забезпечити її безумовну схоронність.

З іншого боку, Кодекс України про Адміністративні Правопорушення не передбачає відповідальності за порушення правил зберігання, носіння та перевезення пневматичної зброї калібром не більше 4,5 мм і швидкістю польоту кулі до 100 м/с (статті 174, 190-195 КУпАП). [2]

Однак задуматися над питанням про зберігання гвинтівки або пістолета в будинку все ж рекомендуємо. Незважаючи на те, що, на відміну від вогнепальної зброї, при придбанні пневматики ваш дільничний інспектор не буде про це поінформований і не стане регулярно навідуватися, контролюючи правила зберігання, порушувати їх все одно не рекомендуємо - хоча б з міркувань техніки безпеки. Пам'ятайте, що якщо у вашу відсутність доступ до пневматичної зброї отримають неповнолітні, і станеться нещасний випадок або буде зафіксовано факт хуліганства (стрільба з вікон і т.д.) - відповідати за це будете саме ви.

Думка № 4. «З пневматикою можна відмінно полювати на качку. А з найпотужнішою - і на зайця, і на лисицю.»

Категорично невірно. З пневматикою полювати заборонено.

Закон України «Про мисливське господарство та полювання» від 22.02.2000 р. говорить:

Стаття 20. Заборони щодо здійснення полювання. З метою раціонального використання мисливських тварин, охорони диких тварин, а також середовища їх перебування забороняється [...] полювання із застосуванням або використанням заборонених знарядь та забороненими способами, а саме [...] **немисливської** (у тому числі військової) вогнепальної, **пневматичної** та іншої стрілецької зброї... [6]

На практиці, звичайно, все далеко не так просто, і прецедентів легального полювання з пневматикою в нашій країні поки що небагато. Але важливо розуміти, що всі інші варіанти є чистої води браконьєрством, а це стаття 85 КУпАП:

Стаття 85. Порушення правил використання об'єктів тваринного світу. Порушення правил полювання (полювання без належного на те дозволу, в заборонених місцях, у заборонений час, **забороненими знаряддями або способами**, на заборонених для добування тварин) [...], яке мало наслідком добування, знищення або поранення тварин, тягне за собою накладення штрафу на громадян від шістдесяти до ста двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян з **конфіскацією** рушниць та інших знарядь і засобів вчинення правопорушення. [2]

Думка № 5. «Самооборона з пневматикою заборонена. Використовувати пневматичну зброю для власного захисту не можна.»

Чому ж. Формально, для самооборони пневматику використовувати можна. У всякому разі, спробувати. Якщо вже зовсім немає іншого виходу.

Взагалі кажучи, для захисту власного життя і здоров'я у разі явної загрози можна використовувати взагалі все, що попадеться під руку. Головне тут - не перестаратися.

ВИСНОВКИ

Єдиним рішенням проблем пов'язаних зі зброєю, які виникли на території сучасної України є створення Державного збройового кадастру, який буде містити відомості про зброю і боеприпаси, обіг яких дозволений на території України, а також прийняття Закону України «Про зброю», який зазначить порядок реєстрації, сертифікації, виробництва, реалізації, придбання та зберігання як пневматичної, так і інших видів зброї.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біленчук П.Д., Кофанов А.В., Сулява О.Ф. Зброезнавство: правові основи обігу вогнестрільної зброї. Порівняльний аналіз вітчизняного та зарубіжного законодавства: Україна. Європа. Світ. Монографія./ За редакцією проф. П. Д. Біленчука. - К.: Міжнародна агенція "BeeZone", 2004.-464 с.
2. Кодекс України про адміністративні правопорушення: станом на 1 березня 2006 р. / Верховна рада України. – офіц.. видання.- К:Атіка,2006. – 198с.
3. Кримінальний кодекс України : за станом на 5 квітня 2001 р. / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К. : Парлам. вид-во, 2001. – 131 с.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 жовтня 1992 р. №576 «Про затвердження Положення про дозвільну систему».
5. Наказ МВС України № 622 від 21.08.1998 «Інструкція про порядок виготовлення, придбання, зберігання, обліку, перевезення та використання вогнепальної, пневматичної і холодної зброї, пристроїв вітчизняного виробництва для відстрілу патронів, споряджених гумовими чи аналогічними за своїми властивостями металевими снарядами не смертельної дії, та зазначених патронів, а також боеприпасів до зброї та вибухових матеріалів».
6. Закон України «Про мисливське господарство та полювання» від 22.02.2000 № 1478.

Музиченко Вадим Михайлович – головний експерт сектору досліджень зброї відділу криміналістичних видів досліджень Вінницького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

Vadim M. Muzychenko - chief expert of the weapons research sector of the Forensic Research Department of the Vinnytsia Scientific-Research Experimental Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

ВПЛИВ ПОРОХОВОГО ЗАРЯДУ НА ВІДТВОРЕННЯ В СЛІДАХ НА КУЛЯХ ДЕТАЛЕЙ МІКРОРЕЛЬЄФУ КАНАЛУ СТВОЛА НАРІЗНОЇ ВОГНЕПАЛЬНОЇ ЗБРОЇ

Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Анотація

Стаття присвячена проблемі криміналістичного дослідження (ідентифікації) куль нарізної вогнепальної зброї та нарізної вогнепальної зброї по слідах на стріляних кулях. Звертається увага на вплив порохового заряду на відтворення в слідах на кулях деталей мікрорельєфу каналу ствола нарізної вогнепальної зброї. Зазначаються можливості експертного (ідентифікаційного) дослідження куль вилучених при ОМП та експериментально відстріляних куль з нарізної вогнепальної зброї.

Ключові слова для електронного пошуку: ідентифікаційні дослідження куль, мисливські карабіни, судово-балістична експертиза, дослідження куль.

Abstract

The article is devoted to the problem of forensic research (identification) of balls of rifled firearms and rifled firearms in the footsteps of shotguns. Attention is drawn to the effect of the powder charge on reproduction in the tracks on the balls of parts of the microrelief of the channel of the barrel of rifled firearms. The possibilities of expert (identification) research of balls taken out of OMP and experimentally shot bullets from rifled firearms are indicated.

Keywords for electronic search: identification balls, hunting carbines, court-ballistic examination, bullet research.

Вступ

Одержання стабільних слідів нерівностей каналу ствола на кулях можливе лише тоді, коли постріли провадять в однакових умовах (для мисливських патронів можливість отримання експериментальних куль для подальшого ідентифікаційного порівняння). Завдяки тому, що величина шляху, який пройшла куля по стволу без обертання, обумовлена її початковою швидкістю, характер і ступінь відображення первинних та вторинних слідів можуть відрізнитись в залежності від кількості і якості порохового заряду, а також від швидкості його згоряння.

Результати дослідження

Вага порохового заряду автоматного патрону калібру 7,62x39 мм, зразку 1943 року становить 1,55-1,66 г.; вага заряду револьверних патронів калібру 7,62 мм може бути 0,26—0,32 г, вага заряду німецьких пістолетних патронів калібру 7,63 мм дорівнює 0,52 г, німецьких пістолетних патронів калібру 9 мм — $0,36 \pm 0,025$ г 1. Таким чином, коливання у вазі порохового заряду можуть досягати для окремих патронів 10 процентів.

Зустрічаються також мисливські патрони калібру 7,62 мм, які мають меншу вагу пороху, але початкова швидкість польоту кулі вища, завдяки сучасним дослідженням (розробкам) пороху.

Вивченням слідів поверхні каналу ствола на кулях патронів, що мають порохований заряд в межах норми, було встановлено, що первинні сліди на кулях патронів з більшим зарядом містять в собі більше деталей і найчастіше розміщуються далі від вторинних слідів, ніж аналогічні сліди на кулях патронів з меншим зарядом. Більш-менш помітних розбіжностей в мікрорельєфі первинних слідів не відмічено.

Не було встановлено і будь-яких розбіжностей у відображенні деталей вторинних слідів.

Під час стрільби з автомату «АКМС» автоматними патронами калібру 7,62x39 мм подібні розбіжності взаємного розміщення первинних і вторинних слідів не спостерігались. Коливань у вазі порохового заряду в цих патронах встановлено не було.

В тих випадках, коли кількість порохового заряду в патронах була однаковою, різниці в деталях первинних слідів і їх розміщенні відносно вторинних слідів не спостерігалось. Це мало місце під час стрільби патронами однієї партії випуску, які знаходились в одній упаковці.

Більш істотні розбіжності в слідах на кулях після стрільби патронами з різною кількістю порохового заряду можуть мати місце в тих випадках, коли мисливські патрони напівоболонкові при пострілі з повним зарядом від кулі не залишається взагалі нічого. А також розбіжності коли ствол зброї сильно зношений, або має роздуття. Під час пострілів з такої зброї може мата місце зрив кулі з нарізів. В таких випадках куля, обертаючись по нарізах, потрапляє в роздуту частину ствола, в якій обертається без прилягання до нарізів. Після проходження роздutoї ділянки ствола куля знову потрапляє в нарізи. При такому русі кулі сліди накладаються один на одного і частково зшліфовуються. В залежності від місцезнаходження роздуття, його розмірів, а також початкової швидкості кулі накладання слідів може мати місце на різних ділянках куль.

Якщо ж куля, що проходить через роздуту ділянку ствола, не має значної початкової швидкості, вона може не зриватись з нарізів. Такі явища найчастіше спостерігаються під час стрільби відволоченими патронами (відсирівший порох).

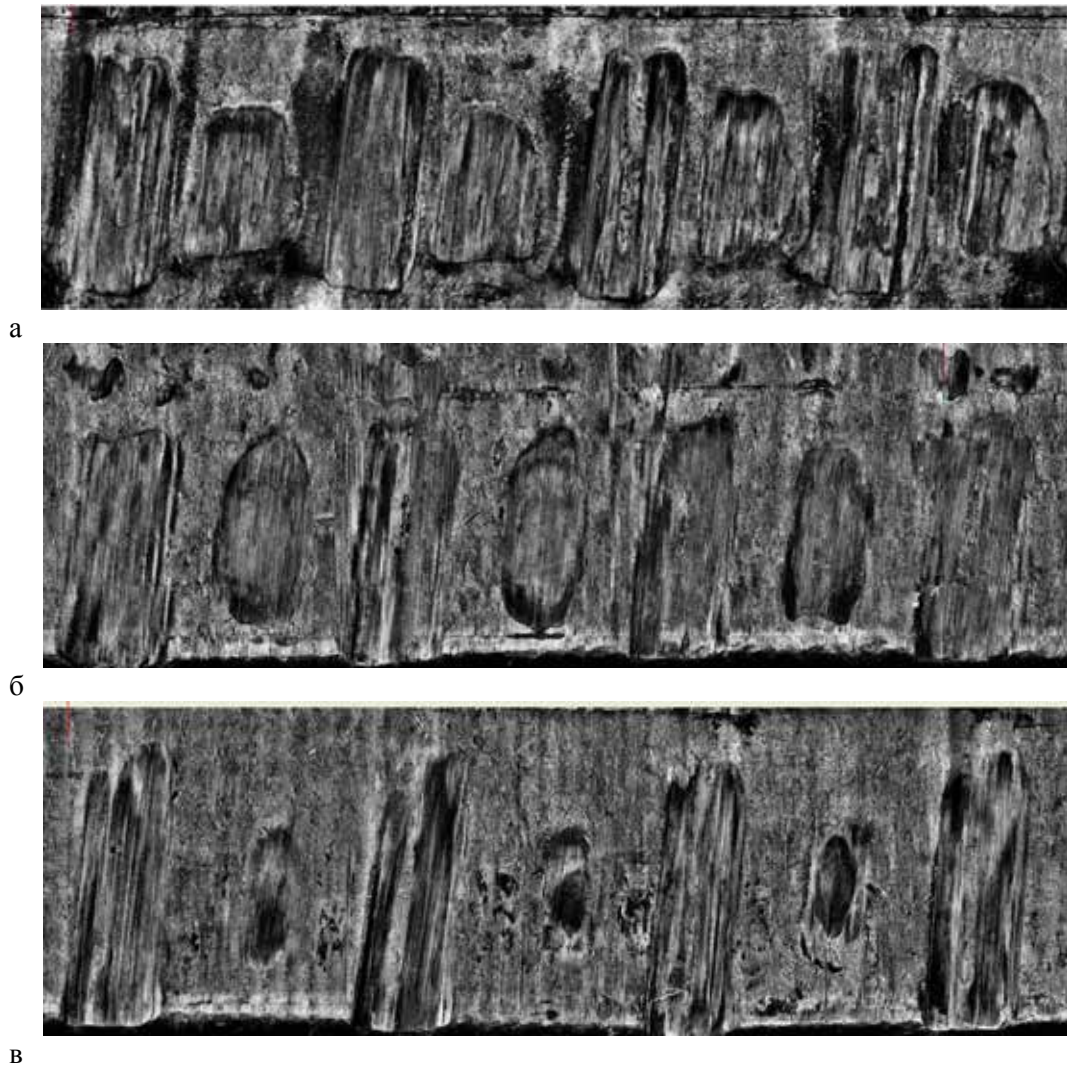


Рис. Сліди на кулях, вистрілених з патронів, що мали різні заряди пороху.
а — повний заряд; б — 1/2 заряду; в — 1/4 заряду.

Для усунення впливу ваги порохового заряду на характер відтворення слідів (зменшення деформації кулі мисливського патрону) поверхні каналу ствола необхідно для експериментальної стрільби підбирати патрони тієї ж партії, того ж виробника, що і досліджуваний патрон (якщо про це можна судити по знайдений на місці події гільзі). Крім ваги порохового заряду значний вплив на відображення слідів має якісний стан заряду. Тому при проведенні досліджень бажано користуватись патронами, що зберігались в однакових умовах, наприклад, патронами, які вилучені у підозрюваного.

В практиці проведення експертиз мають місце випадки, коли при відсутності ознак зриву з нарізів сліди на досліджуваній кулі відображені нечітко. Тим часом під час стрільби звичайними

патронами має місце зрив кулі з нарізів. В таких випадках поряд з проведенням стрільб патронами з повним зарядом слід зробити кілька пострілів патронами з зарядом неповним. Тут же треба мати на увазі, що при розрядженні патрону порушується міцність закріплення кулі в гільзі, а це, в свою чергу, може привести до небажаних результатів. Щоб уникнути цього, треба дульце гільзи після розрядження патрону старанно обтиснути навколо кулі.

Висновки

З розглянутих у статті можливостей дослідження слідів на кулях деталей мікрорельєфу каналу ствола нарізної вогнепальної зброї вбачається, що для проведення відстрілу нарізної вогнепальної зброї з метою отримання експериментально відстріляних куль (для написання ідентифікаційних експертиз), з метою отримання більш об'єктивних результатів необхідно для експериментальної стрільби підбирати патрони тієї ж партії, того ж виробника, що і досліджувана куля (якщо про це можна судити по знайденій на місці події гільзі). Крім ваги порохового заряду значний вплив на відображення слідів має якісний стан заряду. Тому при проведенні досліджень бажано користуватись патронами, що зберігались в однакових умовах, наприклад, патронами, які вилучені у підозрюваного. Судово-балістична експертиза, встановлюючи факт стрільби з використанням конкретного екземпляра нарізної вогнепальної зброї (безпосередньо кому належить зброя), сприяє більш повному і всебічному розслідуванню обставин скоєння злочину слідчим та судом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Меньшиков Н. Г., Альбом конструкций патронов стрелкового и крупнокалиберного автоматического оружия. / Н.Г. Меньшиков. // М.: 1946. – 263 с.
2. Поддубний В.Н. Коррозия оружия и боеприпасов. / В.Н.Поддубний // М.: 1959. -428 с.
3. Ермоленко Б.Н. Устойчивость микрорельефа канала ствола, подвергавшегося коррозии. / Б.Н.Ермоленко // «Вопросы криминалистики и судебной экспертизы», Душанбе, 1962. – С. 23-28

Піскун Михайло Олександрович — завідувач сектору балістичного обліку відділу криміналістичних видів досліджень Вінницького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС України

Mikhail P. Piskun — Head of the Ballistic Accounting Department of the Forensic Research Department of the Vinnytsia Research Experimental Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ПІДВІСУ З АКТИВНИМ ЗОВНІШНІМ ДРОСЕЛЕМ ПРИ КУТОВИХ ТА РАДІАЛЬНИХ ПЕРЕМІЩЕННЯХ ВАЛА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті розглянуто радіальний газовий підвіс з двома зовнішніми дроселями у вигляді щілин подачі газу, ширина яких автоматично змінюється в залежності від кутових та радіальних переміщень вала, досліджується вплив ширини щілин на його статичні характеристики (кутову та радіальну жорсткості, витрати газу) в діапазоні лінійності відновлювального моменту та підйомної сили від переміщень вала. З'ясувалося, що запропонована конструкція газового підвісу зі змінними зовнішніми дроселями, порівняно з підвісом при фіксованій ширині щілин подачі стиснутого газу, має при $P_n=5,0$ та оптимальних конструктивних параметрах зростання кутової та радіальної жорсткостей до 20% і 70% відповідно, в залежності від кута нахилу щілин подачі газу до осі підвісу та відношення їх ширини до номінального радіального зазору. Витрати газу через робочі зазори підвісів не залежать від типу дроселя.

Ключові слова: радіальний газовий підвіс, дві щілин, змінна ширина щілин, радіальна жорсткість, кутова жорсткість, витрати газу.

Abstract

Radial gas suspension with two external reactors as a gas supply slits, the width of which varies automatically according to the angular and radial shaft movements investigate the influence of the width of the slits on its static characteristic (angular and radial stiffness, gas flow) in the linear range of the righting and lift from the shaft displacements. It is found that the proposed design of the gas suspension with variable external reactors as compared with suspension by fixing the width of the compressed gas slots is at $pH=5.0$ and optimal structural parameters and increase radial stiffness corner to 20% and 70% respectively, depending angle from the gas supply to the axis of suspension of the slits and the ratio of the width to the nominal radial clearance. Gas flow through the working clearances of the suspensions is not dependent on the type of reactor.

Keywords: radial gas suspension, two slots, variable width slots, radial stiffness, angular stiffness, gas consumption.

Вступ

Використання шпindelних вузлів на газових підвісах в верстатів та приладах пояснюється фізико-технічною властивістю газу (повітря), що використовується в якості мастила. Але невелика в'язкість та стискання газу вимагає детального дослідження усіх факторів, що впливають на їх роботу. Найбільш широко газові підвіси використовуються в прецизійних приладах, при роботі яких практично відсутні динамічні навантаження (кругломіри, профілометри, прилади для точного контролю та перевірки тиску газу тощо), а статичні змінюються в відомих межах. Надійність газових підвісів залежить від відповідності розрахункових значень підйомної сили, моменту реакції та жорсткості робочого газового шару зовнішнім навантаженням, а економічність – від витрат газу. Інженери та науковці постійно ведуть пошук конструкцій та методів розрахунку газових підвісів з максимальними силовими характеристиками при мінімальних витратах газу. Це досягається використанням зовнішніх дроселів (ланцюжок отворів малого діаметра, щілин подачі газу, пористі вставки), комбінації зовнішнього та внутрішнього дроселювання потоку газу. Перспективним напрямком поліпшення статичних характеристик газових підвісів є використання змінного зовнішнього дроселя, що реагує на зміну зовнішнього навантаження. Але розрахунок таких підвісів практично відсутній в наукових часописах.

Основна частина

Метою роботи є розрахунок статичних характеристик (підйомної сили, відновлювального моменту при кутових переміщеннях вала підвісу, жорсткості та витрат газу) газового підвісу з двома лініями подачі газу в робочі зазори та змінним зовнішнім дроселем при складній неспіввідності.

Під дією сили F_n та ваги вала P , вал (рис. 1) переміщується в радіальному напрямку на величину e (радіальний ексцентриситет) і повертається на кут φ , а рухома втулка переміщується на e_1 та φ_1 відповідно.

Зовнішні сили $F_0^e = P + F_n$ та момент $M_0^e = F_n \cdot OK$ врівноважуються підйомною силою газового підвісу F та відновлювальним моментом M .

$$F = 4R_0^2 p_a F^*, \quad M = 4R_0^3 p_a M^*,$$

$$F^* = \lambda \left(\int_0^{\alpha_1} d\xi \int_0^{\pi} \sqrt{u_1} \cos \varphi d\varphi + \int_{\alpha_1}^1 d\xi \int_0^{\pi} \sqrt{u_2} \cos \varphi d\varphi \right),$$

$$M^* = \lambda^2 \left(\int_0^{\alpha_1} \xi d\xi \int_0^{\pi} \sqrt{u_1} \cos \varphi d\varphi + \int_{\alpha_1}^1 \xi d\xi \int_0^{\pi} \sqrt{u_2} \cos \varphi d\varphi \right).$$

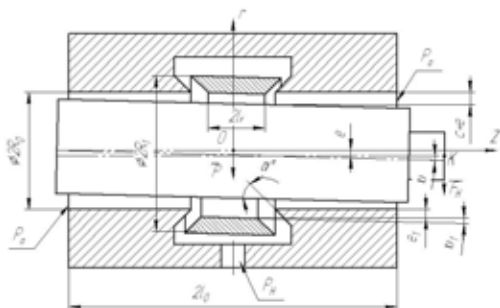


Рис. 1 – Газовий підвіс з двома щілинами подачі газу при складній неспіввідності

$$u_1 = \frac{p_1^2}{p_a^2} (0 \leq \xi \leq \alpha_1),$$

де p_a – тиск в оточуючому підвіс середовищі;

– квадрат безрозмірного тиску в

$$u_2 = \frac{p_2^2}{p_a^2} (\alpha_1 \leq \xi \leq 1)$$

робочих зазорах підвісу; $\lambda = l/R_0$ – відносна довжина підвісу; $\alpha_l = l_l/l$ – відносний інтервал між лініями подачі газу; $\xi = z/l$ – безрозмірна осьова координата; φ – кут, що відраховується по колу валу від напівпрямой, що проходить через точку О (рис. 1) та мінімальний робочий зазор.

Для симетричних газових підвісів вплив радіальних переміщень на відновлювальний момент M , а кутових – на підйомну силу F практично дорівнює нулю і тому: $K_{\varepsilon\theta}^* = 0$, $K_{\theta\varepsilon}^* = 0$.

При наявності рухомого зовнішнього дроселя (рис. 1) безрозмірні статичні характеристики підвісу будуть знаходитися з виразів:

$$F^*(\varepsilon, \varepsilon_1) = K_{\varepsilon}^* \varepsilon, \quad M^*(\theta, \theta_1) = K_{\theta}^* \theta,$$

де K_{ε}^* – безрозмірна радіальна жорсткість; K_{θ}^* – безрозмірна кутова; $\varepsilon = e/c$ та $\theta = l_l \cdot v / c$ – відповідно безрозмірні радіальне та кутове переміщення втулки.

Масові Q та безрозмірні Q^* витрати газу при кутових переміщеннях вала знаходяться з виразів:

$$Q = \frac{\pi k p_a^2 c^3}{12 \mu} \cdot Q^*, \quad Q^* = \frac{2(P_H^2 - 1)}{\lambda(1 - \alpha_1)(1 + \psi)}$$

$$\text{де } \psi = \frac{c^3 \ln\left(\frac{R_1}{R_0}\right)}{\delta_0^3 \lambda (1 - \alpha_1) \sin \alpha} \text{ – параметр щілини подачі стиснутого газу.}$$

Результати досліджень

У підвісу (рис. 1) при фіксованому положенні щілини подачі газу α_l , існує оптимальне значення параметра ψ при якому безрозмірна радіальна жорсткість K_{ε}^* буде максимальна. При збільшенні відстані між щілинами (l_l наближається до l_0) зростає K_{ε}^* , але при цьому значно зростають безрозмірні витрати газу Q^* і зменшується відношення K_{ε}^*/Q^* . Так при $P_H=0,6$; $\lambda=2,0$; $\alpha=90^\circ$ і $\alpha_l=0,4$ відношення $K_{\varepsilon}^*/Q^*=0,18$, а якщо $\alpha_l=0,5$ – $K_{\varepsilon}^*/Q^*=0,13$, (значення параметра ψ були оптимальними в розглянутих випадках). Розрахунки показали, що при відносно невеликих витратах стиснутого газу найбільші безрозмірні радіальну та кутову жорсткості, а значить і підйомну радіальну силу та відновлювальний момент, забезпечують такі значення безрозмірних параметрів ψ і α_l при яких одночасно виконуються умови (табл. 1)

$$\frac{\partial K_{\varepsilon}^*}{\partial \psi} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial \alpha_1} \cdot \frac{K_{\varepsilon}^*}{\sqrt[n]{Q^*}} = 0 \quad (n = 2, 3).$$

Таблиці 1 – Оптимальні значення параметрів α_l і ψ та відповідні їм значення безрозмірної радіальної K_{ε}^* та кутової K_{θ}^* жорсткостей і безрозмірних витрат Q^* газу при $P_H=5,0$.

λ	α	α_1	ψ	K_{ε}^*	K_{θ}^*	Q^*
Оптимум второго порядка (n=2)						
1	$\pi/2 (\delta=\delta_0)$	0,181	1,436	2,28	0,49	24,07
2		0,286	1,059	3,01	1,89	16,33
3		0,380	0,851	3,02	3,77	13,94
1	$\pi/4 (\beta=1)$	0,181	2,031	3,87	0,59	24,07
2		0,286	1,485	5,21	2,32	16,33
3		0,380	1,204	5,10	4,49	13,94
1	$\pi/4 (\beta=0,5)$	0,181	2,031	3,41	0,56	24,07
2		0,286	1,485	4,92	2,27	16,33
3		0,380	1,204	4,73	4,32	13,94
Оптимум третьего порядка (n=3)						
1	$\pi/2(\delta=\delta_0)$	0,362	1,457	2,51	0,59	30,62
2		0,433	1,105	3,31	2,22	20,10
3		0,528	0,944	3,38	4,51	17,45
1	$\pi/4 (\beta=1)$	0,362	2,060	4,05	0,72	30,62
2		0,433	1,563	5,32	2,68	20,10
3		0,528	1,335	5,41	5,40	17,45

Як маємо з табл. 1 оптимуму більшого порядку відповідає більший інтервал між щілинами подачі газу, збільшенню кутової та радіальної безрозмірних жорсткостей і витрат стиснутого газу.

Висновки.

Газовий радіальний підвіс з двома щілинами подачі газу, ширина яких змінюється в залежності від зовнішнього навантаження при оптимальних значеннях відносного положення щілин α_1 та параметра дроселя ψ , має збільшення безрозмірної радіальної та кутової жорсткості в діапазоні лінійності підйомної сили від радіального переміщення вала та відновлювального моменту при кутових переміщеннях вала, порівняно з підвісом, у якого ширина щілини подачі газу стала ($\delta = \delta_0 = \text{const}$). Так при $P_H = 5,0$ і $\alpha = \pi/4$ безрозмірна радіальна жорсткість K_ε^* (безрозмірна підйомна сила $F^* = K_\varepsilon^* \cdot \varepsilon$), безрозмірна кутова K_θ^* жорсткість (безрозмірний відновлювальний момент $M^* = K_\theta^* \cdot \theta$) зростають до 70 % і 20 % відповідно, в залежності від кута нахилу щілини подачі газу до осі підвісу і відношення ширини щілин до номінального радіального зазору. Враховуючи, що витрати стиснутого газу через робочі зазори підвісів із різними типами дроселів практично однакові, то із зростанням силових статичних характеристик підвісу зі змінним дроселем значно покращуються його економічні показники (відношення K_ε^*/Q^* та K_θ^*/Q^*).

Список літератури:

1. Пинегин С. В. Статические и динамические характеристики газостатических опор. / С. В. Пинегин, Ю. Б. Табачников, И. Е. Сипенков. – М. : Наука, 1982. – 265 с.
2. Ревкач М. В. Розрахунок та оптимізація двосторонньої плоскої пористої прямокутної газостатичної опори великого видовження / М. В. Ревкач, В. І. Степанчук, В. О. Федотов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1994. – № 4 (5). – С. 38 – 40.
3. Емельянов А. В. Характеристики радиальных газостатических опор с двойным дроселированием газового потока / А. В. Емельянов, В. А. Федотов, В. А. Приятельчук // Машиноведение. – 1977. – № 2. – С. 97 – 104.
4. Федотов В. О. Газові підвіси шпindelних вузлів : монографія / В. О. Федотов, І. В. Федотова. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 244 с. ISBN 978-966-641-362-1.
5. Емельянов А. В. Оптимальные параметры и сравнительные характеристики радиальных подвесов с непрофилированными рабочими поверхностями / А. В. Емельянов, В. А. Приятельчук, А. В. Шевченко // Машиноведение. – 1978. – № 6. – С. 81 – 89.
6. А. с. 1139913 СССР, MKU F 16 C 32 / 06. Газостатический подшипник / А. В. Емельянов, В. А. Федотов (СССР). – № 3572750 ; Заявл. 06. 04. 1983. ; опуб. 15. 02. 1985, Бюл. № 6. – 2 с.
7. Федотов В. О. Вплив активного дроселя на характеристики газових підшипників / В. О. Федотов, А. А. Кашканов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1994. – № 2 (3). – С. 65 – 67.
8. Розрахунок характеристик газового підвісу зі змінним зовнішнім дроселем при складній неспіввідності / В. О. Федотов, І. В. Віштак // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – №. С. . – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-004X.

Федотов Валерій Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри Опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, тел.: (0432)-598-072, e-mail: fedotov_va@ukr.net

Fedotov Valeriy Oleksandrovych – Candidate of Technical Sciences, Professor of Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, the Vinnytsya National Technical University, (0432)-598-072, e-mail: fedotov_va@ukr.net

ІНТЕНСИВНІСТЬ ЗНОШУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ КОВЗАННЯ З КОМПОЗИЦІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Об'єктом даного дослідження є підшипник ковзання шестеренчастої гідромашини, на робочі поверхні якого нанесені композиційні покриття ТБСАН та ЦБСАН. У даній роботі розглядаються композиційні покриття, які отримані методом електроіскрового легування та матрицею з антифрикційного алюмінієвого сплаву.

В дослідженні показано, що використання композиційних покриттів значно дозволяє підвищити зносостійкість підшипників ковзання для гідромашин.

Ключові слова: композиційні покриття, підшипник ковзання, інтенсивність зношування, алюмінієві сплави, масляний насос.

Abstract

The object of this study is shesterenchastoyi Hydraulic bearing on the working surface is coated composite coating TBSAN and TSBSAN. In this paper the composite coatings obtained by electric-doping and antifriction matrix of aluminum alloy.

The study shows that the use of composite coating allows significantly increase the wear resistance of bearings for hydraulic machines.

Keywords: Composite cover, bearing, wear intensity, aluminum alloys, oil pump.

Однією з актуальних задач сучасного матеріалознавства є збільшення зносостійкості й твердості такого важливого класу конструкційних матеріалів як алюмінієві сплави, які широко використовують у авіабудуванні, аеронавтиці та інших галузях машинобудування. Цю задачу розв'язують шляхом нанесення захисних покриттів із використанням традиційних методів газотермічного напилення, хімічного осадження з газової фази, електроіскрового легування, лазерного легування тощо. Серед перерахованих способів електроіскрове легування (ЕІЛ), яке відноситься до екологічно чистих технологій, відрізняється низькою енергоємністю, простотою процесу, малими габаритами обладнання у поєднанні з високою ефективністю збільшення рівня фізико-механічних властивостей поверхні.

Нанесення електроіскрових покриттів на алюмінієві сплави традиційними легуючими матеріалами супроводжується значним випаровуванням матеріалу деталі через низьку температуру плавлення. Тому для запобігання цьому явищу необхідно вибирати такі матеріали, які б утворювали захисну «жмуру» над поверхнею алюмінієвої деталі.

В якості таких електродів було використано сплав системи AlN-TiB₂ (ТБСАН). Цей матеріал відрізняється високим рівнем фізико-механічних властивостей, та можливістю утворювати в процесі трибоокиснення тверді мастила.

Випробовування деталей на які було нанесено композитне покриття ТБСАН проводили за схемою «циліндр-площина».

Загальний вигляд моделі зношування матеріалу можна представити у наступному вигляді:

$$\frac{du_w}{dS} = k_w \sigma^m,$$

де u_w – знос; S – шлях тертя; k_w , m – параметри моделі.

Результати експериментальних досліджень проілюстровані на рисунку.

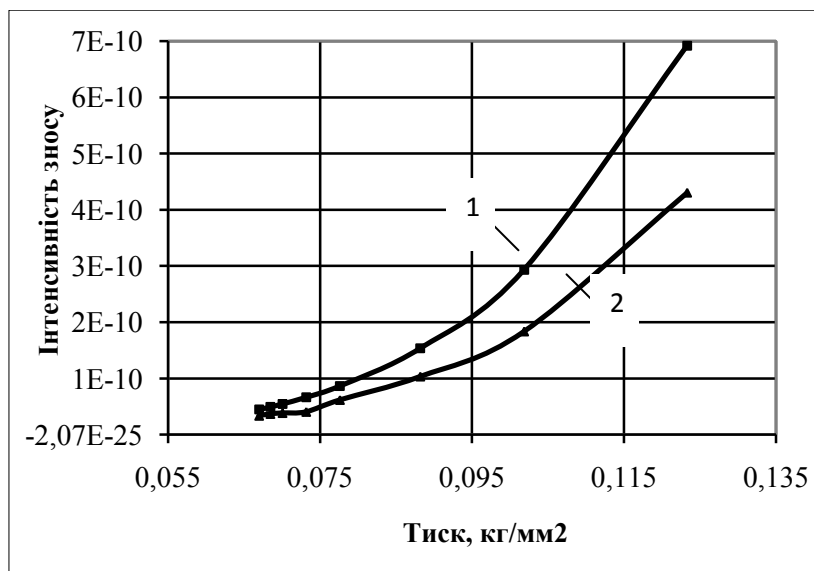


Рис. – Залежність інтенсивності зносу від тиску:
1 – без покриття; 2 – покриття ТБСАН.

Використання композитного покриття ТБСАН дає змогу підвищити зносостійкість деталей, які виготовляються з алюмінієвих сплавів, в 1,5 – 2 рази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузьменко А. Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / А. Г. Кузьменко. — Хмельницький: ТУП, 2002. — 151 с. ISBN 966-7789-48-9.
2. Юречко Д. В. Физико-химическая модель формирования износостойких покрытий на алюминиевых сплавах при электроискровом массопереносе композиционной керамики / Д. В. Юречко, И. А. Подчерняева, А. Д. Панасюк, О. Н. Григорьев // Порошковая металлургия. — 2006. — №1/2. — С. 51-58.
3. Подчерняева И. А. Поверхностное модифицирование сплава АЛ9 при электроискровом легировании материалами системы $\text{AlN-Ti(Zr)B}_2\text{-Ti(Zr)Si}_2$ / И. А. Подчерняева, А. Д. Панасюк, В. В. Щепетов, Д. В. Юречко, В. Ю. Громенко, Р. К. Иващенко // Порошковая металлургия. — 2004. — №3-4. — С. 54-62.
4. Крагельский И. В. Основы расчета на трение и износ / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. — М.: Машиностроение. — 1977. — 256с.

Губанов Андрій Васильович – завідувач лабораторіями кафедри ОМІМ, Вінницький національний технічний університет, e-mail: gubanovav@ukr.net.

Gubanov Andrey. - head of laboratory of WMD, Vinnytsia National Technical University, e-mail: gubanovav@ukr.net.

ФЕНОМЕНОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ЗМІЦНЕННЯ МЕТАЛУ В ПРОЦЕСІ ВОЛОЧІННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Отримана феноменологічна модель зміцнення низьковуглецевого зварювального дроту в процесі багатоступінчатого волочіння у вигляді залежності коефіцієнтів кривої зміцнення від інтегральної деформації витягування. Отримана модель дозволяє розрахувати криву зміцнення, показники міцності і пластичності дроту за результатами випробовування катанки в стані постачання.

Ключові слова: крива зміцнення, зварювальний дріт, волочіння, феноменологічна модель.

Abstract

The obtained phenomenological model of hardening low-carbon welding wire in the process of multistage drawing establishes dependence of the hardening curve coefficients on the integral tensile strain. The obtained model will make it possible to calculate hardening curve, strength and plasticity indicators of metal products by the results of wire rod testing in the delivery state.

Keywords: hardening curve, welding wire, drawing, phenomenological model.

Вступ

Відомо, що в процесі холодного пластичного деформування, зокрема волочіння, метал змінює свої механічні властивості. Для моделювання процесу багатоступінчатого волочіння, здійснення відповідних розрахунків, створення експрес-методів прогнозування механічних характеристик важливо мати математичні моделі зміни характеристик опору пластичній деформації металу після проходження через кожну волоку. Залежності між вихідними характеристиками металу та характеристиками, які формуються при волочінні, спираючись тільки на відомості про стандартні механічні характеристики (границі міцності, текучості, відносне видовження), хімічний склад, мікроструктуру тощо не знайшли належного відображення в літературі. Це пов'язано з неоднозначними взаємозв'язками між вказаними характеристиками та, зокрема, кривою зміцнення. В такому випадку раціонально розглянути механіку процесу зміцнення з використанням феноменологічного підходу. Особливо актуальним є питання дослідження маловуглецевих сталей, з яких виробляється зварювальний дріт [1, 2].

Метою роботи є визначення феноменологічних зв'язків між коефіцієнтом витягування та параметрами кривої зміцнення маловуглецевої сталі зварювального дроту в процесі його багатоступінчатого волочіння.

Результати дослідження

В початковому стані матеріал катанки зміцнюється за степеневим законом [2] в напрямку його розтягу вздовж вісі, що підтверджується проведеними випробовуваннями

$$\sigma_i = A_0 e_i^{n_0}, \quad (1)$$

Будемо вважати, що після кожного переходу волочіння матеріал набуває властивостей, із збереженням здатності зміцнюватись за степеневим законом, що також підтверджується експериментально.

При побудові моделі розглянуто головний напрямок подальшого, після волочіння, процесу деформування – розтяг вздовж вісі дроту. Таке припущення підтверджується експериментально – криві зміцнення дроту після волочіння, які отримані в досліді на розтяг, мають форму, що відповідає зазначеному закону зміцнення.

Величина коефіцієнта витягування [1]

$$\ln \mu = e_i = \ln \frac{F_0}{F} = \ln \frac{l}{l_0}, \quad (2)$$

де F_0 – початкова площа поперечного перерізу; F – площа поперечного перерізу металу після волочіння; l_0 – початкова довжина зразка; l – довжина після волочіння.

Статистична обробка чисельних експериментальних даних щодо величин коефіцієнтів n і A дала такі результати

$$A = A_0 \cdot \exp(k \cdot \ln \mu), \quad (3)$$

$$n = n_\infty + (n_0 - n_\infty) \cdot a^{\ln \mu}, \quad (4)$$

де A та A_0 – модулі зміцнення матеріалу після протягування (дроту після переходу волочіння) та в стані постачання відповідно, МПа; n , n_0 – показники деформаційного зміцнення матеріалу після волочіння та в стані постачання відповідно; k , a – коефіцієнти.

Кінцева феноменологічна модель опису кривої зміцнення після кожного проходу через волоку:

$$\sigma_i = A_0 \cdot \exp(k \cdot \ln \mu) \cdot e_i^{n_\infty + (n_0 - n_\infty) \cdot a^{\ln \mu}}, \quad (6)$$

Величини стандартних механічних характеристик визначатимуться через (6), зокрема відносне видовження після розриву визначиться за величиною n , а границя міцності – за величинами n і A [3]:

$$\sigma_g = A \cdot \exp(-n) \cdot n^n, \quad (7)$$

$$\sigma_{0,2} = A \cdot 0,002^n, \quad (8)$$

$$\delta = [\exp(n) - 1] \cdot 100\%. \quad (9)$$

На рис. 1 наведено залежність коефіцієнтів n і A в залежності від інтегральної деформації витягування. Як видно, коефіцієнт n прямує асимптотично до константи з невеликими значеннями, що наближаються до нуля, тобто матеріал набуває властивостей ідеально пластичного матеріалу. Втім, при цьому пластичність металу майже вичерпана – використаний ресурс пластичності наближається до одиниці.

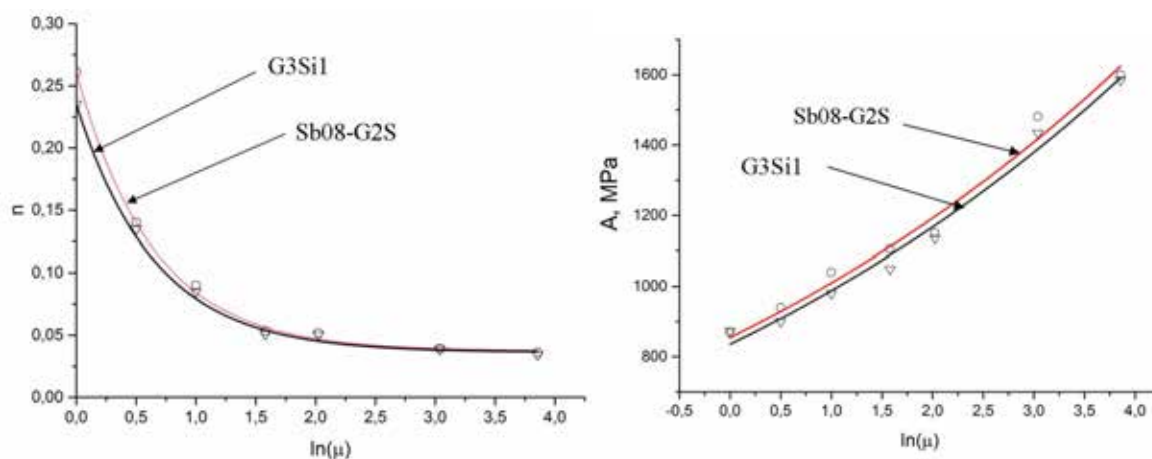


Рис. 1 – Зміна коефіцієнтів n і A в залежності від інтегральної деформації витягування

Представлення залежностей в вигляді апроксимацій (3)–(6) може набути практичного значення не тільки для маловуглецевих сталей типу Св-08Г2С та G3Si1, але й для інших марок сталей, оскільки в них входять коефіцієнти початкової кривої зміцнення для катанки в стані постачання, а закон зміцнення більшості металів відповідає степеневому. Зручним є також те, що в залежностях є лише по одному невідомому коефіцієнту k та a , які не можливо однозначно задати без випробовувань зразків

дроту після волочіння. В першому наближенні можна припустити, що ці коефіцієнти не суттєво залежатимуть від параметрів процесу та властивостей матеріалу, що дасть змогу скористатись ними для передбачення механічних властивостей і побудові феноменологічної математичної моделі поведінки металу в процесі волочіння.

Для уточнення відповідних моделей варто провести постановочні експерименти на кожній з марок сталей, які підлягають технологічній обробці, знайти k та a для кожної групи. Далі випробувати вихідний матеріал в стані постачання. Розрахунки за формулами (7)–(9) дадуть передбачувані значення характеристик міцності і пластичності і якщо вони не відповідатимуть вимогам стандарту, то необхідно провести операції відпалу, або відмовитись від такої партії металу.

Зауважимо, що отримана феноменологічна модель буде найкраще описувати механічні характеристики для процесу волочіння, який характеризується певними, дослідженими, геометричними та конструктивними параметрами матриці, умовами змащення, швидкістю волочіння, кількістю проходів і т.д., оскільки ці фактори спричиняють вплив на досліджувані величини опору пластичному деформуванню [1, 2].

Висновки

Отримана модель волочіння маловуглецевого зварювального дроту дозволить за результатами випробувань катанки в стані поставки спрогнозувати показники міцності та пластичності зварювального дроту виготовленого за заданим маршрутом. Якщо спрогнозовані показники не будуть відповідати вимогам стандартів, то необхідно провести операції відпалу, або відмовитись від такої партії металу. Можливість прогнозувати механічні властивості дроту після волочіння дозволить зменшити виробництво неякісного дроту та уникнення економічних ризиків на виробництві в зв'язку з виготовленням неякісного продукту. На етапі вхідного контролю сировини отримана модель дозволить скласти раціональний план виробництва дроту різних діаметрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перлин И.Л. Теория волочения / И.Л. Перлин, М.З. Ерманок. – М.: Металлургия, 1971. – 448с.
2. Грушко О. В., Слободянюк Ю. О., Ткаченко Р. С. Криві течії катанки марок G3Si1 та Св-08Г2С // Обработка материалов давлением : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, – 2016. – № 1 (42). – С. 207–213.
3. Побудова кривої течії матеріалу за границями міцності і текучості / О. В. Грушко, В. А. Огородніков, М. І. Побережний, М. П. Єленич // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 6 (87). – С. 90–93.

Грушко Олександр Володимирович — професор кафедри ОМІМ, доктор технічних наук, професор, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Hrushko Oleksandr — Prof. of Materials Strength and Applied Mechanics Department, Doctor of Technical Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ
ТЕОРЕМИ ПРО ЗМІНУ КІНЕТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі за допомогою теореми про зміну кінетичної енергії визначено потужність двигуна машини для шліфування льоду та шлях, що пройшла машина до зупинки.

Ключові слова: кінетична енергія, робота, потужність двигуна, машина для шліфування льоду.

Abstract

In this work, using the theorem on the change of kinetic energy, the power of the engine of the machine for grinding ice and the path that passed the car to the stop were determined.

Keywords: kinetic energy, work, engine power, the machine for grinding ice.

Метою роботи є визначення потужності двигуна машини для шліфування льоду та шляху, що пройшла машина до зупинки використовуючи теорему про зміну кінетичної енергії (рис. 1).

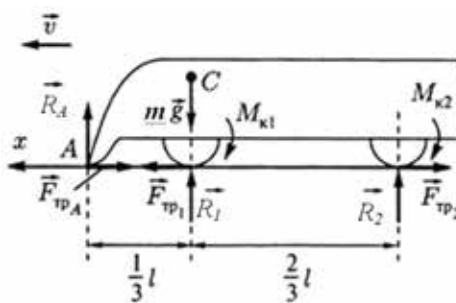


Рисунок 1 – Машина для шліфування льоду з прикладеними до неї силами

Машина масою m для шліфування льоду рухається прямолінійно по горизонтальній площині катка зі швидкістю v . Положення центра мас C вказано на рис. 1. Обчислити потужність двигуна машини, що передається на осі коліс та визначити шлях, що пройде машина до зупинки, якщо f_k – коефіцієнт тертя ковзання між колесами машини та льодом, а f – коефіцієнт тертя ковзання між шліфуючою кромкою A та льодом. Масою коліс радіусу r , що котяться без ковзання, знехтувати.

При розв'язанні подібних задач в розділі динаміка системи [1 – 4] використовується теорема про зміну кінетичної енергії:

$$T - T_0 = \sum A^E + \sum A^i, \quad (1)$$

де T і T_0 – кінетична енергія системи в кінцевому та початковому положеннях відповідно;

$\sum A^E, \sum A^i$ – сума робіт від зовнішніх та внутрішніх сил системи відповідно.

$$T = 0, \quad (2)$$

оскільки в момент зупинки $v = 0$.

$$\sum A^i = 0, \quad (3)$$

при розв'язанні задачі будемо вважати, що тіла абсолютно тверді, а, як відомо, сума робіт від внутрішніх сил абсолютно твердого тіла на будь-якому його переміщенні дорівнює нулю.

Тоді

$$-T_0 = \sum A^E. \quad (4)$$

Колеса котяться без ковзання, тому в точках їх дотику з поверхнею знаходяться миттєві центри швидкостей. Так як масою коліс можна знехтувати, а машина рухається поступально

$$T_0 = \frac{mv^2}{2}. \quad (5)$$

Із зовнішніх сил роботу виконують лише сила тертя ковзання в опорі A і моменти тертя кочення коліс:

$$\sum A^E = -F_{\text{тр}}s - 2M_{k1}\varphi - 2M_{k2}\varphi = -fR_A s - 2(f_k R_1 + f_k R_2)\varphi = -fR_A s - 2f_k(R_1 + R_2)\frac{s}{r}. \quad (6)$$

При визначенні нормальних реакцій R_A , R_1 і R_2 скористаємось рівняннями рівноваги статки:

$$\sum M_D = 0; \quad mg \frac{2}{3}l - R_A \left(\frac{1}{3}l + \frac{2}{3}l \right) = 0. \quad (7)$$

$$\sum F_y = 0; \quad R_A - mg + R_2 = 0. \quad (8)$$

З рівняння (7):

$$R_A = \frac{mg \frac{2}{3}l}{l} = \frac{2}{3}mg. \quad (9)$$

З рівняння (8):

$$R_2 = mg - R_A = mg - \frac{2}{3}mg = \frac{1}{3}mg. \quad (10)$$

Так як машина служить для шліфування льоду, то її призначення в тому, щоб якомога сильніше притиснути скребок A , тоді $R_1 \rightarrow 0$.

Тому (9) і (10) $\rightarrow$ (6)

$$\sum A^E = -f \cdot \frac{2}{3}mgs - 2f_k \cdot \frac{1}{3}mg \frac{s}{r} = -mgs \left(\frac{2}{3}f + \frac{2}{3}\frac{f_k}{r} \right). \quad (11)$$

Підставивши всі знайдені вирази в теорему про зміну кінетичної енергії, тобто (5) і (11) $\rightarrow$ (4), отримаємо:

$$-\frac{mv^2}{2} = -mgs \left(\frac{2}{3}f + \frac{2}{3}\frac{f_k}{r} \right). \quad (12)$$

Із цього рівняння знаходимо шлях s , який буде пройдено машиною для шліфування льоду до зупинки:

$$s = \frac{v^2}{\frac{g}{3} \left(f + \frac{f_k}{r} \right)}. \quad (13)$$

Потужність двигуна машини, що передається на осі коліс:

$$N = M_{k2} \cdot \omega + F_{\text{тр}A} \cdot v = (f_k \cdot R_2) \frac{v}{r} + f \cdot R_A \cdot v = \left(f_k \cdot \frac{1}{3}mg \right) \frac{v}{r} + f \cdot \frac{2}{3}mgv = \frac{mg}{3} v \left(\frac{f_k}{r} + 2f \right). \quad (14)$$

Висновки

В даній роботі за допомогою теореми про зміну кінетичної енергії визначено шлях, який пройшла машина для шліфування льоду до зупинки. З формули (13) видно, що шлях прямо пропорційний квадрату швидкості. Також обчислено потужність двигуна машини для шліфування льоду, що передається на осі коліс за формулою (14).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретична механіка: [підруч. для студ. вищ. навч. техн. закл.] / [Зінько Я. А., Ванькович Т.-Н. М., Векерик В. І. та ін.]; за ред. І. В. Кузьо; худож.-оформлювач В. М. Карасик. – Х. : Фоліо, 2017. – 780 с.
2. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.1. Статика и кинематика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [8-е изд. перер.]. – М. : Наука, 1984. – 504 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [2-е изд. испр.]. – М. : Наука, 1964. – 664 с.
4. Мещерский И. В. Сборник задач по теоретической механике: [учебн. пос. – 35-е изд, перер.]. М. : Наука, 1981. – 480 с.

Кириця Інна Юрївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Баранов Владислав Анатолійович – студент групи ТТ-17б, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kyrytsya Inna Y. – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.

Baranov Vladyslav A. – student gr. 1TT-17b, Department of Machine-building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ЗАСТОСУВАННЯ ОСНОВНИХ ЗАКОНІВ ДИНАМІКИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ТІЛА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі використовуючи основні закони динаміки визначено величину середнього тиску порохових газів на снаряд, що проходить всередині ствола гармати та час руху даного снаряду в стволі гармати.

Ключові слова: снаряд, середній тиск, закони динаміки.

Abstract

In this work, using the basic laws of dynamics, the value of the average pressure of the powder gases on the shell passing through the gun barrel and the movement time of the projectile in the barrel of the gun are determined.

Keywords: the shell, the average pressure, dynamics laws.

Метою роботи є визначення величини середнього тиску порохових газів на снаряд (F_{cp}), що проходить всередині ствола гармати та часу руху даного снаряду в стволі гармати використовуючи основні закони динаміки (рис. 1).

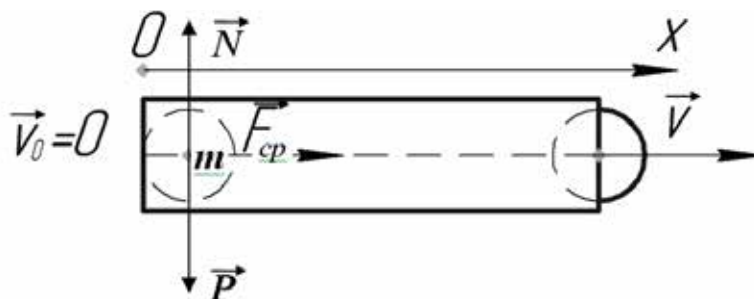


Рисунок 1 – Ствол гармати зі снарядом, до якого прикладені сили

При вистрілі з гармати снаряд вилітає з горизонтальною швидкістю 570 м/с. Маса снаряду 6 кг. Визначити величину середнього тиску порохових газів, якщо снаряд проходить в середині ствола гармати 2м? Скільки часу рухається снаряд в стволі гармати, якщо тиск газів вважати сталим?

При розв'язанні подібних задач в розділі динаміка [1 – 4] використовуються основні закони динаміки. Особливу роль відіграє II закон Ньютона (основний закон динаміки):

$$m\vec{a} = \vec{F}. \quad (1)$$

Складемо диференціальне рівняння руху снаряда в проекції на вісь Ox:

$$m\ddot{x} = \sum F_x \quad (2)$$

$$m\ddot{x} = F_{cp} \quad (3)$$

$$\ddot{x} = \frac{F_{cp}}{m} \quad (4)$$

Інтегруємо диференціальне рівняння (4) двічі:

$$\dot{x} = \frac{F_{cp}}{m} t + C_1, \quad (5)$$

$$x = \frac{F_{cp}}{m} \frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2. \quad (6)$$

Визначаємо сталі інтегрування, використовуючи початкові умови:

При $t = 0$; $\dot{x} = 0$; $x = 0$,

тоді $C_1=0$, $C_2=0$.

$$\dot{x} = \frac{F_{cp}}{m} t, \quad (7)$$

$$x = \frac{F_{cp}}{m} \frac{t^2}{2}. \quad (8)$$

При $t = \tau$; $x = l = 2$ м; $\dot{x} = v_1 = 570$ м/с

$$v_1 = \frac{F_{cp}}{m} \tau \quad (9)$$

$$l = \frac{F_{cp}}{m} \frac{\tau^2}{2} \quad (10)$$

З (9) формули:

$$F_{cp} = \frac{mv_1}{\tau}. \quad (11)$$

(11) $\rightarrow$ (10)

$$l = \frac{mv_1}{m\tau} \frac{\tau^2}{2} = \frac{v_1\tau}{2} \quad (12)$$

З (12) формули:

$$\tau = \frac{2l}{v_1} = \frac{2 \cdot 2}{570} = 0.007 \text{ (с)}. \quad (13)$$

Тоді

$$F_{cp} = \frac{mv_1}{\tau} = \frac{6 \cdot 570}{0.007} = 487350 \text{ (Н)} \approx 487,6 \text{ (кН)}$$

Середній тиск порохових газів на снаряд можна також визначити використовуючи теорему про зміну кінетичної енергії:

$$T - T_0 = \sum A^E + \sum A^i, \quad (14)$$

де T і T_0 – кінетична енергія тіла в кінцевому та початковому положеннях відповідно;

$\sum A^E, \sum A^i$ – сума робіт від зовнішніх та внутрішніх сил відповідно.

$$T_0 = 0, \quad (15)$$

оскільки в початковий момент $v_0 = 0$.

$$\sum A^i = 0, \quad (16)$$

при розв'язанні задачі будемо вважати, що тіло абсолютно тверде, а як відомо, сума робіт від внутрішніх сил абсолютно твердого тіла на будь-якому його переміщенні дорівнює нулю.

Тоді

$$T = \sum A^E. \quad (17)$$

Так як снаряд рухається поступально:

$$T = \frac{mv_1^2}{2}. \quad (18)$$

Визначимо роботу від зовнішніх сил

$$\sum A^E = A(P) + A(N) + A(F_{cp}) \quad (19)$$

$$A(P) = P \cdot l \cdot \cos 90^\circ = 0 \quad (20)$$

$$A(N) = N \cdot l \cdot \cos 90^\circ = 0 \quad (21)$$

$$A(F_{cp}) = F_{cp} \cdot l \cdot \cos 0^\circ = F_{cp} \cdot l \quad (22)$$

(20), (21), (22) $\rightarrow$ (19)

Із зовнішніх сил роботу виконує лише сила F_{cp}

$$\sum A^E = A(F_{cp}) = F_{cp} \cdot l \quad (23)$$

(18), (23) $\rightarrow$ (17)

$$\frac{mv_1^2}{2} = F_{cp} \cdot l, \quad (24)$$

$$F_{cp} = \frac{mv_1^2}{2l}. \quad (25)$$

Висновки

В даній роботі за допомогою основних законів та теорем динаміки визначено час руху снаряду в стволі гармати (формула (13)) та обчислено величину середнього тиску порохових газів на снаряд всередині ствола (формули (11) та (25)). З формул (11) та (25) видно, що чим більша маса снаряду, тим більше величина середнього тиску порохових газів на снаряд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретична механіка: [підруч. для студ. вищ. навч. техн. закл.] / [Зінько Я. А., Ванькович Т.-Н. М., Векерик В. І. та ін.]; за ред. І. В. Кузьо; худож.-оформлювач В. М. Карасик. – Х. : Фоліо, 2017. – 780 с.
2. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.1. Статика и кинематика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [8-е изд. перер.]. – М. : Наука, 1984. – 504 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / Бать М. И., Джанелидзе Г. Ю., Кельзон А. С. – [2-е изд. испр.]. – М. : Наука, 1964. – 664 с.
4. Мещерский И. В. Сборник задач по теоретической механике: [учебн. пос. – 35-е изд. перер.]. М. : Наука, 1981. – 480 с.

Кириця Інна Юріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Мельничук Юлія Вікторівна – студентка групи ТТ-17б, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Kyrytsya Inna Y. – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.

Melnichuk Yuliya V. – student gr. 1TT-17b, Department of Machine-building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЕФОРМУВАННЯ ТА КОЕФІЦІЄНТУ ОПОРУ СЕРЕДОВИЩА БРОНЬОВАНИХ СТАЛЕЙ ПРИ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі запропоновано феноменологічний підхід, який дозволяє оцінити енергетичні затрати, пов'язані з проникненням твердого індентора в броньовані сталі. Отримані залежності дозволяють розрахувати масу індентора, час проходження його в середовищі, енергію деформування та коефіцієнт опору середовища.

Ключові слова: броньована сталь, енергія деформування, коефіцієнт опору середовища.

Abstract

In this work, a phenomenological approach is proposed, that allows us to estimate the energy costs associated with the penetration of a solid indenter into armored steel. The obtained dependences allow us to calculate the weight of the indenter, the time it passes through the medium, energy of deformation and the coefficient of resistance of the medium.

Keywords: armored steel, energy of deformation, the coefficient of resistance of the medium.

Метою роботи є отримання залежностей, які дозволять розрахувати масу індентора (кулі, снаряду) та час проходження його в середовищі, а також, на основі феноменологічної теорії деформуємі, визначення енергії деформування та коефіцієнту опору середовища броньованих сталей при ударному навантаженні.

При експлуатації броньованих сталей, з яких виготовляють бронежилети, броньові пластини для бронетехніки, виникає необхідність оцінки їх якості та їх деформаційної здатності поглинати енергію при проникненні індентора.

В даній роботі пропонується, на прикладі задачі про проникнення індентора (кулі, снаряду) в броньовану сталь товщиною h (рис. 1), що змінює свою швидкість від v_0 до v_1 та із урахуванням сили опору, яка пропорційна швидкості ($R = k\dot{x}$), визначити:

- 1) масу індентора (кулі, снаряду);
- 2) час руху індентора (кулі, снаряду) в сталі;
- 3) енергію, що затрачена на проникнення індентора в броньовану сталь;
- 4) коефіцієнт опору середовища броньованих сталей (k).

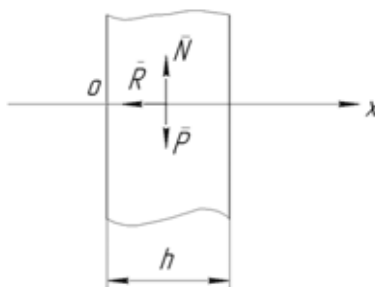


Рисунок 1 – Розрахункова схема

Використовуючи основний закон динаміки [1]

$$m\ddot{a} = \vec{F}, \quad (1)$$

та особливості інтегрування диференціальних рівнянь, нами отримані залежності, які дозволяють визначити:

- масу індентора (кулі, снаряду)

$$m = \frac{h \cdot k}{(v_0 - v_1)}; \quad (2)$$

– час руху індентора (кулі, снаряду) в броньованій сталі

$$\tau = \frac{h}{(v_0 - v_1)} \ln \frac{v_0}{v_1}. \quad (3)$$

На основі феноменологічної теорії деформуємістості та прийомів наведених в роботах Огороднікова В. А. [2, 3] та Деля Г. Д. [4], враховуючи фізико-механічні характеристики броньованих сталей та кінематичні характеристики індентора (кулі, снаряду) представлених в роботі [5], отримані залежності для визначення:

– енергії, що затрачена на проникнення індентора (кулі, снаряду) в броньовану сталь

$$W_{def} = W_{num} \frac{\pi d_i^2}{4} h_i, \quad (4)$$

де W_{num} – питома потенціальна енергія деформування;

d_i – поточний діаметр пластичної хвилі;

h_i – поточна товщина броньованої сталі;

– коефіцієнту опору середовища броньованих сталей

$$k = \frac{W_{def}}{h_i x} = \frac{W_{def}}{h_i v_{def}}, \quad (5)$$

де v_{def} – швидкість проходження індентора (кулі, снаряду) в середовищі, що зміцнюється

$$v_{def} = v_0 \exp \left(\frac{h_i}{h_0} \ln \frac{v_0}{v_1} \right). \quad (6)$$

Висновки

В даній роботі, на основі феноменологічної теорії деформуємістості та принципів розв'язання задач з динаміки, отримані залежності, які дозволяють визначити: масу індентора (кулі, снаряду), час руху індентора (кулі, снаряду) в середовищі; енергію, що затрачена на проникнення індентора в броньовану сталь; коефіцієнту опору середовища броньованих сталей (k).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теоретична механіка: [підруч. для студ. вищ. навч. техн. закл.] / [Зінько Я. А., Ванькович Т.-Н. М., Векерик В. І. та ін.]; за ред. І. В. Кузьо; худож.-оформлювач В. М. Карасик. – Х. : Фоліо, 2017. – 780 с.
2. Огородников В. А. Энергия. Деформации. Разрушение (задачи автотехнической экспертизы): [монография] / Огородников В. А., Киселев В. Б., Сивак И. О. – В. : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 204 с.
3. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / Огородников В. А. – К.: Вища школа. Головное изд – во, 1983. – 175 с.
4. Дель Г.Д. Технологическая механика / Дель Г.Д. – М.: Машиностроение, 1978. – 174 с.
5. Частные вопросы конечной баллистики / Григорян В. А., Белобородько А.Н., Дорохов Н.С. и др. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 591 с.: ил. – ISBN 5-7038-2798-1.

Кириця Інна Юрїївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail slk-vin@ukr.net, тел. +380679843705

Kyrytsya Inna Y. – PhD, Assistant Professor of Materials Resistance and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail slk-vin@ukr.net, tel. +380679843705.

ДІАГРАМИ ПЛАСТИЧНОСТІ МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ ТИПУ G3Si1 ТА Св-08Г2С

¹ Вінницький національний технічний університет;² ПАТ «ПлазмаТек»

Анотація

Побудовано діаграми пластичності маловуглецевих сталей типу G3Si1 та Св-08Г2С, які використовуються для виробництва зварювального дроту. Використання побудованих діаграм пластичності дозволить раціонально спроектувати технологічний процес виробництва дроту та уникнути небажаних ризиків виготовлення неякісної продукції.

Ключові слова: діаграма пластичності, граничні деформації, пластичність, показник напруженого стану.

Abstract

The plasticity diagrams of G3Si1 and Sv-08G2S low-carbon steels, which are used for the production of welding wire, were constructed. The use of built diagrams of plasticity will allow rational design of the technological process of wire production and avoid unwanted risks of manufacturing poor quality products.

Keywords: diagram of plasticity, boundary deformation, plasticity, index of a stressed state.

Вступ

Основним процесом виробництва дроту марок G3Si1 та Св-08Г2С є процес волочіння із катанки діаметром 6,5 або 5,5 мм до необхідного діаметру 1,6, 1,2, 1,0 або 0,8 мм, який є часто неможливим без операції проміжного відпалу. Сьогодні є актуальним проектування технологічного процесу виробництва дроту без операцій проміжного відпалу, використовуючи при цьому максимальний ресурс пластичності. Так розрахунок технологічного процесу виробництва дроту доцільно проводити на межі технологічних відмов, простоїв обладнання та високої ймовірності виникнення неякісної продукції – тут виникає потреба у використанні діаграм пластичності матеріалів [1], що дозволить значно скоротити деякі операції (наприклад, відпал) та збільшити продуктивність.

Детально про діаграму пластичності для різних матеріалів і методику його створення описано у роботах [2,3]. Але інформація про діаграми пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С відсутня.

Метою роботи є побудова діаграм пластичності маловуглецевих сталей типу G3Si1 та Св-08Г2С.

Результати дослідження

Під діаграмою пластичності розуміють залежність пластичності матеріалу від показника напруженого стану. Для побудови діаграми пластичності та її подальшої апроксимації було проведено наступні види випробувань на розтяг, стиск та кручення та проведено відповідні розрахунки граничних деформацій за методикою роботи [3]. Результати необхідних розрахунків для побудови діаграми пластичності наведено у табл. 1

Таблиця 1 – Значення експериментальних даних для побудови діаграми пластичності

Марка матеріалу	Значення граничних деформацій			Коефіцієнти чутливості	
	$e_p(\eta = -1)$	$e_p(\eta = 0)$	$e_p(\eta = 1)$	λ_1	λ_2
G3Si1	2,102	0,425	0,27	0,454	1,599
Св-08Г2С	1,696	0,27	0,254	0,061	1,838

Значний внесок у апроксимації діаграми пластичності зробили Г.Д. Дель [4] та В.А. Огородніков

[3]. Діаграму пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С в області зміни показника напруженого стану $-2 \leq \eta \leq 0$ було апроксимовано за Г.Д. Делем [4]:

$$e_p = \frac{e_{p-1} e_{p0} \exp(-\eta)}{e_{p-1} + \eta [e_{p-1} - 2,72 e_{p0}]}, \quad (1)$$

де e_{p-1} – пластичність металу при одноосьовому стиску та e_{p0} – пластичність металу при крученні.

Апроксимація за В.А. Огородніковим [3]:

$$e_p = e_{p0} \exp(-\lambda_{1,2} \eta), \quad (2)$$

де $\lambda_{1,2}$ – чутливість пластичності металу до зміни схеми напруженого стану (λ_1 при $0 \leq \eta \leq 2$ і λ_2 при $-2 \leq \eta \leq 0$). Значення розрахованих коефіцієнтів чутливості наведено у табл.1

Також було розраховано показник напруженого стану за Бريدжменом при розтягу, граничну деформацію за методикою роботи [5] та результати розрахунку представлено на рис. 1. Побудовані діаграми пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С та відповідні апроксимації представлено на рис. 1.

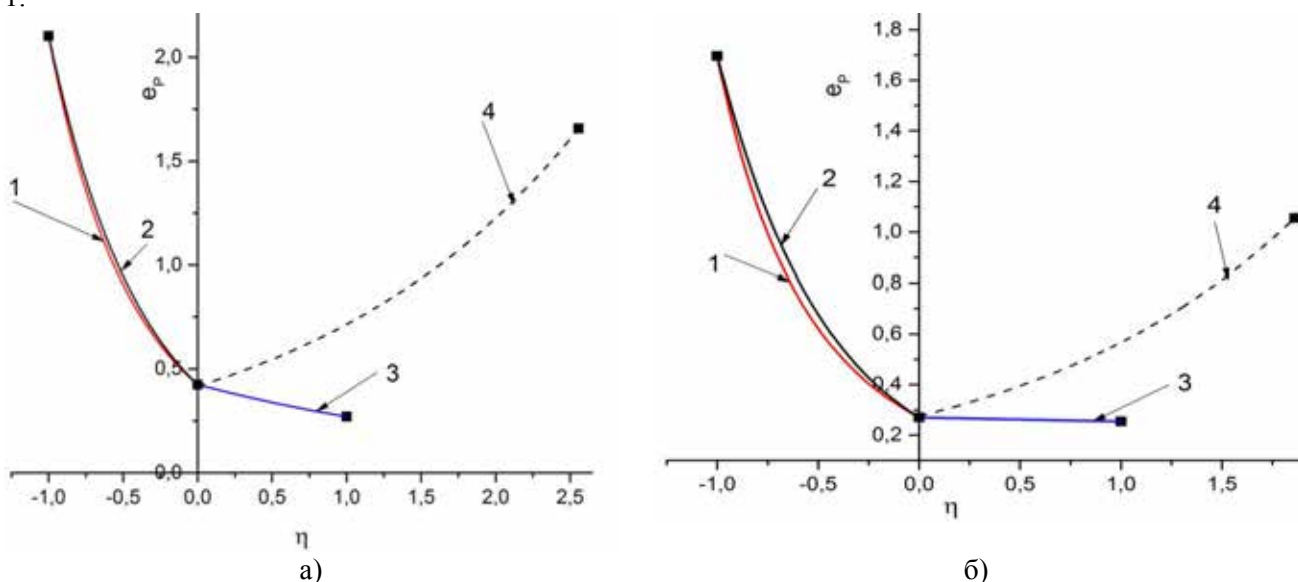


Рис.1 – Діаграма пластичності матеріалів: а) G3Si1, б) Св-08Г2С (1 – апроксимація за (1), 2,3 – за (1) та 4 – [5])

Як свідчать рис.1 пластичність матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С добре описується функціями (1) та (2) у від'ємній області показника напруженого стану η та у додатній області за (2). Але у додатній області показника η при розрахунку за формулою Бريدжмена при розтягу спостерігається немонотонність залежності пластичності від η . Тобто функція, що описує пластичність при даних значеннях є немонотонною, що в свою чергу несе за собою невизначеність при апроксимації.

Висновки

Побудовані діаграми пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С добре апроксимуються у від'ємній області степеневими функціями. У додатній області показника напруженого стану η , що був розрахований за формулою Бريدжмена спостерігається немонотонність залежності пластичності від η . Це в свою чергу призводить до невизначеності при апроксимації.

Катанка марок G3Si1 та Св-08Г2С в умовах всебічного стиску (від'ємна область діаграми пластичності) проявляє хорошу здатність до пластичної деформації, що дозволяє її переробляти до великих значень накопиченої пластичної деформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грушко О. В. Феноменологічні аспекти створення карт матеріалів для процесів холодного пластичного деформування / О. В. Грушко // Обработка материалов давлением : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2013. – № 1 (34). – С. 85–95. – ISSN 2076-2151.
2. Параметры модели, формирующей карту материала в процессах обработки давлением / В.А. Огородников, Л.И. Алиева, В.М. Кожушаный, И.А. Деревенько // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2011. – №1(26). – С. 91-98. – ISSN 2076-2151.
3. Огородников В. А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / В. А. Огородников. – К. : УМК ВО, 1989. – 152 с.
4. Дель Г. Д. Технологическая механика / Г. Д. Дель. – М. : Машиностроение, 1978. – 174 с.
5. Бриджмен П. Исследование больших пластических деформаций и разрыва / П. Бриджмен. – М.: Наука, 1955. – 444 с.

Грушко Олександр Володимирович – д.т.н., проф., професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Слободянюк Юлія Олегівна – інженер-технолог, ПАТ «ПлазмаТек», м.Вінниця, e-mail: juliya_slobodyanyuk@mail.ru

Grushko Olexandr V. - Dr. Sc., Professor of materials resistance and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Slobodyanyuk Yuliya O. – processing engineer, PJSC PlasmaTec, Vinnitsa, e-mail: juliya_slobodyanyuk@mail.ru.

A THEORY OF THE MAXIMUM STATES IS IN TASKS OF STRENGTHS OF MATERIALS

Vinnitsa National Technical University

Анотація

Розроблено розрахунковий апарат для оцінки ресурсу пластичності попередньо деформованих листових заготовок. Модель руйнування дозволила при відомих механічних характеристиках заготовок оцінити характеристики пластичності при будь-якому напруженому стані. Показано задовільну збіжність розрахункових та експериментальних даних.

Ключові слова: обробка тиском, пластичність, технологічна спадковість, тензор руйнувань, використаний ресурс пластичності.

Abstract

A calculation method is worked out for the prediction of resource of plasticity of the preliminary deformed sheet metal. The model of destruction allowed at the known mechanical descriptions of purveyances to estimate descriptions of plasticity at any tense state. It is shown satisfactory convergence of calculation and experimental data.

Keywords: treatment, plasticity, technological inheritance, tensor of failure, used resource of plasticity, pressure strength, deformation.

After the different operations of treatment of metals pressure a technological inheritance is formed are remaining tensions, work-hardening, gradient of deformations, remaining plasticity and others. The indicated factors influence in future on the operating internals of wares, what predetermines the task of creation of methodologies of quantitative estimation of the indicated factors. Majority from the enumerated factors to date studied enough [1], however some of them, for example, an estimation of plasticity of the preliminary deformed purveyance still is a thorny and studied not enough problem. The aim of the real work is development of method of estimation of plasticity preliminary deformed. By the measure of plasticity in the moment of destruction of material of purveyance in area of eventual deformations we will accept the intensity of deformations (parameter of Udquist) accumulated on all stages of deformation [1]:

$$e_p = \int_0^{\tau_p} \dot{\varepsilon}_u d\tau, \quad (1)$$

where $\dot{\varepsilon}_u$ – intensity of speed of deformation.

Plasticity of metals depends on many factors among that, except nature of material, basic are термомеханические parameters of process: temperature, speed of deformation, type of the tense state, history of deformation, gradient of deformation and many others. Dependence of plasticity on the type of the tense state at simple deformation and fixed temperature-speed terms is his mechanical description. The tense state it is accepted to characterize the indexes of the tense state. Index of the tense state according [2] is:

$$\eta = \frac{I_1(T_\sigma)}{\sqrt{3I_2(D_\sigma)}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_1}, \quad (2)$$

where $I_1(T_\sigma)$ – first invariant of tensor of tensions, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – main strains, $I_2(D_\sigma)$ – second invariant of stress deviator or intensity of tensions.

The elementary particle of metallic body goes across from resilient in the plastic state, when intensity of tensions arrives at a value equal to tension of fluidity at the linear plastic tense state. At the plastic state intensity of tensions is constantly equal to tension of fluidity:

$$\sigma_u = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = \sigma_m. \quad (3)$$

If in the condition of plasticity (3), to examine $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ as current positions, that equalization will assume:

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = 2\sigma_m^2. \quad (4)$$

If main normal tensions in some element of solid are such, that they determine a point lying on the surface of cylinder, this element will be in the plastic state. Thus, surface, according to equalization (1) is the "maximum surface of flowage" according to the power condition of plasticity. Graphically this cylinder is presented on Fig.

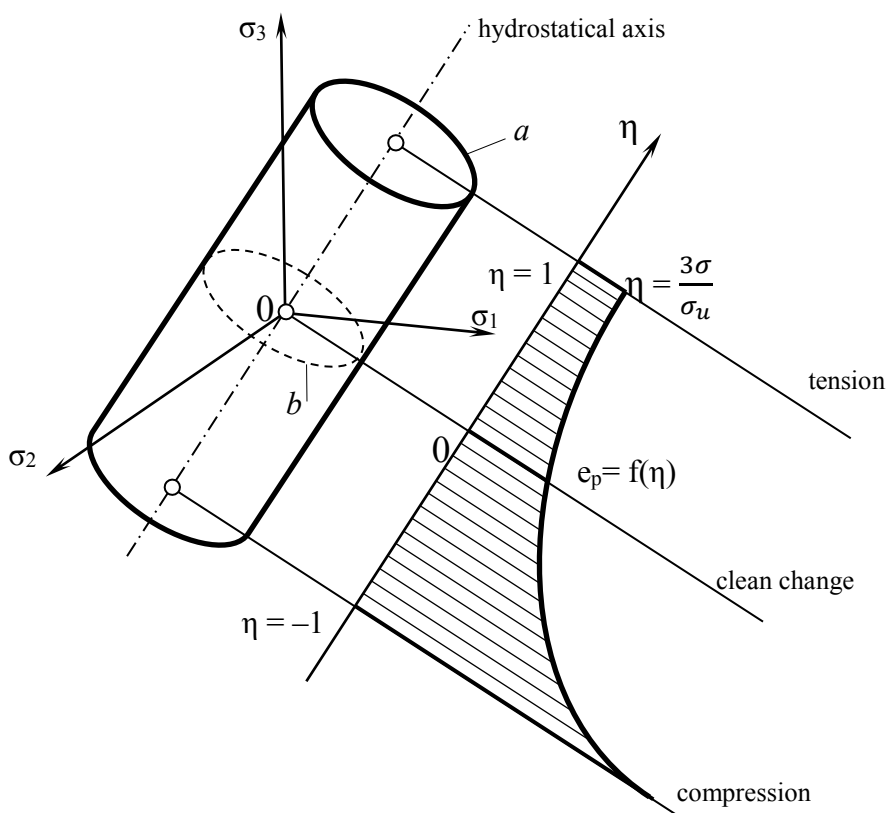


Fig. – Maximum surface of tensions according to the power condition of plasticity

If main normal tensions in the element of body are such, that they determine a point lying into a cylinder, then an element will be in the resilient tense state. Combination of tensions and qualificatory points out of surface of cylinder do not have physical sense. What more tension of fluidity σ_f of τ , the anymore and radius of cylinder of r . If deformation is accompanied by work-hardening, σ_f increases and, consequently, the maximum surface of flowage broadens. Circumferences on the surfaces of cylinder (for example, and, b), got crossing by his planes perpendicular to his axis, are a geometrical place of points qualificatory the maximum tense states, i.e., tense states with an identical ball tensor (by hydrostatical pressure), for that a sum of main normal tensions is a permanent size. It follows from that equalization of planes normal to the axis of cylinder is equalization:

$$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = P\sqrt{3},$$

where P – length of the normal conducted from beginning of coordinates to this plane.

REFERENCES

1. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – Киев: Вища школа, 1983. – 175 с.
2. Dell H. A Comprehensive Approach for the Prediction of Sheet Metal Failure / H. Dell, H. Geese, G. Obezhover // Materials Processing and Design, Modeling< Simulation and Applications/ Part 1. Numiform 07. American Institute of Physics. – 2007. – P. 165-170.

Архіпова Тетяна Федорвна – канд. техн. наук., доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tfarhipova@gmail.com

Tatiana F. Arhipova – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tfarhipova@gmail.com

РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦІІ НОЖИЧНОГО СИМЕТРИЧНОГО ПІДЙОМНИКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано силовий розрахунок конструктивних елементів ножичного підйомника симетричного типу, проведено дослідження оптимального розташування гідроциліндрів за мінімальним зусиллям підйому.

Ключові слова: ножичний механізм, гідроциліндр, оптимізація, силовий розрахунок.

Abstract

The power calculation of structural elements of a scissor lift of symmetric type is executed, the research of optimal arrangement of hydraulic cylinders with the minimum lifting effort is carried out.

Keywords: scissor mechanism, hydraulic cylinder, optimization, power calculation.

Вступ

Ножичний підйомник – це вантажопідйомна машина циклічної дії для вертикального підйому вантажу на платформі. Підйом платформи здійснюється важільним механізмом ножичного підйомника. Для підйому на невелику висоту використовується одна пара ножиць, в інших випадках – дві та більше пар ножиць. За способом передачі зусилля від приводу до ножичного механізму, розрізняють гвинтові і плунжерні (гідравлічні) підйомники. Найбільшого поширення набули гідравлічні ножичні підйомники (рис.1). Установка ножичного підйомника не вимагає суміжної стіни та інших вертикальний несучих конструкцій. Все навантаження передається на дно прямика. Таким чином, завантаження/вивантаження платформи можливе з чотирьох сторін, що відкриває широкі можливості при архітектурних обмеженнях [1]. В практичній реалізації знайшли застосування ножичні підйомники несиметричного типу з точки зору прикладення підйомних зусиль та розташування шарнірних рухомих та нерухомих опор (рис. 1). При розкладанні такого механізму має місце зміщення осевої вертикальної лінії в бік нерухокої опори, що негативно впливає на рівновагу конструкції. Симетричний ножичний підйомник (рис. 2) не має такого недоліку, проте в літературі відсутні аналітичні залежності, що дозволяють виконати та провести силовий аналіз такої конструкції.

Метою роботи є отримання залежностей для силового розрахунку конструкції симетричного ножичного підйомника та визначення оптимального розташування гідроциліндрів за мінімальним зусиллям підйому.



Рис. 1 – Приклади механізмів ножичного підйомника

Основна частина

Для силового розрахунку нами застосовано апарат статичної механіки [2] із використанням рівнянь рівноваги для всіх елементів ножичного підйомника з n -ю кількістю секцій. В результаті дослідження було аналітично виведено формули для розрахунку реакцій, діючих в усіх шарнірних з'єднаннях механізму:

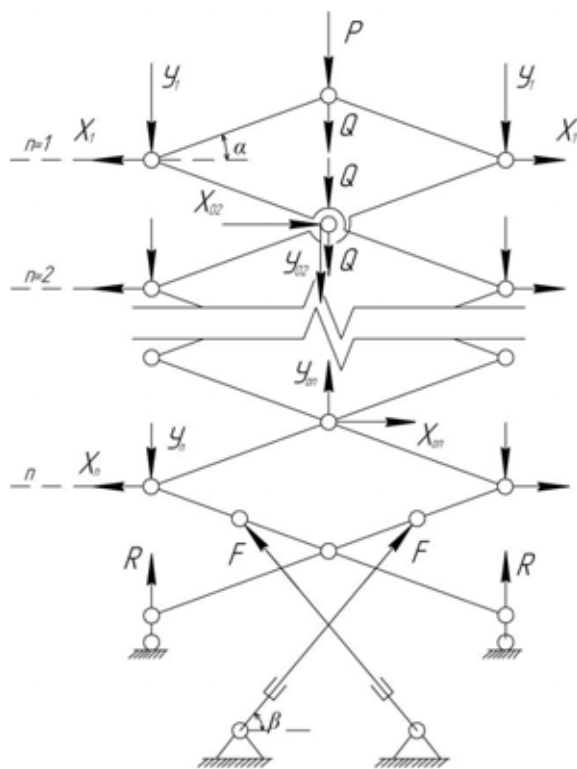


Рис. 2 – Конструктивна схема

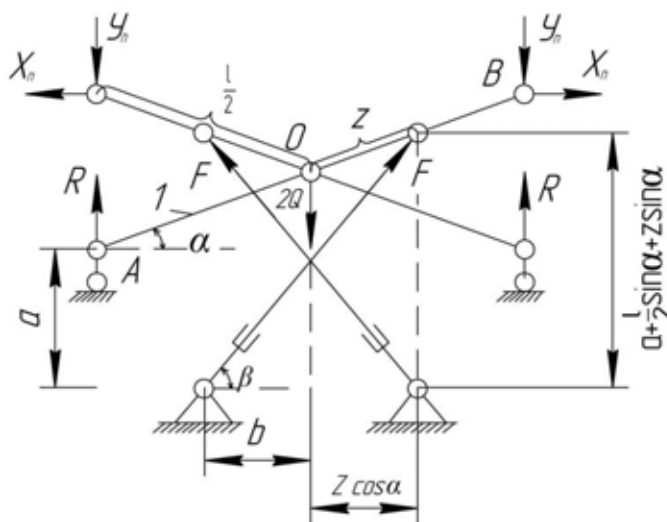


Рис. 3 – Нижня секція

$$Y_{0n} = 0,$$

$$X_{0n} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} [2 \cdot (n-1) \cdot P + (2n^2 - 4n + 3) \cdot Q], \quad (1)$$

$$Y_n = \frac{P}{2} + (n-0.5) \cdot Q, \quad (2)$$

$$X_n = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} [(2n-1) \cdot P + (n^2 - n + 0.5) \cdot Q], \quad (3)$$

$$R = - \frac{L \cdot Y_n \sin \beta - 2Q \cdot \sin \beta \cdot z - 2Y_n \sin \beta \cdot z + L \cdot X_n \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \beta + 2Q \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta \cdot z + 2Y_n \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta \cdot z}{L \cdot \sin \beta + 2 \cdot \sin \beta \cdot z - 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta \cdot z}, \quad (4)$$

Знак «-» в формулі (4) означає роботу опори на відрив від нижньої площини.

$$F = \frac{L \cdot Q + 2 \cdot L \cdot Y_n + L \cdot X_n \cdot \operatorname{tg} \alpha}{L \cdot \sin \beta + 2 \cdot \sin \beta \cdot z - 2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \beta \cdot z}, \quad (5)$$

де n – кількість центральних шарнірів над нижньою секцією; P – зовнішнє навантаження; Q – вага важеля; α – кут розкриття підйомника.

Отримані формули дають змогу розрахувати вертикальні та горизонтальні складові реакції, що діють на нижню секцію, які залежать від параметра n . При цьому в результаті розрахунків було з'ясовано, що усі центральні шарніри вільні від вертикальної складової реакції Y_{0n} (рис.2).

Розглядаючи нижню секцію (рис.3) даної конструкції встановлено залежність кута β від відстані z :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{a + \frac{1}{2}z \cdot \sin \alpha}{b + z \cdot \cos \alpha}, \quad (6)$$

де a , b – відповідно вертикальна та горизонтальна координати від нижньої опори до нижнього шарніра гідроциліндра; z – відстань від центрального шарніру першої пари механізму до верхнього шарніру гідроциліндра.

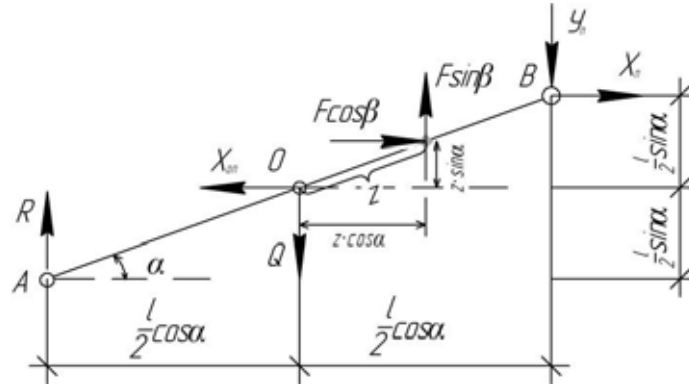


Рис. 4 – Важіль 1 нижньої секції

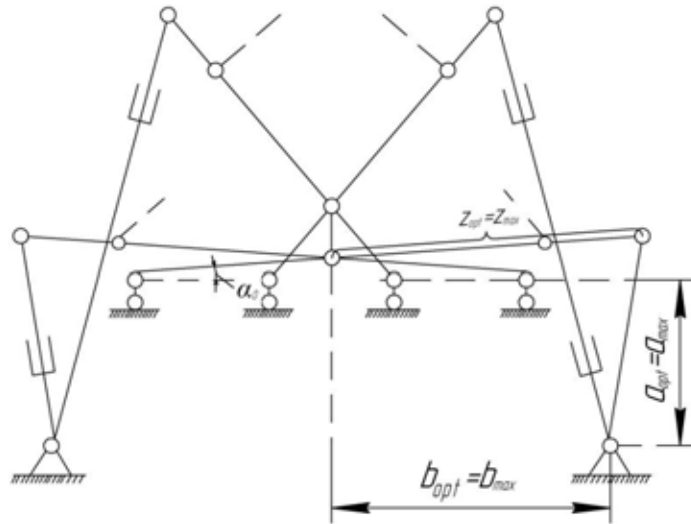


Рис. 5 – Оптимальне розташування шарнірів гідроциліндра

Виконаємо аналіз залежності F для визначення мінімального зусилля підйому залежно від лінійних параметрів a , b та z (рис. 4, 5):

$$\begin{aligned} F(a, b, z) &\rightarrow \min, \\ \frac{\partial F(a, b, z)}{\partial a} &= 0, \quad 0 \leq a \leq a_{\max}. \\ \frac{\partial F(a, b, z)}{\partial b} &= 0, \quad b_{\min} \leq b \leq b_{\max}. \\ \frac{\partial F(a, b, z)}{\partial z} &= 0, \quad 0 \leq z \leq z_{\max}. \end{aligned}$$

В результаті аналізу функції F визначено, що:

$$b_{\text{opt}} = b_{\min},$$

$$z_{\text{opt}} = z_{\max},$$

$$a_{\text{opt}} = a_{\max}.$$

Для прикладу наведемо розрахунок підйомної сили по одному із конструктивних рішень ножичного підйомника: $n = 10$, $P = 35$ кН, $P_1 = 150$ кН, $H = 40$ м, $L = 4.4$ м.

При $b = 0$, $z = 0$, $\alpha_0 = 0.066$, отримаємо:

$$F = 2.312 \times 10^3 \text{ кН.}$$

А при $b = b_{\text{opt}} = -3.13$ м, $z = z_{\text{opt}} = 2.4$ м, $\alpha_0 = 0.548$, маємо:

$$F = 577.198 \text{ кН.}$$

Висновки

Центральні шарніри симетричного ножичного підйомника вільні від вертикальної складової реакції. Оптимальне розташування гідроциліндрів, що з'єднані з нижньою секцією, залежить від лінійних параметрів a , b та z : найменше підйомне зусилля реалізується, коли величини a та z сягають найбільших, а величина b найменшого значень, які визначаються з конструктивних міркувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ножичні підйомники [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://kievlift.com.ua/ua/nozhichni-pidjomniki/>.
2. Павловський М. А. Теоретична механіка / М. А. Павловський. – Київ: Техніка, 2002. – 510 с.

Підгорна Олена Володимирівна — студентка групи БМ-16б, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: 2b16b.pidhorna@gmail.com;

Грушко Олександр Володимирович — професор кафедри ОМІМ, доктор технічних наук, професор, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: grushko1alex@gmail.com

Pidhorna Olena — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: 2b16b.pidhorna@gmail.com;

Hrushko Oleksandr — Prof. of Materials Strength and Applied Mechanics Department, Doctor of Technical Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ БУРЯКОРІЗАЛЬНИХ НОЖІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлені результати дослідження зносостійкості бурякорізальних ножів в процесі роботи на цукровому виробництві. Показано, що в першу чергу зношування ріжучих кромek ножів відбувається по абразивному механізму.

Ключові слова: бурякорізальний ніж, зношування, згин, напружено-деформований стан, деформівність.

Abstract

The process of wear of beeting knife depending on duration of his work in the conditions of operating sugar-house is a research result. It is shown that the wear of workings edges of beeting knife takes a place after an abrasive corrosive mechanism.

Keywords: beeting knife, wear, bending, stress-strain state, deformability.

На сьогоднішній день цукор є незамінним харчовою одиницею, не лише як готовий продукт, а також, як напівпродукт в багатьох галузях харчової промисловості: кондитерській, хлібопекарській, консервній та інших. Тому дослідження працездатності технічних складових процесу виготовлення цукру, а саме довговічність бурякорізальних ножів при зрізанні стружки є актуальним і представляє науковий інтерес.

Цукор виготовляється завдяки дуже складному виробництву, де одним із основних елементів є бурякорізальний ніж [1]. Дослідженню проблем зносостійкості бурякорізальних ножів присвячені роботи таких науковців як Рудик А.Є., Фень Є.К., Стечишин М.С., Ярмілко І.Г., Явор В.А., Нечитайло В.Н., Васильєв Ю.Ф. Істомін Є.І. Ревуцький В.М., Ткач І.С., та інші. Аналіз їх робіт показав, що від зносостійкості, конструкції та міцності ріжучої кромки ножа залежить якість та кількість цукру [2]. Внаслідок зношування ножів (рис. 1) погіршується якість бурякової стружки, яка починає диспергуватися, тобто стає короткою та пошкодженою (мезга) і тому погано виділяє цукор. Такі ножі підлягають переточуванню. Після заточування ніж повертається у бурякорізальне відділення. Взагалі таких переточок ножа за умов відсутності значних крихких та пластичних пошкоджень можна зробити чотири.

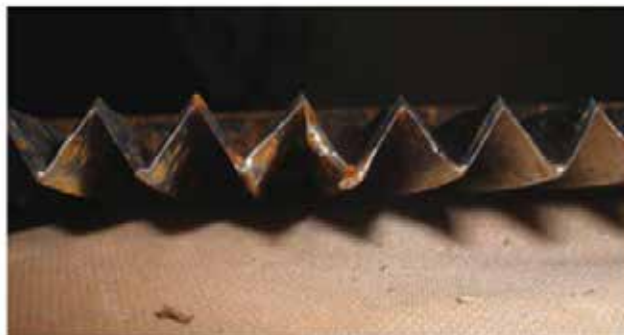


Рис. 1 – Пошкоджений та зношений ніж

Дослідженню підлягали безреберні бурякорізальні ножі типу 1011 ПНП та виконувався експеримент на одному з цукрових заводів Поділля посередині сезону виробництва цукру. Для підвищення точності та достовірності результатів вимірювання, аналіз вимірів виконувався з використанням методів математичної статистики. Встановлено, що в процесі зношування збільшується радіус заокруглення біля вершини різальної крайки та кут загострення α [3].

Під час експерименту нові бурякорізальні ножі встановлювались у ножові рами, а потім через відповідно 2, 4 та 12 годин досліджувався стан різальної частини. Таким чином ми отримали чотири масиви вимірювань: 1-й масив – новий ніж, 2-й масив – ніж після двохгодинної роботи, 3-й масив – ніж після чотирьохгодинної роботи та 4-й масив – ніж після дванадцятигодинної роботи.

Під час проведення експерименту спостерігалось найшвидше зношування ділянки ножа, що знаходяться біля головної різальної вершини ножа та крайок в її околі, де чітко видно зношування леза ножа. Весь період роботи ножів можна поділити на три частини: 1 – період припрацювання з інтенсивним зношуванням гострої частини крайки та формуванням оптимального радіуса заокруглення; 2 – період нормальної роботи з мінімальним зношуванням; 3 – період граничного стану, що характеризується досягненням радіуса заокруглення такого значення, при якому зрізання якісної бурякової стружки стає неможливим. Внаслідок затуплення різальної крайки збільшуються сили різання і тому стружка зминається, подрібнюється.

Механізм зношування ножів вивчався шляхом вимірювання величини зношування після певного періоду експлуатації: нового, 2-ох годинної, 4-ох годинної та 12-ти годинної роботи. З графіків видно (рис.2), що кут загострення зростає (стає тупішим) зі збільшенням тривалості роботи бурякорізального ножа. На графіку спостерігається певна непостійність початкового кута загострення, що можна пояснити похибкою вимірювання та заточування, але для всіх точок на профілі ножа зберігається загальна закономірність.

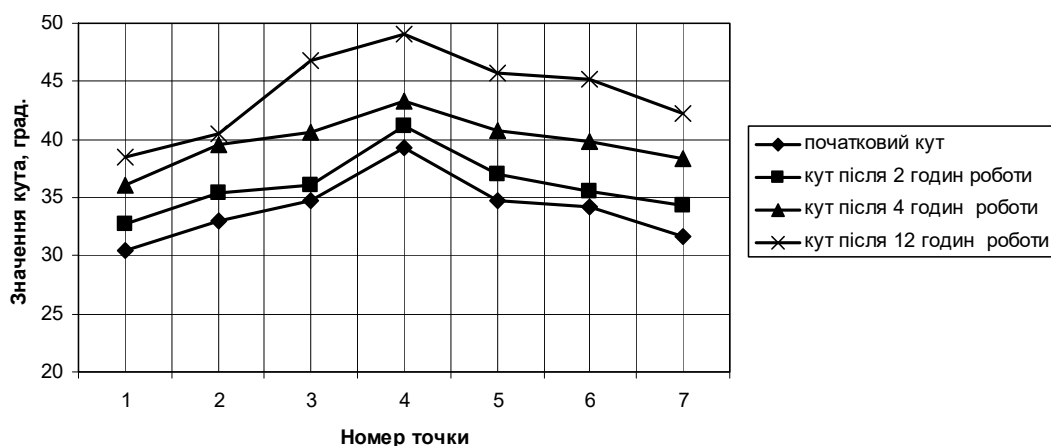


Рис. 2 - Вплив тривалості експлуатації на зміну кута загострення бурякорізального ножа.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина и др. / Под ред. Л.П. Ковальской. — М.: Колос, 1997. — 752 с.
2. Фабричнікова І.А. Підвищення зносостійкості ножів для зрізання цукрових буряків у стружку конструктивними та технологічними засобами: автореф. дис. на здоб. ст. канд. техн. наук / І.А. Фабричнікова – Харків, 2013. – 20 с.
3. Savulyak V.I., Molodetska T.I., Savulyak V.V. The wearproofness of beeting knives in saccharine production // Матеріали міжнародної конференції “Tehnomus XV”. –Romaniya: Suceava. –2009. – Р. 417–422.
4. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В.А. Огородников. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 175 с.

Молодецька Тетяна Ігорівна к.т.н., старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, molodetska_tanya@ukr.net

Molodetska Tatyana Igorivna, candidate of engineering sciences, senior lecturer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, molodetska_tanya@ukr.net

ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ОБРОБКА ЗРАЗКІВ З ПОРОШКОВОГО
СПЛАВУ НА ОСНОВІ ВОЛЬФРАМУ¹Вінницький національний технічний університет²Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля**Анотація**

Здійснено аналіз існуючих методів формування порошкових матеріалів, а також проаналізовано особливості впливу вмісту домішок на кінцеві властивості матеріалу. Проведений аналіз дає можливість оцінити сучасний стан проблематики обробки вольфрамових сплавів, а також правильно підібрати хімічний склад сплаву під конкретний виріб.

Ключові слова: Сплав, зміцнення, пластичність, спікання.

Abstract

The analysis of existing methods of formation of powder materials has been carried out, as well as the peculiarities of impurity content on the final properties of the material have been analyzed. The analysis makes it possible to assess the current state of problems of the study of tungsten alloys, as well as to correctly select the chemical composition of the alloy for a particular product.

Keywords: Alloy, strengthening, plasticity, sintering.

Вольфрамовий важкий сплав (ВВС) – це композиційний двохфазний матеріал, в якому частинки вольфраму дисперговані у легкоплавкій пластичній матриці з таких металів, як залізо (Fe), нікель (Ni), кобальт (Co) чи мідь (Cu), або їх сплавів. Серед інших сплавів, сплави на основі вольфраму представляють в деяких випадках практичний інтерес.

С.С. Кипарисов з співавторами [1] вважають що оптимальною температурою спікання є 1500 °С, швидкість охолодження з температури спікання повинна складати 2500 °С/хв. За даними Р.В. Мінакової та І.Н. Францевича оптимальна температура спікання становить 1400 °С, витримка $\tau = 2,0-4,0$ год.; швидкість охолодження з піччю типу ВТ40/400 5 °С/хв. до температури 800 °С, потім прошовування в холодильник печі. Деякі закордонні автори пропонують використовувати метод твердофазного спікання. Але їхній кінцевий продукт мав досить низькі фізико-механічні властивості: $Rm > 900$ МПа, $\delta \sim 3\%$, що явно недостатньо для здійснення деформаційного зміцнення сплаву.

Виготовлення вольфрамового сплаву спіканням, супроводжується утворенням пор у структурі заготовки. Наявність пор в структурі вольфрамових сплавів має значний вплив на фізико-механічні властивості заготовки. За даними [2], для вольфрамових сплавів при пористості більше 0,5 % погіршуються такі механічні властивості як ударна в'язкість і пластичність, на властивості сплавів типу ВНЗ також впливає співвідношення Ni:Fe. Для зменшення пористості вольфрамових сплавів раціонально використовувати процеси осесиметричного пресування (редукування).

Процес редукування дозволяє отримати зміцнені заготовки малих розмірів. Завдяки силам опору деформуванню, які діють на заготовку в процесі редукування виникають позаконтактні складні ділянки розподілу відносних деформацій по довжині зразка. Особливістю процесу є величина таких ділянок, в яких процес деформування є нестационарний. В літературних джерелах відсутні відомості про розрахунок довжини таких ділянок, в тому числі напружено деформований стан.

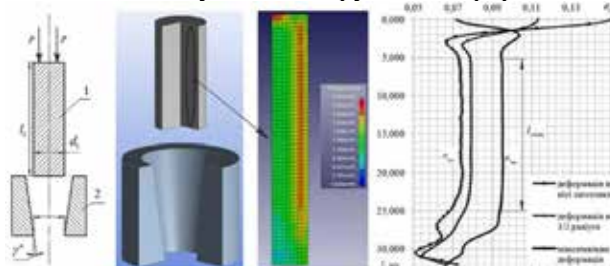


Рисунок 1 – Редукування заготовки

ВИСНОВКИ

Механіка процесу редукування суцільних коротких заготовок в процесах редукування визначається умовами тертя на контактних поверхнях, відносними натягами та величиною коефіцієнта нерівномірності інтенсивності деформацій.

Мінімізація величини коефіцієнта тертя сприяє більш рівномірному деформуванню заготовки по довжині та зменшенню величини ділянки не стаціонарності

Отримані раціональні значення кутів нахилу матриці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кипарисов С.С. Исследование структуры и свойств сплавов W-Ni-Fe при термической обработке / С.С. Кипарисов, Л.С. Водопьянова, Ю.А. Эйдук // В сб.: Твердые сплавы и тугоплавкие металлы. Научные труды ВНИИТС, 1976, С. 280 – 287.
2. Liu JX, Li SK, Zhou XQ, Zhang ZH, Zheng HY, Wang YC. Adiabatic shear banding in a tungsten heavy alloy processed by hot-hydrostatic extrusion and hot torsion. Scripta Mater 2008;59:1271–4.
3. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / Огородников В.А.; – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 175 с.

Грушко Олександр Володимирович – д.т.н., проф., професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Сергій Євгенович Шейкін – д.т.н., відділ 20, Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля Національної академії наук України, м. Київ.

Гуцалюк Олександр Володимирович – інженер кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: oleksandrompm@ukr.net.

Grushko Olexandr V. - Dr. Sc., Professor of materials resistance and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Sheikin Sergij J. - Dr. Sc., 20 department, Institute of Superhard Materials named after. V.M. Bakul of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv.

Gutsaliuk Olexandr V. - engineer of materials resistance and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: oleksandrompm@ukr.net.

ТЕХНОЛОГІЧНА СПАДКОВІСТЬ В ОПЕРАЦІЯХ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено результати розробки розрахункового апарату для оцінки пластичності, а також ресурсу пластичності попередньо деформованих заготовок. Модель руйнування дозволила при відомих механічних характеристиках заготовок оцінити характеристики пластичності при будь-якому напруженому стані. Методику апробовано на прикладі виготовлення круто зігнутої попередньо заневоленої труби. Показано задовільну східність розрахункових та експериментальних даних

Ключові слова: обробка тиском, пластичність, технологічна спадковість, тензор руйнувань, використаний ресурс пластичності.

Abstract

The results of development of calculation vehicle are in-process presented for the estimation of plasticity, and also resource of plasticity of the preliminary deformed purveyances. The model of destruction allowed at the known mechanical descriptions of purveyances to estimate descriptions of plasticity at any tense state. Methodology approved on the example of making steeply of arcuated preliminary pipe. It is shown satisfactory coincidence of calculation and experimental data.

Keywords: treatment, plasticity, technological inheritance, tensor of damages, used resource of plasticity.

В процесі виконання певних операцій обробки металів тиском формується технологічна спадковість – залишкові напруження, зміцнення, градієнт деформацій, залишкова пластичність та інші фактори. Вказані фактори впливають в подальшому на експлуатаційні якості виробів, саме це і обумовлює задачу створення методик кількісної оцінки вказаних факторів. Більшість із перелічених факторів достатньо повно досліджено [1], проте деякі з них, як наприклад пластичність попередньо деформованої заготовки досі залишається недостатньо визначеною проблемою. Метою дослідження є розробка методу оцінки пластичності попередньо деформованого металу.

Мірою пластичності на момент руйнування матеріалу заготовки в області кінцевих деформацій приймають накопичену на всіх етапах деформування інтенсивність деформацій (параметр Удквіста):

$$e_p = \int_0^{\tau_p} \dot{\varepsilon}_u d\tau, \quad (1)$$

де $\dot{\varepsilon}_u$ – інтенсивність швидкостей деформації.

Пластичність металів залежить від багатьох факторів, серед яких, окрім природи матеріалу, основними виступають термомеханічні параметри процесу обробки тиском: температура, швидкість деформації, вид напруженого стану, історія деформування, градієнт деформації тощо. Залежність пластичності від виду напруженого стану при простому деформуванні та фіксованих температурно-швидкісних умовах є його механічною характеристикою. Для її побудови проводять випробування матеріалу при різних напружених станах в умовах простого навантаження, коли компоненти тензора напруження змінюються пропорційно одному параметру. Напружений стан прийнято характеризувати показниками напруженого стану. Показник напруженого стану за Г. А. Смірновим-Аляєвим [2]:

$$\eta = \frac{I_1(T_\sigma)}{\sqrt{3}I_2(D_\sigma)} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_1}, \quad (2)$$

де $I_1(T_\sigma)$ – перший інваріант тензора напружень, $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – головні напруження, $I_2(D_\sigma)$ – другий інваріант девіатора напружень або інтенсивність напружень:

$$\sigma_u = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} = \sigma_m. \quad (3)$$

Параметр η є зручним при використанні діаграм пластичності в координатах $e_p = f(\eta)$, та відповідно складає $\eta = 1$ (однорізне розтягування, $\eta = -1$ – однорізне стискання, $\eta = 2$ – двоосне розтягування, $\eta = -2$ – двоосне стискання, $\eta = 0$ – чистий зсув).

Якщо в умові пластичності (3) розглядати $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ як поточні координати, то рівняння прийме вид:

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = 2\sigma_m. \quad (4)$$

Вираз (4) являє собою поверхню циліндра радіусом r , який є необмеженим за довжиною твірної циліндра, вісь якого проходить через початок координат та має однакові напрямки косинуси $\frac{1}{\sqrt{3}}$ до декартових вісей координат

Показник напруженого стану, який відображає вплив третього інваріанту тензора або девіатора напружень за В. А. Огородніковим [3]:

$$\chi = \frac{\sqrt[3]{I_3(T_\sigma)}}{\sqrt{3I_2(D_\sigma)}} = \frac{\sqrt[3]{\sigma_1\sigma_2\sigma_3}}{\sigma_u}$$

або

$$\chi = \frac{\sqrt[3]{I_3(D_\sigma)}}{\sqrt{3I_2(D_\sigma)}} = \frac{\sqrt[3]{S_1S_2S_3}}{\sigma_u},$$

де $S_1 = \sigma_1 - \sigma$, $S_2 = \sigma_2 - \sigma$, $S_3 = \sigma_3 - \sigma$ – головні девіатори тензора напружень,

$$\sigma_u = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} - \text{середнє напруження.}$$

Показники напруженого стану знайшли широке застосування при оцінці використаного ресурсу пластичності заготовок, які піддають деформації в умовах об'ємного напруженого стану. В цих випадках залежність граничної деформації від показників напруженого стану називають діаграмою пластичності. При цьому вона може бути представленою двовимірною $e_p(\eta)$ або тривимірною $e_p(\eta, \chi)$ діаграмою. Для випадку дослідження технологічних процесів обробки тиском листових матеріалів руйнування може супроводжуватися відривом або зрізом, інколи спостерігають змішані види руйнування.

Таким чином, залежності $e_p(\eta, \chi, \theta, \beta)$ – це діаграми пластичності, які відображають залежність граничної деформації від показників напруженого стану. Діаграми будують після випробування матеріалів в умовах лінійного або плоского напруженого стану (розтяг, стиск, кручення (зсув)) та інших видів випробування. Розв'язання задачі ґрунтується на тензорному описі накопичених руйнувань [4]. Якщо відома початкова діаграма пластичності, то компоненти тензора руйнувань ψ_x, ψ_{xy} , та накопичена деформація на фініші пластичного деформування, яка визначена в системі декартових координат X, Y, Z , то стає можливим розрахунок діаграми пластичності деформованого металу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ящерицын П. И. Технологическая наследственность в машиностроении. / Ящерицын П. И., Рыжов Э. В., Аверченков В. И. – Минск. : Наука и техника, 1977. – 256 с.
2. Смирнов-Аляев Г. А. Сопротивление материалов пластическому деформированию / Смирнов-Аляев Г. А. – Л. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
3. Огородников В. А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. – Киев : Вища школа, 1983. – 175 с.
4. Dell H. A Comprehensive Approach for the Prediction of Sheet Metal Failure / H. Dell, H. Geese, G. Obezhover // Materials Processing and Design, Modeling, Simulation and Applications/ Part 1. Numiform 07. American Institute of Physics. – 2007. – P. 165-170.

Огородніков Віталій Антонович – доктор техн. наук., професор, завідувач кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: va.ogorodnikow@gmail.com

Vitaliy Ogorodnikov – Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnitsia National Technical University, E-mail: va.ogorodnikow@gmail.com

АНАЛІЗ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БРОНЬОВИХ СТАЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянути фізико-механічні характеристики броньових сталей.

Ключові слова: броньована сталь, міцність, твердість, пластичність.

Abstract

Consider the physical and mechanical characteristics of armored steels..

Keywords: armored steel, strength, hardness, ductility.

Сьогодні найпоширенішим матеріалом, який використовують для захисту від засобів ураження, що мають велику кінетичну енергію (автоматні кулі та кулі з гвинтівки), є металеві чи комбіновані захисні структури, які містять металеві, композиційні чи керамічні бронееlementи. Металева броня як клас охоплює броньовані сталі. Найширше використовують сталеву броню. За її допомогою можна забезпечити захист аж до п'ятого класу за товщини бронееlementa 5,0–6,5 мм, що відповідає поверхневій густині 39–51 кг/м² [1, 2]. Більші товщини сталевих бронееlementів недопустимі через їхню надто велику масу.

Броньована сталь є середньовуглецевою (0,3–0,55 % C), середньолегованою сталлю мартенситного класу. Їхніх високих характеристик за міцністю досягають унаслідок термообробки, яка передбачає загартування на мартенсит і низьке відпускання. Під час деформування сталей (прокатування, штампування, кування та ін.) відбувається подрібнення мікроструктури, збільшується густина дислокацій – структура стає одноріднішою. Дрібнозернистий матеріал має вищу міцність унаслідок більшої площі меж між зернами, які є природним бар'єром під час руху дислокацій.

Отже, для збільшення міцності сталей потрібно намагатися створювати наддрібнозернисту структуру, насичену дислокаціями. У засобах індивідуального захисту застосовують протикульові броньовані сталі високої твердості, у яких як легувальні елементи можна використовувати хром, нікель, молібден, ванадій, кремній. Складність створення таких сталей зумовлена необхідністю поєднання екстремально високих значень твердості й міцності, які забезпечують опір проникненню кулі, і достатнього рівня пластичності та в'язкості для запобігання крихкому руйнуванню сталевого броньованого елемента..

Кульову стійкість броньованої сталі можна підвищити, збільшивши її твердість. Однак у разі достатньо великої твердості перешкоди з гомогенної вуглецевої броньованої сталі вона стає крихкою і під час обстрілювання навіть звичайними сталевими кулями зазнає ураження за типом пролому чи розколювання. Для того щоб уникнути цього, необхідно зберегти пластичність сталі.

Механізми легування сталей достатньо складні й ґрунтуються на тому, що легувальні елементи змінюють температури поліморфних перетворень заліза, впливають на розчинність вуглецю в аустеніті й на хімічний склад сталей. У разі введення до складу сталей таких легувальних елементів, як манган і нікель. ГЦК-ґратка аустеніту стає стійкою за кімнатної температури. Відповідні сталі називають аустенічними. Ці сталі мають не тільки високі значення характеристик за міцністю, а й достатньо високу ударну в'язкість і здатність до деформаційного зміцнення. У випадку введення як легувальних елементів хрому, молібдену, вольфраму, ванадію, кремнію тощо температурний інтервал стійкості аустеніту зменшується і, відповідно, зростає температурний інтервал стійкості фериту. Перелічені легувальні елементи сприяють збільшенню межі плинності, границі міцності і твердості сталей.

Під час деформування сталей (прокатування, штампування, кування та ін.) відбувається подрібнення мікроструктури, збільшується густина дислокацій – структура стає одноріднішою.

Дрібнозернистий матеріал має вищу міцність унаслідок більшої площі меж між зернами, які є природним бар'єром під час руху дислокацій.

У таблицях 1, 2 і 3 представлені броньові сталі різних виробників[3] .

Таблиця 1 Основні марки броньових сталей Франції

Марка сталі	Хімічний склад	Товщина, мм	Вуглець, вага %	σ_B , МПа	Твердість, НВ	Технічні умови
MARS 190	0,30C-1,10Cr-2,0Ni-0,45Mo	2 - 50	$\leq 0,30$	1100	≤ 388	MIL 12560
		51 - 500	$\leq 0,33$	900		
MARS 240	0,285C-1,50Cr-1,50Ni-0,30Mo	≤ 38	$\leq 0,32$	1700	477 - 534	MIL 46100
		38 - 50		1650	450 - 534	
MARS 270	0,35C-0,75Cr-3,10Ni-0,40Mo	< 25	$\leq 0,37$	2000	534 - 601	MIL 46173
		25 - 75		1700	477 - 534	
MARS 300	0,50C-0,80Si-4,0Ni-0,40Mo	≤ 8	$\leq 0,54$	2180	578 - 655	

Таблиця 2 - Основні марки броньових сталей Швеції

Марка сталі	Хімічний склад	Товщина, мм	Вуглець, вага %	σ_B , МПа	Твердість, НВ	Технічні умови
ARMOX 300 S	0,18C-1,5Mn-0,4Cr-0,65Mo-0,003B	5 - 60	$\leq 0,20$	900	280 - 340	MIL 12560
ARMOX 400 S				1150	360 - 420	
ARMOX 370 S	0,28-1Mn-0,8Cr-1,1Ni-0,65Mo-0,002B	5 – 12,9	$\leq 0,30$	1300	390 - 440	MIL 46100
		13 – 22			350 – 400	MIL 12560
		22,1 – 34,9			330 – 380	
		35 – 59,9			300 – 350	
		60 - 80			265 - 315	
ARMOX 500 S	То же	6 – 13	$\leq 0,30$	1600	480 - 540	MIL 46100
		13,1 - 50			450 - 520	
ARMOX 560 S	0,35-1Mn-1,2Cr-3Ni-0,65Mo-0,002B	6 – 20	$\leq 0,38$	1850	534 - 601	MIL 46173
ARMOX 600 S	0,45-0,8Mn-0,8Cr-2,5Ni-0,65Mo-,002B	4 – 10	$\leq 0,50$	2150	570 - 640	

Таблиця 3. Основні марки броньових сталей Росії

Марка сталі	Система легування	Товщина, мм	Вуглець, вага %	σ_B , МПа	Твердість, НВ	Технічні умови
«2П»	Si-Mn-Mo	4 – 7	$\leq 0,29$	1550	444 – 514	(MIL 46100)
		8 – 14		1450	388 – 495	
		15 – 22		1400	363 – 495	
«7»	Si-Cr-Ni-Mo	4	$\leq 0,24$	1550	444 – 514	То же
		5 – 6		1500	429 – 514	
		8 – 13		1450	388 – 495	
		15 – 22		1400	375 – 495	
«77»		8 - 20	$\leq 0,37$	1900	477 - 532	(MIL 46173)
«88»		8 - 20	$\leq 0,42$	2000	495 - 540	(MIL 46173)
«44»	Cr-Ni-Mo-V	2 - 15	$\leq 0,47$	2100	511 - 555	-

Як високотверді крихкі, так і в'язкі пластичні сталі, для яких характерна невисока твердість, мають низьку проти кульову стійкість

Одним із можливих способів підвищення кульової стійкості є створення біметалевої броні з зовнішнім високотвердим шаром і внутрішнім в'язким шаром. Таку броню можна отримати, наприклад, способом зварювання вибухом, пакетним прокатуванням чи ін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григорян В. А. Материалы и защитные структуры для локального и индивидуального бронирования / В. А. Григорян, И. Ф. Кобылкин, В. М. Маринин, Е. Н. Чистяков. – М. : РадиоСофт, 2008. – 406 с.
2. Кобылкин И.Ф. Материалы и структуры легкой бронезащиты : учебник / И. Ф. Кобылкин, В. В. Селиванов. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 191 с.
3. Броневые стали. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2008/mech/trifonov/library/s12.htm>

Побережний Михайло Іванович – науковий співробітник кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email : poberegny@ukr.net.

Poberegny Mikhail – research associate Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: poberegny@ukr.net.

Визначення зусиль в стропях при підйомі залізобетонної плити в момент аварійного обриву двох строп

Анотація: Для залізобетонної плити вагою P , що підвішена в точці O на чотирьох стропях рівної довжини, знайдено силу натягу в двох стропях в момент обриву двох інших.

Ключові слова: залізобетонна плита, стропи, обрив, сила натягу.

Annotation: For a reinforced concrete slab with a weight P , suspended at an O point on four strings of equal length, the force of tension in two slings was found at the moment of the breakdown of the other two.

Keywords: reinforced concrete slab, slings, cliff, tensile strength.

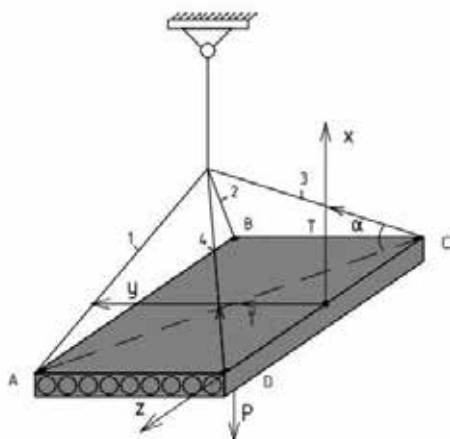


Рис. 1

Залізобетонна плита вагою P підвішена в точці O на чотирьох стропях однакової довжини l . Визначити натяг в стропях 2 і 3 в момент обриву строп 1 і 4 (рис. 1).

Так як сили натягу в стропях 2 і 3 будуть однакові, то розглядаємо розв'язок задачі на прикладі стержня вагою P , підвішеного в точках A і B (рис. 2), довжина якого AB дорівнює довжині l залізобетонної плити.

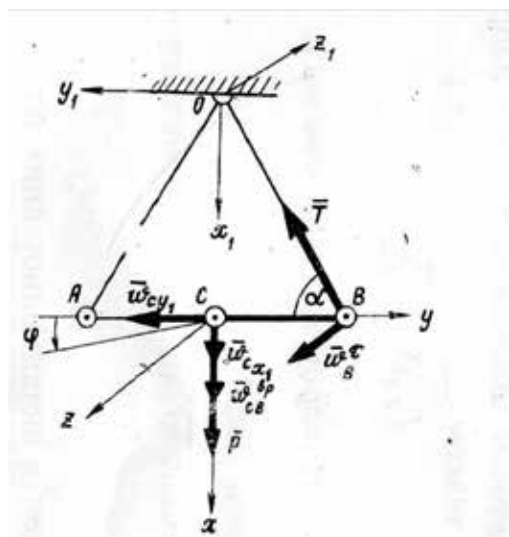


Рис. 2

При наявності двох строп реакція кожної дорівнює

$$S = 0,25 \cdot T / \sqrt{1 - 0,25\gamma} \quad (\gamma = \frac{l^2}{l_c^2}). \text{ Нерухому систему}$$

координат $x_1 y_1 z_1$ з початком в точці O (рис. 2) жорстко зв'язуємо з підвіскою, а рухому систему $x y z$ з початком в центрі тяжіння C – з стержнем.

Для дослідження плоского руху стержня використовуємо теорему про рух центра мас та теорему про зміну кінетичного моменту матеріальної системи в проекціях на вісь z .

$$\frac{P}{g} \ddot{x}_{1c} = P - T \sin \alpha; \quad (1)$$

$$\frac{P}{g} \ddot{y}_{1c} = T \cos \alpha; \quad (2)$$

$$\frac{P}{g} \frac{l^2}{12} \ddot{\varphi} = T \frac{l}{2} \sin \alpha; \quad (3)$$

де $\sin \alpha = \frac{\sqrt{l_c - 0.25(l^2 + b^2)}}{\sqrt{l_c - 0.25l^2}}$; $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$.

При складанні рівняння 3 використана формула для моменту інерції стержня відносно осі z, що проходить через його центр мас:

$$I_{CB} = \frac{Ml^2}{12}; \quad (4)$$

де M - маса стержня (залізобетонної плити).

Шукана реакція T входить в праві частини рівнянь (1-3), в лівих частинах яких знаходяться $\ddot{x}_{1c}, \ddot{y}_{1c}$ і $\ddot{\varphi}$. Для виключення цих величин потрібно встановити залежність між ними.

Прийнявши точку B за полюс, знайдемо прискорення точки C:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_B + \bar{\omega}_{CB}^{OC} + \bar{\omega}_{CB}^{BP}; \quad (5)$$

Прискорення $\bar{\omega}_B$ точки B при її русі по колу радіуса OB (рис. 2) знаходимо як суму його нормальної $\bar{\omega}_B^n$ і дотичної $\bar{\omega}_B^r$ складових.

$$\bar{\omega}_B = \bar{\omega}_B^n + \bar{\omega}_B^r; \quad (6)$$

В момент обриву нитки АО швидкість $\bar{v}_B$ точки B і кутова швидкість ω стержня AB дорівнюють нулю. Тому $\omega_{CB}^{OC} = \omega^2 CB = 0$, $\omega_B^n = \frac{v_B^2}{OB} = 0$, і рівняння 5 набуває вигляду:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_B^r + \bar{\omega}_{CB}^{BP}; \quad (7)$$

Згідно рівняння 3 $\ddot{\varphi} > 0$, тому модуль кутового прискорення стержня $\varepsilon = \ddot{\varphi}$, з цього випливає, що

$$\omega_{CB}^{BP} = \varepsilon \frac{l}{2} = \ddot{\varphi} \frac{l}{2}; \quad (8)$$

Прискорення $\bar{\omega}_C$ точки C розкладаємо на складові по осі x_1 і y_1 :

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_{Cx_1} + \bar{\omega}_{Cy_1}; \quad (9)$$

Враховуючи, що $\omega_{Cx_1} = \ddot{x}_{1c}$; $\omega_{Cy_1} = \ddot{y}_{1c}$, знайдемо проекцію рівняння (7) на вісь BO:

$$-\ddot{x}_{1c} \sin \alpha + \ddot{y}_{1c} \cos \alpha = -\frac{l}{2} \ddot{\varphi} \sin \alpha; \quad (10)$$

Підставивши значення $\ddot{x}_{1c}, \ddot{y}_{1c}$ і $\ddot{\varphi}$ з рівнянь (1-3) в співвідношення (10), отримаємо:

$$-P \sin \alpha + T = -3T \sin^2 \alpha; \quad (11)$$

Звідки:

$$T = \frac{P \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$$

Таким чином зусилля в стропях залізобетонної плити ПК 52 – 15 – 8 в момент обриву двох інших строп при $l = 5,18$ м, $b = 1,49$ м, $M = 2470$ кг, $l_c = 3$ м складає $S = 12931,2$ Н.

Висновок

В момент аварійного обриву двох строп при підйомі залізобетонної плити зусилля в стропях, що залишилися, збільшується на величину $\Delta S = S - \frac{Pl_c}{4\sqrt{l_c - \frac{1}{4}(b^2 + l^2)}}$.

Для залізобетонної плити ПК 52 – 15 – 8 в момент обриву двох строп збільшення зусиль в двох інших складає 584,2 Н.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.
2. Теоретична механіка : збірник задач / [О. С. Апостолук, В. М. Воробйов, Д. І. Ільчишина та ін.]; за ред. М. А. Павловського – К. : Техніка, 2007. – 400 с.
3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / М. И. Бать. – [7-е изд. перер.]. – М.: Наука, 1985. – 560с.

Антонюк Олександра Євгенівна Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: aleksandra.antonyuk@gmail.com.

Басистий Віталій Олександрович, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: vital.bass1@gmail.com.

Гончарук Ліза Леонідівна, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: lizahoncharuk@gmail.com.

Науковий керівник: Федотов Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, e-mail: fedotov_va@ukr.net, тел. +380507585509, Україна, 21000, м. Вінниця, вул. Воїнів Інтернаціоналістів, 9А, кв. 84.

OlexandraAntonyukstudentofHeatandGasSupplyDepartment,VinnytsiaNational Technical University.
[.emailaleksandra.antonyuk@gmail.ru](mailto:aleksandra.antonyuk@gmail.ru)

VitalyBasisty, B-studentofHeatandGasSupplyDepartment,VinnytsiaNational Technical University..emailvital.bass1@gmail.com.

HoncharukLiza studentofHeatandGasSupplyDepartment,VinnytsiaNational Technical University.
.emaillizahoncharuk@gmail.com

Supervisor:ValeryFedotov,Ph.D.,VinnytsiaNationalTechnicalUniversity,professorofmaterialsresistanceandappliedmechanics VNTU , Ukraine.e-mail: fedotov_va@ukr.net, tel. +380507585509 , Ukraine , 21000 , Vinnytsya ,st. Soldiers Internationalists , 9A,84.

РОЗРАХУНОК ЗАНОСУ АВТОМОБІЛЯ НА ЗАОКРУГЛЕННІ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуті основні причини заносу автомобіля на заокругленій ділянці дороги, порушення стійкості транспортного засобу. Шляхи запобігання аварій.

Ключові слова: занос, автомобільні аварії, небезпека,

Abstract

The main reasons for car skidding on a rounded section of the road, violation of the stability of the vehicle. Ways of preventing accidents.

Keywords: skidding, car accidents, danger.

Вступ

За статистикою більшість автомобільних аварій відбувається внаслідок втрати зчеплення коліс з дорогою, що призводить до виникнення заносу. Занос визначається як прояв технічної нестійкості [1]. Наведене визначення, з одного боку, включає в себе традиційне трактування заносу як втрати зчеплення з дорогою коліс задньої осі автомобіля і виникнення "великої" по абсолютній величині кутової швидкості корпусу, що приводить до істотного відхилення параметрів у випадку прямолінійного руху. З іншого боку, дане визначення дозволяє розглядати в якості заносу і інші ситуації відхилення від програмного руху, наприклад, випадок прямолінійного руху замість програмного руху в повороті. Подібний режим руху найчастіше виникає при втраті зчеплення передніх керованих коліс в складних погодних умовах.

Результати дослідження

Небезпека заокруглень характеризується їх крутизною, слизькістю, нерівностями, перешкодами на проїжджій частині, глибоким узбіччям, крутим спуском і т.д. Невірні реакції - різко гальмувати або різко "газувати" призводять до аварій. Блокування будь-якого колеса призводить до заносу автомобіля, а блокування всіх коліс - до ковзання по дотичній до заокруглення.

При наближенні до заокруглення потрібно визначити його складність - крутизну і довжину дуги, форму викривлення, характер покриття, наявність узбіччя, нахил полотна дороги, вид нерівностей. Після чого визначається можлива швидкість проходження заокруглення, щоб вибрати спосіб гальмування для зниження швидкості перед заокругленням. Понижену передачу рекомендовано вмикати на підході до заокруглення, поки автомобіль стійкий. Перемикання при русі по заокругленню може порушити стійкість.

Якщо є сумніви, на якій передачі долати заокруглення, обирається більш низька. Це дозволить зберегти потужність двигуна в режимі високих обертів. Якщо наближаючись до заокруглення була увімкнена недостатньо низька передача, перейти на нижчу можна вже на заокругленні, але головною умовою – є увімкнення її м'яко, щоб не виникало прискорення або уповільнення, яке може привести до заносу.

Занос автомобіля при проїзді крутого повороту виникає під дією відцентрової сили, яка зростає зі збільшенням швидкості руху і зменшенням радіусу повороту [2]. У автомобіля, що рухається з великою швидкістю, втрата стійкості (перекидання) може відбутися при здійсненні ним повороту.

При русі автомобіля на повороті під дією відцентрової сили до опорної поверхні реакції на його внутрішніх (по відношенню до центру повороту) колесах зменшуються, а на зовнішніх - збільшуються. Пробуксовування внутрішнього колеса сприяє втраті стійкості задньої провідної осі автомобіля на слизькій дорозі.

Для запобігання аварії необхідно повернути керуючі колеса в сторону заносу, що збільшує радіус повороту і, відповідно, зменшує відцентрову силу.

При русі автомобіля зі сталою швидкістю на повороті з радіусом на нього діє відцентрова сила :

$$P_c = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot R} \quad (1.1)$$

де P_c – відцентрована сила;

v – швидкість автомобіля;

g – прискорення сили тяжіння;

G – маса автомобіля.

Звідки можна знайти радіус заокругленості:

$$R = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot P_c} \quad (1.2)$$

Дія результуючої відцентрової сили P_c , яка додається до центру мас, створює перекидаючий момент на плече h_g висоти центру мас автомобіля щодо опорної поверхні. Якщо момент цієї сили буде більше моменту від сил маси $GB/2$ (рис.1), то станеться перекидання автомобіля, тобто:

$$\frac{G \cdot v^2 \cdot h_g}{g \cdot R} \geq \frac{G \cdot B}{2} \quad (1.3)$$

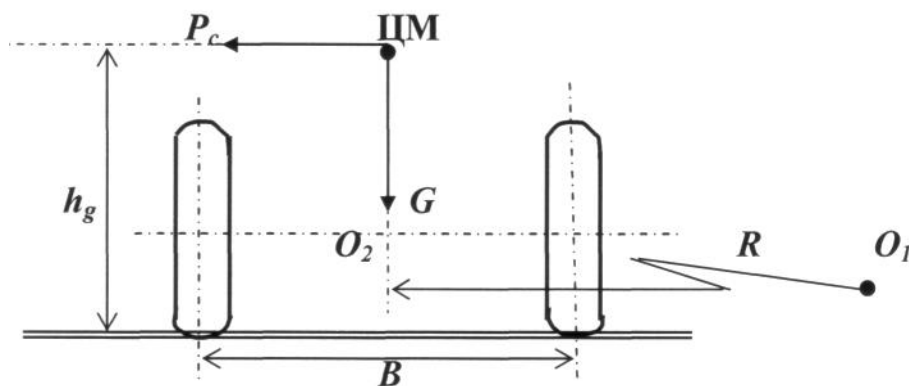


Рис. 1 – Сили, які діють на автомобіль за умови його руху на повороті радіусу R .

Звідки гранична допустима (критична) швидкість руху автомобіля на повороті буде визначатись як:

$$v_{kp} = \frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h_g} \quad (1.4)$$

Період переходу автомобіля від прямолінійного руху до криволінійного руху на віражі супроводжується безперервною зміною кутового положення його поздовжньої осі в площині дороги, що призводить до зміни центру O_1 і радіусу поворота R . При цьому відбувається прискорене обертання центру мас машини в горизонтальній площині щодо центральної точки задньої осі O_2 . Внаслідок цього виникає додаткова відцентрова сила P'_c . При вході машини в поворот напрямок дії цієї сили такий ж, що і сили P_c , а при виході з повороту він змінюється на протилежне. Внаслідок цього різкий поворот призводить до інтенсивного зростання сумарної сили $P_\Sigma = P_c + P'_c$, зниження поперечної стійкості і втрати керованості машини.

Якщо під час повороту автомобіль починає втрачати керованість або його різко занесло, то перервати цей процес можна збільшенням радіусу повороту, тобто виходом з повороту. Тоді інерційна сила P'_c буде діяти протилежно основній відцентрованій силі P_c і цим сприяти встановленню стійкості машини.

Для запобігання аварії необхідно повернути керуючі колеса в сторону заносу, що збільшує радіус повороту і, відповідно, зменшує відцентрову силу [3].

Радіус заокруглення доріг диктується можливостями маневрування окремих машин та автопоїздів, тобто їх поворотоможливістю при русі вперед без застосування заднього ходу. Зазвичай мінімальний радіус заокруглення приймають 15 м, в цьому місці збільшують ширину проїзної частини - при ширині дороги 3,5 м на заокругленні вона складе 5 м.

Висновки

Отже, занос – один з найпоширеніших видів небезпеки, який спричиняє автомобільні аварії. Для запобігання можливого занесення водій повинен з урахуванням крутизни повороту завчасно знизити швидкість, при необхідності включити знижену передачу і проїхати поворот, не вдаючись до різкого збільшення швидкості і гальмування. Розрахунок радіусу заокругленості зменшує ймовірність аварій, скільки надає можливість урахувати необхідну швидкість руху автомобіля виконуючи маневр на дорозі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абгарян К.А. Введение в теорию устойчивости движения на конечном интервале времени. М.: "Наука", 1992. - 160 с.
2. В.М.ФОМИН ТЕОРИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЕЙ, Москва, 2008, ст. 97-99.
3. Влахова А.В., Смирнов И.А. Письмо в редакцию. // Вестник Московского университета. Сер. 1, Математика. Механика, №1, 2011. С. 76.

Урода Анастасія Богданівна — студентка групи 2Е-15Б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bd_2015@ukr.net

Перлов Віктор Євгенійович — канд. техн. наук, доцент кафедри опору матеріалів і прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет

Uroda Anastasia Bogdanivna - student group 2E-15B, Department of Electricity and electro, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia. e-mail: bd_2015@ukr.net.

Perlov Viktor E. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of strength of materials and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПРИЧИН РУЙНУВАННЯ БУРЯКОРІЗАЛЬНИХ НОЖІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлені результати дослідження зносостійкості бурякорізальних ножів в процесі роботи на цукровому виробництві. Показано, що в першу чергу зношування ріжучих кромek ножів відбувається по абразивному механізму.

Ключові слова: бурякорізальний ніж, зношування, згин, напружено-деформований стан, деформівність.

Abstract

The process of wear of beeting knife depending on duration of his work in the conditions of operating sugar-house is a research result. It is shown that the wear of workings edges of beeting knife takes a place after an abrasive corrosive mechanism.

Keywords: beeting knife, wear, bending, stress-strain state, deformability.

На сьогоднішній день цукор є незамінним харчовою одиницею, не лише як готовий продукт, а також, як напівпродукт в багатьох галузях харчової промисловості: кондитерській, хлібопекарській, консервній та інших. Тому дослідження працездатності технічних складових процесу виготовлення цукру, а саме довговічності бурякорізальних ножів при зрізанні стружки є актуальним і представляє науковий інтерес.

Цукор виготовляється завдяки дуже складному виробництву, де одним із основних елементів є бурякорізальний ніж [1]. Дослідженню проблем зносостійкості бурякорізальних ножів присвячені роботи таких науковців як Рудик А.Є., Фень Є.К., Стечишин М.С., Ярмілко І.Г., Явор В.А., Нечитайло В.Н., Васильєв Ю.Ф. Істомін Є.І. Ревуцький В.М., Ткач І.С., та інші. Аналіз їх робіт показав, що від зносостійкості, конструкції та міцності ріжучої кромки ножа залежить якість та кількість цукру [2]. Внаслідок зношування ножів (рис. 1) погіршується якість бурякової стружки, яка починає диспергуватися, тобто стає короткою та пошкодженою (мезга) і тому погано виділяє цукор. Такі ножі підлягають переточуванню. Після заточування ніж повертається у бурякорізальне відділення. Взагалі таких переточок ножа за умов відсутності значних крихких та пластичних пошкоджень можна зробити чотири.



Рис. 1. Пошкоджений та зношений ніж

Дослідженню підлягали безреберні бурякорізальні ножі типу 1011 ПНП та виконувався експеримент на одному з цукрових заводів Поділля посередині сезону виробництва цукру. Для підвищення точності та достовірності результатів вимірювання, аналіз вимірів виконувався з

використанням методів математичної статистики. Встановлено, що в процесі зношування збільшується радіус заокруглення біля вершини різальної крайки та кут загострення α [3].

Під час експерименту нові бурякорізальні ножі встановлювались у ножові рами, а потім через відповідно 2, 4 та 12 годин досліджувався стан різальної частини. Таким чином ми отримали чотири масиви вимірювань: 1-й масив – новий ніж, 2-й масив – ніж після двохгодинної роботи, 3-й масив – ніж після чотирьохгодинної роботи та 4-й масив – ніж після дванадцятигодинної роботи.

Під час проведення експерименту спостерігалось найшвидше зношування ділянки ножа, що знаходяться біля головної різальної вершини ножа та крайок в її околі, де чітко видно зношування леза ножа. Весь період роботи ножів можна поділити на три частини: 1 – період припрацювання з інтенсивним зношуванням гострої частини крайки та формуванням оптимального радіуса заокруглення; 2 – період нормальної роботи з мінімальним зношуванням; 3 – період граничного стану, що характеризується досягненням радіуса заокруглення такого значення, при якому зрізання якісної бурякової стружки стає неможливим. Внаслідок затуплення різальної крайки збільшуються сили різання і тому стружка зминається, подрібнюється.

Механізм зношування ножів вивчався шляхом вимірювання величини зношування після певного періоду експлуатації: нового, 2-ох годинної, 4-ох годинної та 12-ти годинної роботи. З графіків видно (рис.2), що кут загострення зростає (стає тупішим) зі збільшенням тривалості роботи бурякорізального ножа. На графіку спостерігається певна непостійність початкового кута загострення, що можна пояснити похибкою вимірювання та заточування, але для всіх точок на профілі ножа зберігається загальна закономірність.

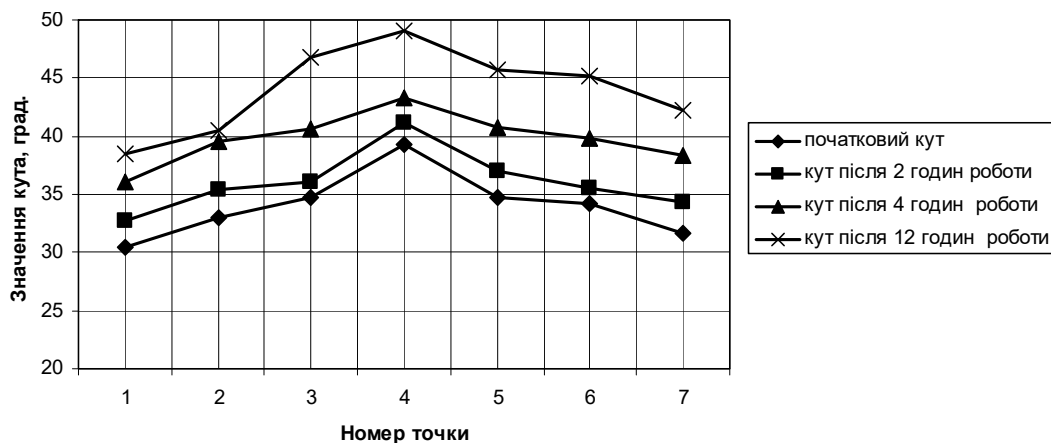


Рис. 2. Вплив тривалості експлуатації на зміну кута загострення бурякорізального ножа

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина и др. / Под ред. Л.П. Ковальской. — М.: Колос, 1997. — 752 с.
2. Фабричнікова І.А. Підвищення зносостійкості ножів для зрізання цукрових буряків у стружку конструктивними та технологічними засобами: автореф. дис. на здоб. ст. канд. техн. наук / І.А. Фабричнікова – Харків, 2013. – 20 с.
3. Savulyak V.I., Molodetska T.I., Savulyak V.V. The wearproofness of beeting knives in saccharine production // Матеріали міжнародної конференції “Tehnomus XV”. –Romaniya: Suceava. –2009. – P. 417–422.
4. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В.А. Огородников. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 175 с.

Молодецька Тетяна Ігорівна к.т.н., старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, molodetska_tanya@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ БАШТИ АТРАКЦІОНУ

¹ ТОВ «Сармат», м. Вінниця

² Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі представлено результати розв'язання задачі забезпечення надійності виготовлення елементів конструкції башти атракціону. Показано способи розрахунку внутрішніх зусиль в елементах стрижневих систем методами механіки деформівного твердого тіла. Представлений розрахунковий апарат дозволяє оцінити вплив вітрового навантаження на міцність та стійкість споруди.

Ключові слова: міцність, деформація, експлуатаційні напруження, рівняння рівноваги конструкції, вітрове навантаження.

Abstract

The article presents the results of solving the problem of ensuring the reliability of the production of structural elements attraction's tower. The methods of calculating internal forces in elements of core systems by methods of mechanics of a deformable solid are shown. The presented calculating apparatus allows to estimate the influence of wind loading on the strength and stability of the structure.

Keywords: strength, deformation, working stress, wind loading, stability of structural equilibrium.

Башти-атракціони, що не мають фундаменту, залишаються цікавими та прибутковими елементами індустрії розваг. Ці споруди повинні бути максимально легкими, жорсткими та надійними [1]. Одночасно виробники атракціонів повинні зменшити собівартість, основним складником якої є матеріаломісткість. Це визначило актуальність дослідження внутрішніх зусиль в елементах стрижневої системи атракціону «Вежа кругового огляду» методами механіки деформівного твердого тіла [2] з урахуванням показників стійкості пружних систем [3]. При цьому важливим і актуальним залишається пошук причин втрати міцності, жорсткості і стійкості таких споруд, пошук раціональних конструкційних рішень опорних платформ [4], дослідження їх поведінки в умовах екстремальних вітрових та силових навантажень, розробка та дослідження нових високоточних вузлів для складання – розбирання конструкції.

Розрахунок внутрішніх зусиль в стояку нижньої, найбільш навантаженої секції атракціону виконаний для нижнього положення капсули при максимальному вітровому навантаженні q_v , при швидкості вітру 30 м/с. На рис. 1, а, б зображено відповідно загальний вид башти та положення небезпечного перерізу.

Аналіз внутрішніх зусиль в небезпечному перерізі виконаний для двох варіантів вітрового навантаження. Умова міцності конструкції:

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}} \geq n_{adm},$$

де $\sigma_y = 245$ МПа – границя текучості для сталі 245, σ_{max} – максимальне робоче напруження в стояку.

Мінімальний запас міцності:

$$n_{adm} = 1,5.$$

Максимальне внутрішнє напруження складо 161 МПа, отже, мінімальний коефіцієнт запасу (в максимально навантаженої стійці) відповідає умові:

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma_{max}} = \frac{245}{161} = 1,52 \geq n_{adm},$$

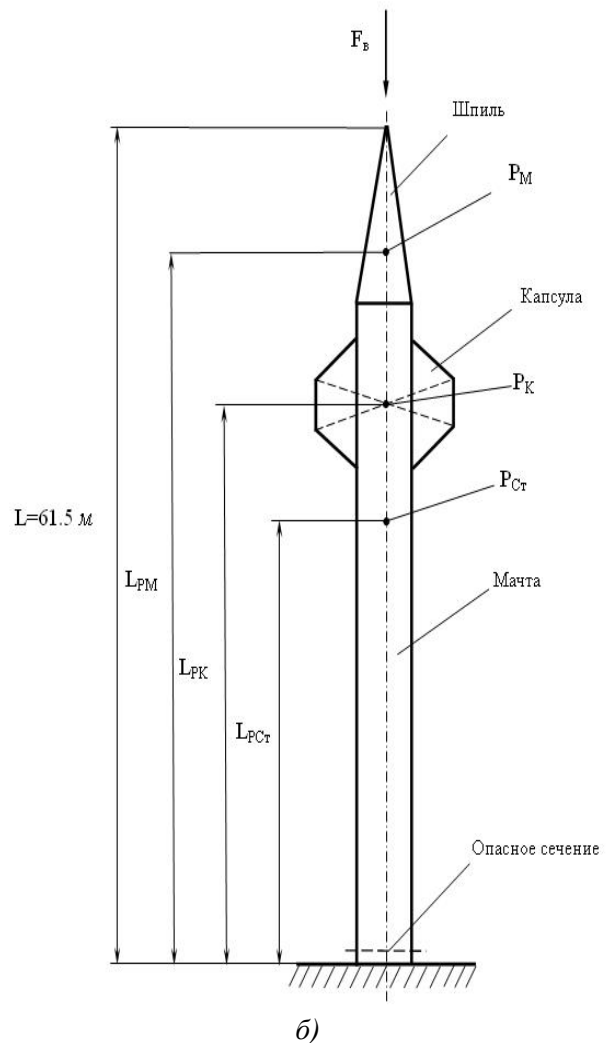
що достатньо для забезпечення міцності конструкції.

Розрахунок на стійкість був виконаний з урахуванням умов закріплення стрижневої системи на величину критичної сили. Стріла атракціону проявила гнучкість $\lambda = 67$, яка є характерною для

стрижнів малої гнучкості. Це підтвердило необхідність визначення критичних напружень за умовами міцності в межах пропорційності матеріалу. Дослідження теорії міцності безфундаментних споруд на пружному ґрунті довело, що в першому наближенні можна вважати, що вежа перевертається навколо свого габариту.



а)



б)

Рис. 1 – Загальний вигляд башти-атракціону

Розрахункова схема показана на рис. 2.

Цей принцип заснований на припущенні, що споруда не перевертається навколо своєї осі перевертання, якщо корисний (стабілізуючий) момент навколо цієї осі, утворений власною вагою споруди з платформою і вагою навісного обладнання, буде більше, ніж максимальний момент перевертання.

$$M_p = \sum_{i=1}^n F_{xi} \cdot h_i,$$

де F_{xi} – горизонтальна складова i -го навантаження;

h_i – висота додатку горизонтальної складової F_{xi} ;

n – кількість всіх навантажень на стрижневу споруду.

Розрахунки на міцність виконані по двох варіантах навантаження, в результаті було виявлено більш небезпечний варіант вітрового навантаження. Умови міцності для всіх точок найбільш навантаженого перерізу виконані.

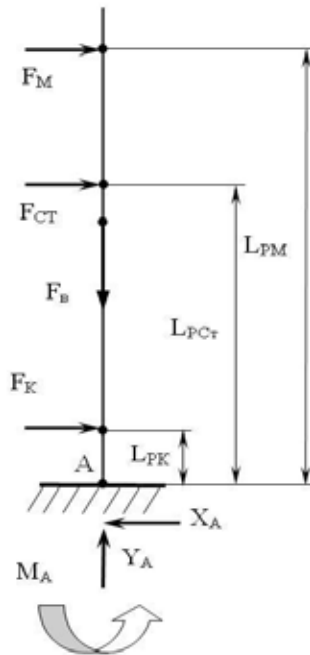


Рис. 2 – Система навантаження – розрахункова схема

Висновки: виконано дослідження надійності параметрів конструктивної схеми башти атракціону та виконана оцінка міцності елементів металевої конструкції та стійкості з урахуванням вітрового навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ТУ У 13326217.004-2001. Атракцион – башня с прямолинейным подъёмом до 50 м. Технические условия. – Зарегистрировано 19.06.2001 в Держстандарт Украины; введ. 20.06.2001 – 65 с.
2. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела. /Ю. Н. Работнов. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 744 с
3. Пановко Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем. Современные концепции, парадоксы и ошибки. 4-е изд. перераб. – М. : Наука, 1987. –352 с.
4. Патент на корисну модель № 114755. Підйомач. Архіпов В. І., Архіпов О. В., Архіпова Т. Ф., Грабчак Д. В. Бюлетень № 5. – 10.03.2017 р.

Архіпов Олексій Валентинович – провідний інженер ТОВ «Сармат», м. Вінниця, e-mail: sarmat@gmail.com

Абрамович Віта Сергіївна – студентка групи БМ-166, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2b16b.abramovych@gmail.com

Забаштанська Лілія Анатоліївна – студентка групи Б-166, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1b16b.zabashtanska@gmail.com

Науковий керівник: **Архіпова Тетяна Федорівна** – канд. техн. наук., доцент кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tfarhipova@gmail.com

Olexyi V. Arkhipov – LTD Sarmat, Vinnytsia, e-mail: sarmat@gmail.com

Vita S. Abramovych – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 2b16b.abramovych@gmail.com

Liliya A. Zabashtanska – Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 1b16b.zabashtanska@gmail.com

Supervisor: **Tatiana F. Arhipova** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Strength of Materials and Applied Mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tfarhipova@gmail.com

ВПЛИВ ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТОВСТОЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено напружено-деформований стан товстолистових заготовок при згинанні. Виявлені характерні зони деформацій, що є небезпечними з точки зору деформівності.

Ключові слова: згин, напружено-деформований стан, деформівність.

Abstract

The stress-strain state of plates forming blanks at end. Distinctive Communities strains that are dangerous in terms of deformability

Keywords: bending, stress-strain state, deformability.

На сьогоднішній день спостерігається позитивна тенденція використання великої кількості гнутих металевих профілів для багатьох галузей народного господарства. Більш того, в деяких конструктивних рішеннях гнуті профілі виявляються пріоритетними як з точки зору вагової віддачі, так і з точки зору їх експлуатаційної надійності та ефективності [1].

Існує декілька альтернативних методів отримання гнутих профілів, а саме: прокат, гнуття на пресах та протягування в інструментальних фільерах. Однак використання цих способів виготовлення проблематичне для отримання профілів з широких заготовок [2]. Ще більш суттєвим обмеженням цих технологій є отримання профілів з малопродуктивних металів. Крім того, ці способи приводять до великих втрат металу, вони малопродуктивні, собівартість гнутих профілів виявляється достатньо високою, що різко обмежує використання вказаних технологій у виробничій сфері [2, 3].

Формоутворення листових заготовок згином досить детально вивчено в літературі [3, 4-6]. Основні питання, що досліджувались – енергосилові та геометричні параметри процесів. В теоретичному аналізі автори застосовували гіпотезу плоских перерізів, нехтували тертям, нехтували або спрощували зміцнення матеріалу. Як наслідок, запропоновані залежності визначення поля напружень та деформацій в пластичній області суттєво відрізняються від таких, що реалізуються в дійсності, і їх використання для оцінки деформівності може призвести до невизначеної похибки та подальших технологічних відмов. Особливо це стосується згину заготовок на радіуси, що набагато менші за товщину стінки металу, яка сумірна з шириною деталі. В подальшому такі заготовки будемо називати товстолистовими.

Тому метою роботи є дослідження напружено-деформованого стану товстолистових заготовок при їх штампуванні для виявлення небезпечних з точки зору деформівності.

Досліджували штампування заготовки бурякорізного ножа товщиною 6 мм, довжиною 200 мм і шириною 400 мм (рис. 1). Внаслідок великої ширини при згині реалізується плоский деформівний стан.

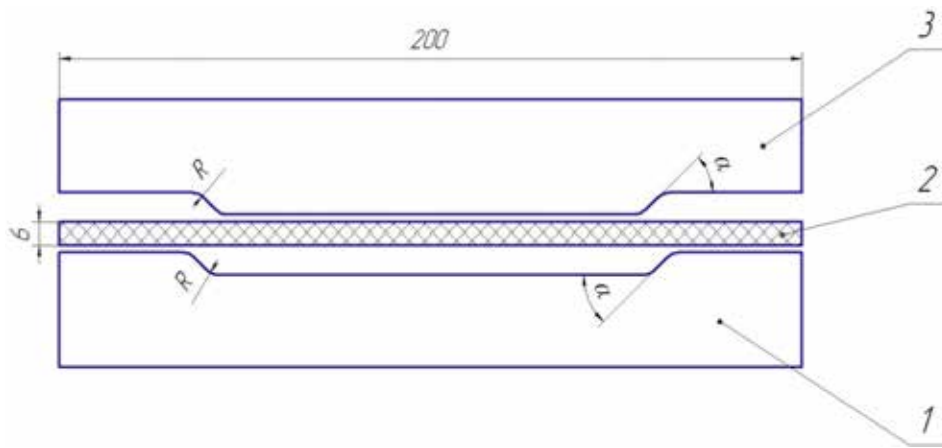


Рис. 1. Геометрична модель:
1 – нерухома матриця, 2 – заготовка, 3 – рухомий пуансон.

Варіювали значеннями кута нахилу штампу α та радіусами його заокруглень R , щодо їх впливу на напружено-деформований стан (рис. 1). В ході дослідження виявлено наявність трьох характерних осередків. Перша знаходиться всередині заготовки, друга – на контактній поверхні з пуансоном та третя розташована на вільній поверхні заготовки. Основна частина металу деформується за схемою одночасного згину і зсуву (осередок 1). При цьому зсувні деформації проявляються тим більше чим більший кут α . В зоні 2 спостерігаються максимальні контактні напруження і деформації. Область 3 перебуває в стані двоосевого розтягу. Відмітимо, що осередок 1 знаходиться в умовах, близьких до зсуву, осередок 3 – до двоосевого розтягу, 2 – всебічний стиск. Таким чином, область 3 є найнебезпечнішою, внаслідок реалізації «жорсткої» схеми напруженого стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородников В.А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении: Учеб.пособие / В.А. Огородников. – К.: УМК ВО, 1989. – 152 с.
2. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В.А. Огородников. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 175 с.
3. Илюшкин М.В. Выбор способа формовки угловых зон профиля корытного типа в роликах на основе анализа действующих контактных давлений / М.В. Илюшкин, В.А. Марковцев, А.С. Баранов – Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – т. 12, №1(2). – С. 362-365.
4. И.В Ткачев. Учет ширины заготовки при определении параметров пружинения после гибки / И.В. Ткачев, С.И. Ткачев. – Межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: ТОУВПО «Воронежский государственный технический университет». – 2008. – №2. – С. 39-43.
5. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.:Машиностроение. Ленинг.от-ние, 1979. – 520 с.
6. Губкин С.И. Пластическая деформация металлов. Физико-механические основы пластической деформации / С.И. Губкин. – М.:Металлургиздат, 1961. – 376 с.

Молодецька Тетяна Ігорівна к.т.н., старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, molodetska.tanya@ukr.net

Мукомел Олег Леонідович, студент гр.ІАТ-176, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАДІАЛЬНИХ ГАЗОВИХ ПІДВІСІВ З ПОЗДОВЖНИМИ КАНАВКАМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті досліджений радіальний газовий підвіс з поздовжніми канавками різної глибини та вплив канавок з різним профілем нахилу в напрямку течії газу на характеристики (радіальну жорсткість, піднімальну силу та витрати газу) підвісу. З'ясувалося, що з запропонованих форм поздовжніх канавок радіального газового підвісу, порівняно з підвісом з канавками сталої глибини з оптимальними конструктивними параметрами, є профілі нахилу канавок та східців, які збільшують безрозмірну радіальну жорсткість (відповідно на 54% та 20%). Запропонована методика розрахунку характеристик радіальних газових підвісів з поздовжніми канавками з використанням методів. Витрати газу через робочі зазори підвісів практично не залежать від профілю канавок.

Ключові слова: радіальний газовий підвіс, поздовжні канавки різної глибини, східчасті канавки, трикутний профіль канавок, нахил в напрямку течії газу, радіальна жорсткість, витрати газу.

Abstract

The article deals with a radial gas bearing with longitudinal grooves of different depths and the effect of grooves, with different incline profile in the direction of gas flow, on the characteristics (radial rigidity, lifting force and gas flow) of the bearing. It turned out that from the proposed forms of the longitudinal grooves of the radial gas bearing, in comparison with the bearing with grooves of constant depth with optimal design parameters, there are tilting profiles of grooves and steps that increase the dimensionless radial rigidity (by 54% and 20%, respectively). The method for calculating the characteristics of radial gas bearings with longitudinal grooves using the methods of splines proposed. The flow rate of gas through the working clearances of bearings is practically independent of the profile of the grooves.

Keywords: radial gas bearing, longitudinal grooves of different depths, step grooves, triangular profile of grooves, inclination in the direction of gas flow, radial rigidity, gas flow.

Вступ

Газові підвіси поділяються на два типи: з внутрішньою компенсацією (регулювання тиску в залежності від навантаження шляхом конструктивних елементів всередині робочого зазору) та опори з зовнішнім дроселем (зовнішня компенсація) у вигляді отворів, щілин, пористих вставок тощо. Опори з зовнішньою компенсацією мають значно вищу піднімальну силу, жорсткість та кращі економічні показники (витрати повітря при експлуатації) порівняно з опорами з внутрішньою компенсацією, особливо при $\lambda \leq 1$ (λ – відношення довжини опори до її діаметру). Але такі підвіси схильні до значної зміни своїх характеристик при експлуатації (засмічення отворів, щілин), високу чутливість до зміни вологості газу (повітря), що подається від зовнішнього джерела живлення. Підвіси з внутрішньою компенсацією більш технологічні в виробництві та не мають вказаних вище недоліків опор з зовнішньою компенсацією.

Для підвищення характеристик підвісів з поздовжніми канавками необхідно зменшити перетікання стиснутого газу по колу з зони підвищеного тиску в зону зниженого тиску.

Конструктивно це досягається виконанням поздовжніх канавок змінної глибини (рис. 1, а – д).

Основна частина

Газ (повітря) для роботи радіальної опори (рис. 1) під тиском P_H надходить безпосередньо в робочий зазор, протікає зони з поздовжніми канавками та зони без канавок (ізотропні) витікає в навколишнє середовище. При навантаженні на вал ортогонально до осі, вісь вала зміщується зі співвісного з корпусом положення радіально, тому для визначення статичних характеристик радіальної опори достатньо розглянути лише одну її половину, а отримані результати подвоїти. Для радіальних підвісів безрозмірна піднімальна сила F^* лінійно залежить від відносного

радіального ексцентриситету в межах $-0,5 \leq \varepsilon \leq 0,5$. Тому: $K_\varepsilon^* = \left(\frac{dF^*}{d\varepsilon} \right)_{\varepsilon=0}$, $F^* = K_\varepsilon^* \cdot \varepsilon$,

де K_ε^* – безрозмірна радіальна жорсткість опори.

Характеристики радіальних опор з канавками сталої глибини (рис. 1, а) достатньо досліджені в статичному режимі при їх оптимальних параметрах.

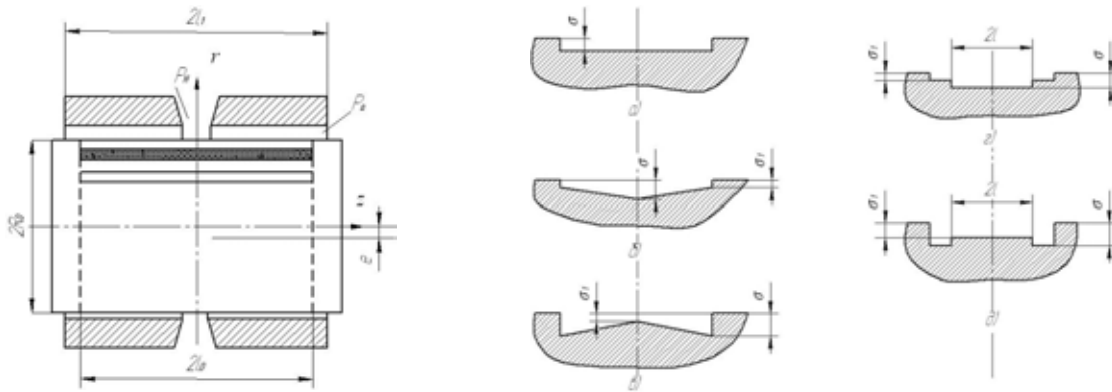


Рис. 1. Радіальна газова опора з поздовжніми канавкам різного профілю: а) постійна глибина; б) глибина зменшується в напрямку течії газу; в) глибина збільшується в напрямку течії газу; г) східчаста форма з більшою глибиною на вході в робочий зазор; д) східчаста форма з меншою глибиною на вході в робочий зазор.

Основні позначення: c – робочий зазор між валом і корпусом опори при їх співвісному положенні; $\varepsilon = e/c$ – відносний радіальний ексцентриситет; $\lambda = l_0/R_0$ – відносна довжина опори; $\xi = z/l_0$ – безрозмірна осьова координата; σ, σ_1 – глибина поздовжніх канавок; $v = c/(c+\sigma)$, $v_1 = c/(c+\sigma_1)$ – параметр зміни зазору, внаслідок нанесення канавок; $\beta = \sigma/(c+\sigma_1)$ – параметр канавки змінної глибини; $\gamma = v+\beta$, $\gamma_1 = 1-\gamma$ – при збільшенні глибини канавок в напрямку течії газу (рис. 2, в); $\gamma = 1$ і $\gamma_1 = - (1-v-\beta)$ – у випадку зменшення глибини канавок в напрямку течії газу; φ_1, φ_2 – центральні кути канавки та виступу відповідно; $\alpha = \varphi_1/(\varphi_1 + \varphi_2)$ – відносна ширина канавок; $\alpha_1 = l/l_0$ – відносна довжина східця; $\alpha = l_1/l_0$ – відносна довжина канавок; p_a – тиск навколишнього середовища; p_H – тиск газу від зовнішнього джерела стиснутого газу (на вході в робочий зазор опори); $P_H = p_H/p_a$ – безрозмірний тиск газу, що подається в робочий зазор; $p = p(\xi, \varphi)$ – тиск газу в робочих зазорах опори; $P = p/p_a$ – безрозмірний тиск; $u = P^2$ – квадрат безрозмірного тиску.

Якщо поздовжні канавки мають змінну глибину (рис. 1, б, в), то диференціальне рівняння розподілу тиску в профільованій зоні записується у вигляді:

$$\frac{\partial^2 u_1}{\partial \xi^2} - \frac{3}{\beta_1 h_q} (v \beta_2 \cos \varphi - \gamma_1 \chi_0) \frac{\partial u_1}{\partial \xi} + \frac{v^3 \lambda^2 h^3}{\beta_2 \beta_3 (1-\chi)^2} \left[h \beta_3 \frac{\partial^2 u_1}{\partial \varphi^2} + \frac{3 \beta_4 \varepsilon}{h_q} \sin \varphi \frac{\partial u_1}{\partial \varphi} \right] = 0, \quad (1)$$

де $\chi = \varphi_2/(\varphi_1 + \varphi_2)$, $\chi_0 = \chi/(1-\chi)$, $h = h_v/h_q$, $h_q = \gamma - v \varepsilon \cos \varphi + \gamma_1 \xi$, $h_v = 1 - v \varepsilon \cos \varphi$,
 $\beta_1 = \chi_0 + v^3 h^3$, $\beta_2 = \chi_0 + v^2 h^2$, $\beta_3 = 1 + \chi_0 v^3 h^3$, $\beta_4 = 1 + \chi_0 v^4 h^4$.

При $\chi = 1$, $v = 1$, $\gamma = 1$, $\gamma_1 = 0$ з рівняння (1) отримуємо основне рівняння для гладеньких ділянок газового шару.

$$\frac{\partial^2 u_2}{\partial \xi^2} - \frac{3}{h_v} \cos \varphi \frac{\partial u}{\partial \xi} + \lambda^2 \left[\frac{\partial^2 u_2}{\partial \varphi^2} + \frac{3}{h_v} \varepsilon \frac{\partial u_2}{\partial \varphi} \sin \varphi \right] = 0.$$

Безрозмірні квадрати тиску u_i в робочих зазорах радіальної опори (рис.1) знаходяться з використанням методами сплайнів та циклічної прогонки. Радіальну піднімальну силу F_ε та витрати газу Q знаходяться таким чином:

$$F_\varepsilon = 4R_0^2 P_a F_\varepsilon^*, \quad Q = \frac{\pi \rho P_a c^3}{12\mu} Q^*,$$

$$F_\varepsilon^* = \lambda \left(\int_0^\alpha d\xi \int_0^\pi \sqrt{u_1} \cos \varphi d\varphi + \int_\alpha^1 d\xi \int_0^\pi \sqrt{u_2} \cos \varphi d\varphi \right), \quad Q^* = \frac{1}{\pi \lambda} \left(\int_0^{2\pi} h_v^3 \frac{\partial u_1}{\partial \xi} d\varphi + \int_0^{2\pi} h_v^3 \frac{\partial u_2}{\partial \xi} d\varphi \right)$$

Недоліком опор з канавками змінної глибини є складність розрахунків та проведення оптимізації їх конструктивних параметрів.

Зменшити колові перетікання газу в радіальній опорі (рис. 1) можна шляхом нанесення східчастих поздовжніх канавок (рис. 1, г, д).

Безрозмірна піднімальна сила F^* радіальної газової опори зі східчастими поздовжніми канавками.

$$F^* = \lambda \left(\int_0^{\alpha_1} d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_1} \cos \varphi d\varphi + \int_{\alpha_1}^1 d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_2} \cos \varphi d\varphi + \int_\alpha^1 d\xi \int_0^\pi \sqrt{U_3} \cos \varphi d\varphi \right)$$

$$\text{Безрозмірні витрати газу } Q^* \text{ знаходяться при } \varepsilon=0: \quad Q^* = \frac{\tau(P_H^2 - 1)}{\lambda(\alpha_2 v^3 - \tau(1-\alpha))}.$$

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати дослідження показали, що безрозмірні витрати газу Q^* через радіальну опору практично не залежать від профілю поздовжніх канавок (рис. 1, а – д). Якщо у опори глибина канавок збільшується в напрямку течії газу (рис. 1, в), то безрозмірна радіальна жорсткість її значно менша (в 1,75 рази при $\beta = 0$) порівняно з опорою із зворотнім нахилом канавок (рис. 1, б). Радіальна опора з мінімальною глибиною канавки на лінії наддування газу

(рис. 1, в) має екстремуми безрозмірної радіальної жорсткості по коефіцієнту глибини канавки β та параметру плавності зазору ν . У підвісі з канавками, що зображена на рис. 1, б, зон статичної нестійкості не виявлено при $0 \leq \beta \leq 1$ і $0,2 \leq \nu \leq 1$. Радіальна опора у якій глибина поздовжніх канавок збільшується в напрямку течії газу (рис. 1, в) втрачає статичну стійкість при $\beta \leq 0,25$ і $\nu \leq 0,35$.

При зафіксованому значенні відносної довжини канавки α для радіальної опори з поздовжніми канавками, глибина яких зменшується в напрямку течії газу, існують значення ν та β при яких безрозмірна жорсткість K_e^* радіальної опори досягає максимуму ($K_e^* = 1,884$), що значно більше (на 54%), ніж у опори з канавками постійної глибини, що має оптимальні значення безрозмірних конструктивних параметрів ν та β поздовжніх канавок (при максимумі функції $\Phi = K_e^*/Q^*$) [3].

Розрахунки радіальної опори зі східчастими канавками (рис. 1, г, д) показали, що якщо глибина поздовжньої канавки на вході у робочий зазор менша (при $0,4 \leq \alpha_l \leq \alpha$), то безрозмірна радіальна жорсткість починає зростати тільки при $\nu \geq 0,35$, у разі якщо глибина поздовжніх канавок в напрямку течії газу по робочому зазору зменшується, то опора буде працездатною вже при $\nu \geq 0,17$ ($\sigma \approx 4,9\text{с}$) (рис. 1, г), тобто опора зі східчастими канавками (рис. 1, д) має зону нестійкості до $\nu = 0,35$.

При збільшенні лише відносної довжини східця α_l , без зміни глибини поздовжніх канавок, безрозмірна радіальна жорсткість опори зростає для профілю канавок, у яких глибина східця зменшується в напрямку течії газу (рис. 1, д), для профілю у якого на вході в робочий зазор глибина поздовжніх канавок менша (рис. 1, г), то при $\alpha_l \leq 0,45$ газова опора непрацездатна (зона нестійкості).

Радіальна газова опора зі східчастими поздовжніми канавками (рис. 1, д) має більшу безрозмірну радіальну жорсткість (на 20%) та відношення K^*/Q^* порівняно з опорою, у якій канавки сталої глибини і конструктивні параметри оптимальні (максимум K^*/Q^*).

ВИСНОВКИ

Витрати газу для роботи радіальної опори з поздовжніми канавками не залежать від профілю канавок при малих значеннях радіального ексцентриситету.

Опора з поздовжніми канавками глибина яких зменшується в напрямку течії газу має значно більшу радіальну піднімальну силу порівняно з опорами з канавками постійної глибини і з опорами з канавками з мінімальною глибиною в зоні подачі стиснутого газу.

Радіальні опори з східчастими поздовжніми канавками з більшою глибиною на вході в робочий зазор, на відміну від поздовжніх канавок з меншою глибиною на вході, працездатні в діапазоні практичного використання опор і мають більшу безрозмірну радіальну жорсткість і більш економічні порівняно з опорами з канавками сталої глибини.

В перспективі подальших досліджень планується провести оптимізацію конструктивних параметрів канавок глибина яких зменшується в напрямку течії газу та східчастих канавок з більшою глибиною в зоні подачі стиснутого газу в робочі зазори радіальних газових опор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Емельянов А. В. Характеристики радиальных газостатических опор с двойным дросселированием газового потока / А. В. Емельянов, В. А. Федотов, В. А. Приятельчук // Машиноведение. – 1977. – № 2. – С. 97 – 104.
2. Федотов В. О. Газові підвіси шпindelних вузлів : монографія / В. О. Федотов, І. В. Федотова. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 244 с.
3. Степанчук В. І. Лінійний статичний аналіз газостатичних конічних підвісок, профільованих поздовжніми канавками / В. І. Степанчук, В. О. Федотов // Вісник ВПІ. – 1994. – № 3 (4). – С. 57 – 61.
4. Федотов В. О. Вплив нахилу поздовжніх канавок на характеристики радіальних підвісок / В. О. Федотов, В. В. Савуляк // Проблеми трибології (Problems of Tribology). – 2003. – № 1. – С. 62 – 66.
5. Самарский А. А. Разностные схемы / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1977. – 656 с.
6. Віштак І. В. Вплив східчастих поздовжніх канавок на характеристики радіальних газостатичних опор / І. В. Віштак, В. О. Федотов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 5 (128). – С. 110 – 115.
7. Віштак І. В. Напрямки наукових досліджень для покращення характеристик радіальних газових опор з внутрішньою компенсацією/ І. В. Віштак, В. О. Федотов // Proceedings of the International Scientific Conference "Science of the XXI century: problems and prospects of researches" (August 17, 2017, Warsaw, Poland). – 2017. – Vol. 1. – С. 41-46.

Федотов Валерій Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри Опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, тел.: (0432)-598-072, e-mail: fedotov_va@ukr.net

Віштак Інна Вікторівна – канд. техн. наук, старший викладач кафедри Безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, тел.: (097)-896-61-13, e-mail: innavish322@gmail.com

Гончарук Ліза Леонідівна, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: lizahoncharuk@gmail.com.

Fedotov Valeriy Oleksandrovych – Candidate of Technical Sciences, Professor of Department of Strength of Materials and Applied Mechanics, the Vinnytsya National Technical University, (0432)-598-072, e-mail: fedotov_va@ukr.net

Vishtak Inna Viktorivna – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of Department of Life Safety, the Vinnytsya National Technical University, tel.: (097)-896-61-13; e-mail: innavish322@gmail.com

Honcharuk Liza student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University. e-mail lizahoncharuk@gmail.com

Визначення зусиль в стропях при підйомі залізобетонної плити в момент аварійного обриву двох строп

Анотація

Для залізобетонної плити вагою P , що підвішена в точці O на чотирьох стропях рівної довжини, знайдено силу натягу в двох стропях в момент обриву двох інших.

Ключові слова: залізобетонна плита, стропи, обрив, сила натягу.

Annotation

For a reinforced concrete slab with a weight P , suspended at an O point on four strings of equal length, the force of tension in two slings was found at the moment of the breakdown of the other two.

Keywords: reinforced concrete slab, slings, cliff, tensile strength.

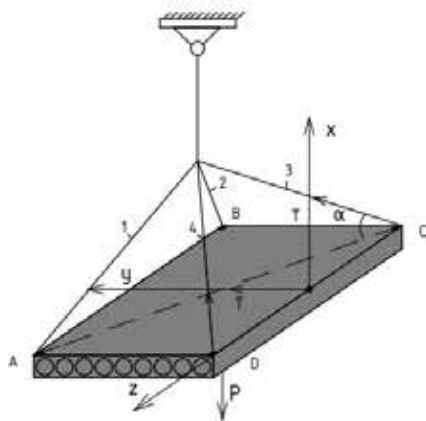


Рис. 1 – Просторова схема

Залізобетонна плита вагою P підвішена в точці O на чотирьох стропях однакої довжини l_c . Визначити натяг в стропях 2 і 3 в момент обриву строп 1 і 4 (рис. 1).

Так як сили натягу в стропях 2 і 3 будуть однакові, то розглядаємо розв'язок задачі на прикладі стержня вагою P , підвішеного в точках A і B (рис. 2), довжина якого AB дорівнює довжині l залізобетонної плити.

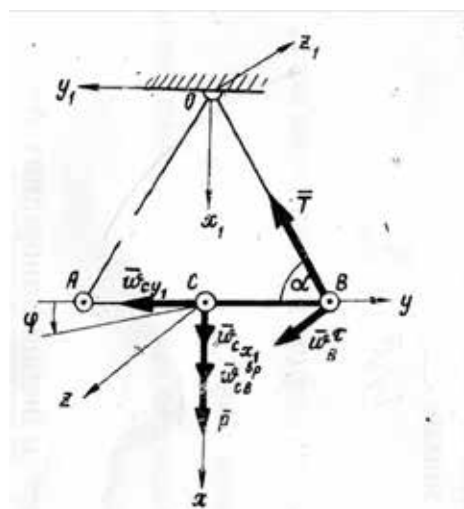


Рис. 2 – Розрахункова схема

При наявності двох строп реакція кожної дорівнює

$$S = 0,25 \cdot T / \sqrt{1 - 0,25\gamma} \quad (\gamma = \frac{l^2}{l_c^2}). \text{ Нерухому систему}$$

координат $x_1 y_1 z_1$ з початком в точці O (рис. 2) жорстко зв'язуємо з підвіскою, а рухому систему $x y z$ з початком в центрі тяжіння C – з стержнем.

Для дослідження плоского руху стержня використовуємо теорему про рух центра мас та теорему про зміну кінетичного моменту матеріальної системи в проекціях на вісь z .

$$\frac{P}{g} \ddot{x}_{1c} = P - T \sin \alpha; \quad (1)$$

$$\frac{P}{g} \ddot{y}_{1c} = T \cos \alpha; \quad (2)$$

$$\frac{P}{g} \frac{l^2}{12} \ddot{\phi} = T \frac{l}{2} \sin \alpha, \quad (3)$$

$$\text{де } \sin \alpha = \frac{\sqrt{l_c - 0.25(l^2 + b^2)}}{\sqrt{l_c - 0.25l}}; \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}.$$

При складанні рівняння 3 використана формула для моменту інерції стержні відносно осі z, що проходить через його центр мас:

$$I_{CB} = \frac{Ml^2}{12}; \quad (4)$$

де M - маса стержня (залізобетонної плити).

Шукана реакція T входить в праві частини рівнянь (1-3), в лівих частинах яких знаходяться $\ddot{x}_{1c}$, $\ddot{y}_{1c}$ і $\ddot{\varphi}$. Для виключення цих величин потрібно встановити залежність між ними.

Прийнявши точку B за полюс, знайдемо прискорення точки C:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_B + \bar{\omega}_{CB}^{OC} + \bar{\omega}_{CB}^{BP}; \quad (5)$$

Прискорення $\bar{\omega}_B$ точки B при її русі по колу радіуса OB (рис. 2) знаходимо як суму його нормальної $\bar{\omega}_B^n$ і дотичної $\bar{\omega}_B^r$ складових.

$$\bar{\omega}_B = \bar{\omega}_B^n + \bar{\omega}_B^r; \quad (6)$$

В момент обриву нитки АО швидкість $\bar{v}_B$ точки B і кутова швидкість ω стержня AB дорівнюють нулю. Тому $\omega_{CB}^{OC} = \omega^2 CB = 0$, $\omega_B^n = \frac{v_B^2}{OB} = 0$, і рівняння 5 набуває вигляду:

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_B^r + \bar{\omega}_{CB}^{BP}; \quad (7)$$

Згідно рівняння 3 $\ddot{\varphi} > 0$, тому модуль кутового прискорення стержня $\varepsilon = \ddot{\varphi}$, з цього випливає, що

$$\omega_{CB}^{BP} = \varepsilon \frac{l}{2} = \ddot{\varphi} \frac{l}{2}; \quad (8)$$

Прискорення $\bar{\omega}_C$ точки C розкладаємо на складові по осі x_1 і y_1 :

$$\bar{\omega}_C = \bar{\omega}_{Cx_1} + \bar{\omega}_{Cy_1}; \quad (9)$$

Враховуючи, що $\omega_{Cx_1} = \ddot{x}_{1c}$; $\omega_{Cy_1} = \ddot{y}_{1c}$, знайдемо проекцію рівняння (7) на вісь BO:

$$-\ddot{x}_{1c} \sin \alpha + \ddot{y}_{1c} \cos \alpha = -\frac{l}{2} \ddot{\varphi} \sin \alpha; \quad (10)$$

Підставивши значення $\ddot{x}_{1c}$, $\ddot{y}_{1c}$ і $\ddot{\varphi}$ з рівнянь (1-3) в співвідношення (10), отримаємо:

$$-P \sin \alpha + T = -3T \sin^2 \alpha; \quad (11)$$

Звідки:

$$T = \frac{P \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$$

Таким чином зусилля в стропях залізобетонної плити ПК 52 – 15 – 8 в момент обриву двох інших стропях при $l = 5,18$ м, $b = 1,49$ м, $M = 2470$ кг, $l_c = 3$ м складає $S = 12931,2$ Н.

Висновок

В момент аварійного обриву двох строп при підйомі залізобетонної плити зусилля в стропях, що залишилися, збільшується на величину $\Delta S = S - \frac{Pl_c}{4\sqrt{l_c - \frac{1}{4}(b^2 + l^2)}}$.

Для залізобетонної плити ПК 52 – 15 – 8 в момент обриву двох строп збільшення зусиль в двох інших складає 584,2 Н.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павловський М. А. Теоретична механіка: [підручник] / Павловський М. А. – К. : Техніка, 2002. – 512 с.

2. Теоретична механіка : збірник задач / [О. С. Апостолук, В. М. Воробйов, Д. І. Ільчишина та ін.]; за ред. М. А. Павловського – К. : Техніка, 2007. – 400 с.

3. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах. т.2. Динамика / М. И. Бать. – [7-е изд. перер.]. – М.: Наука, 1985. – 560с.

Антонюк Олександра Євгенівна Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: aleksandra.antonyuk@gmail.com.

Басістий Віталій Олександрович, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: vital.bass1@gmail.com.

Гончарук Ліза Леонідівна, Вінницький національний технічний університет, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, e-mail: lizahoncharuk@gmail.com.

Науковий керівник: Федотов Валерій Олександрович, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки ВНТУ, e-mail: fedotov_va@ukr.net.

Olexandra Antonyuk student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, email: aleksandra.antonyuk@gmail.ru

Vitaly Basisty, B-student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, email: vital.bass1@gmail.com.

Honcharuk Liza student of Heat and Gas Supply Department, Vinnytsia National Technical University, email: lizahoncharuk@gmail.com

Supervisor: Valery Fedotov, Ph. D., Vinnytsia National Technical University, professor of materials resistance and applied mechanics VNTU, Ukraine, e-mail: fedotov_va@ukr.net.

Мережне наукове видання

Матеріали XLVII науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2018)

14-23 березня 2018 року

Збірник доповідей

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 15. 06. 2018 р.

Гарнітура Times New Roman.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,
press.vntu.edu.ua,
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідомство суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.