

# ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З ПОВІТРЯНИМ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМ ДЖЕРЕЛОМ В СХЕМАХ КОТЕЛЕНЬ НА РІЗНИХ ПАЛИВАХ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*До розгляду прийняте обладнання AQUACIAT з відомими технічними характеристиками. Наведено показники потужності конденсатора та компресора, а також коефіцієнти перетворення реверсивного чіллера, що працює в режимі теплового насоса, в залежності від температури навколишнього середовища. Проведено оцінку економічної ефективності застосування реверсивних чіллерів «повітря-вода» в складі котельних на різних видах палива. Для оцінки ефективності встановлення теплонасосного обладнання «повітря-вода» обрано газову опалувальну котельню в с.м.т. Турбів, модернізовану шляхом встановлення пеллетних котлів потужністю 95 кВт.*

*Розглянуті варіанти встановлення теплонасосного обладнання в схемі водогрійних котелень на вугіллі, деревинних пеллетах, природному газі та електрокотелень, які працюють на потреби тільки опалення або і опалення і гарячого водопостачання. Виявлено умови економічно ефективного використання реверсивних чіллерів «повітря-вода», які працюють в режимі теплового насоса, в водогрійних котельнях.*

**Ключові слова:** реверсивний чіллер «повітря-вода», водогрійна котельня; економічна ефективність, термін окупності капіталовкладень, система гарячого водопостачання, система опалення, коефіцієнт перетворення

## Abstract

*Accepted equipment AQUACIAT with known technical characteristics is considered. The capacitance and compressor capacities, as well as the coefficients of conversion of reversing chiller operating in heat pump mode, depending on the ambient temperature, are shown. An estimation of economic efficiency of the use of reversible chillers "air-water" in the composition of different types of fuel is carried out. For the estimation of the efficiency of the installation heat pump equipment "air-water", a gas heating boiler-house was selected in the u.v. Turbiv, modernized by installing 95 kW of pellet boilers.*

*Considerations are given for the installation of heat pump equipment in the scheme of water heating boilers on coal, wood pellets, natural gas and electric boilers, which work for the needs of only heating or heating and hot water supply. Conditions of economically efficient use of reversible chillers "air-water" operating in heat pump mode in water-heating boiler houses are revealed.*

## Keywords

Reversible chiller "air-water", water heating boiler room; economic efficiency, payback period of investments, hot water supply system, heating system, coefficients of conversion

## Вступ. Постановка задачі

Сучасний стан техногенного навантаження енергетики на навколишнє середовище характеризується чималими викидами забруднювальних речовин підприємств паливно-енергетичного комплексу. Одним з напрямів науково-технічного прогресу є використання поновлюваних джерел енергії. Відновлювані або невичерпні енергоресурси – потоки енергії, що постійно або періодично діють у навколишньому середовищі. Основною перевагою використання відновлюваних енергоресурсів є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню стану довкілля [1].

В даній роботі розглядаються варіанти зменшення витрат поновлюваних енергоресурсів та шкідливих викидів на водогрійній котельні шляхом встановлення реверсивного чіллера «повітря-вода», який працює в режимі теплового насоса.

Реверсивні чіллери, що працюють на основі теплонасосних технологій, на сьогоднішній день є прогресивним технологічним устаткуванням, здатним витягувати енергію з природних джерел. Працездатність даних систем базується на наявності низькотемпературного тепла в землі, повітрі, ґрунтових водах і водоймах, яке потім перетворює в високотемпературне, здатне обігріти будівлі і нагрі-

ти воду.

Реверсивні чіллери мають ряд переваг порівняно із іншими джерелами енергії [2]. Так, до них можна віднести економічність. Коефіцієнт ефективності реверсивних чіллерів значно більше одиниці, при цьому не спалюється паливо, відповідно, не утворюються шкідливі викиди в місці його встановлення і відповідно зменшується техногенне навантаження на навколишнє середовище.

В якості низькотемпературного джерела для такого обладнання використовується атмосферне повітря. Такий підхід не вимагає значних земельних ділянок та витрат на створення ґрунтових колекторів і може бути використаний у будь-якому місці. Реверсивні чіллери дають можливість підвищувати накоплену в атмосферному повітрі температуру за рахунок використання компресорів до 55°C. Така температура являється достатньою для використання в будівлях для опалення і гарячого водопостачання. Перевагами реверсивних чіллерів «повітря-вода» є: а) економічність; б) повсюдність застосування; в) екологічність; г) безпечність.

Мета роботи – зменшення витрат непоновлюваних енергоресурсів та шкідливих видів шляхом оцінювання ефективності застосування реверсивних чіллерів «повітря-вода», які працюють в режимі теплового насоса, в складі котельень на різних видах палива.

### Аналіз роботи водогрійної котельні

Як приклад для оцінювання ефективності встановлення реверсивних чіллерів на водогрійній котельні обрано водогрійну котельню в с.м.т. Турбів, яка є джерелом тепlopостачання дитячого садка та школи. На котельні встановлено два опалювальних твердопаливних котли марки «ЕНЕРГІЯ» моделі КВП 25-95 тепловою потужністю 95 кВт виробництва України. Техніко-економічний аналіз показав, що собівартість виробництва теплоти на цій котельні склала 115 грн/Гкал [3].

### Ефективність встановлення теплового насоса з повітряним низькотемпературним джерелом на котельні

Під час виконання даного дослідження проведено оцінювання економічної ефективності застосування реверсивного чіллера «повітря-вода» AQUACIAT 2 90V, який працює в режимі теплового насоса, в схемі котельні.

Розрахункова тепла потужність чіллера при температурі навколишнього повітря +20 і вище складає 29,7 кВт [2]. При зменшенні температури навколишнього повітря потужність конденсатора реверсивного чіллера зменшується з 29,7 кВт до 14,5 кВт. При цьому також зменшується його коефіцієнт перетворення з 3,4 до 2,15.

Протягом року тривалість стояння температур може бути визначена для опалювального періоду за нормативними даними, а для неопалювального періоду за даними досліджень [4]. Дані представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Тривалість стояння температур

Температури навколишнього середовища, °C	Кількість годин стояння в рік, год	Температури навколишнього середовища, °C	Кількість годин стояння в рік, год
+30 і менше	117	+2 і менше	740
+25 і менше	342	0 і менше	740
+20 і менше	765	-5 і менше	1225
+15 і менше	1381	-10 і менше	627
+10 і менше	563	-15 і менше	336
+7 і менше	1104	-20 і менше	130
+5 і менше	654	-25 і менше	31

З використанням даних характеристик теплонасосного обладнання з повітряним низькотемпературним джерелом, даних табл. 1 і [5] було виконано дослідження економічної ефективності його встановлення на котельнях, що працюють на вугіллі, деревинних пеллетах, природному газі та на електрокотельні. Розглянуті котельні, що працюють тільки на потреби системи опалення (сезонний режим) та котельні, що постачають теплоту для опалення та гарячого водопостачання (цілорічний режим), причому потужність гарячого водопостачання не менше 30 кВт. Початкові дані та результати виконаних досліджень показані в таблиці 2.

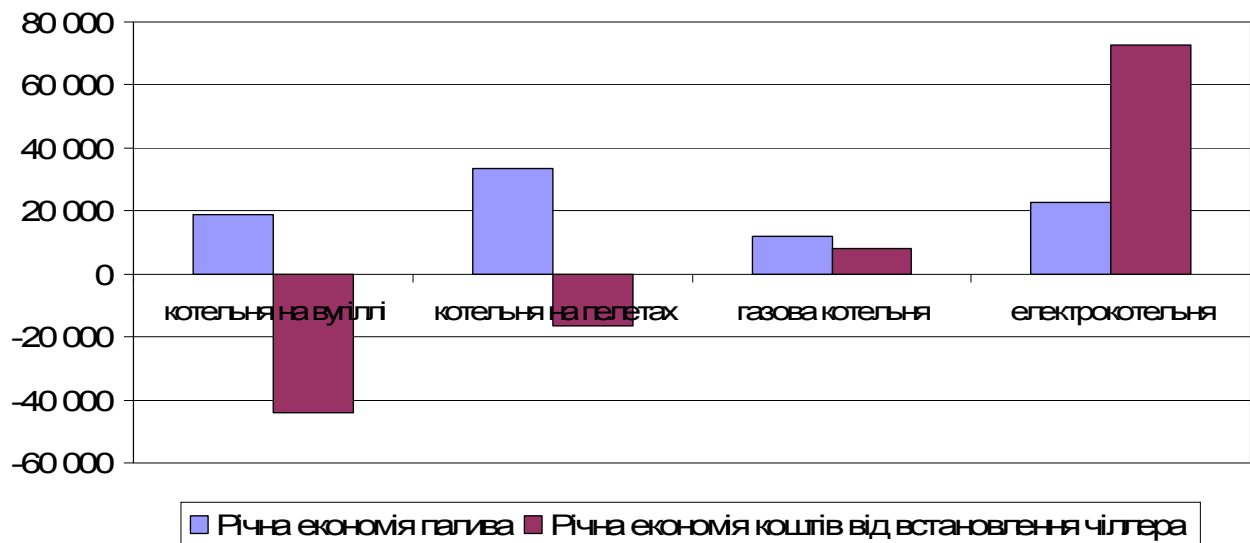


Рисунок 1 – Результати досліджень економічної ефективності встановлення реверсивного чіллера «повітря-вода», що працює в режимі теплового насоса, на котельні. Примітка: економія палива показана в кг для вугілля та пелетів у м<sup>3</sup> для природного газу та в кВт-год для електрокотельні

Як видно з даних, наведених на рис. 1, реверсивні чіллери «повітря-вода», які працюють в режимі теплового насоса, мають значно кращі показники в системах, що працюють в теплий період року. Використовувати таке обладнання тільки для системи опалення малоефективно.

Аналізуючи отримані результати виявлено, що теплові насоси з повітряним низькотемпературним джерелом економічно доцільно встановлювати на електрокотельнях та на газових котельнях, що працюють цілорічно на системи опалення та гарячого водопостачання.

З іншого боку, встановлення реверсивних чіллерів, які працюють в режимі теплового насоса, дозволяє зекономити значну кількість органічного палива та, відповідно, зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище в місці розташування котельні. Використання теплонасосних технологій для опалення, особливо в нічний час, дозволяє вирівнювати графіки споживання електроенергії, зменшувати витрати палива та шкідливі викиди при роботі електростанцій [6]. Подальший розвиток таких технологій дозволить зменшити ціну обладнання та якісно підвищити економічну ефективність впровадження таких систем.

### Висновки

В роботі виконано оцінку ефективності встановлення теплонасосного обладнання з повітряним низькотемпературним джерелом в теплові схеми водогрійних котелень на різних видах палива.

Виявлено, що встановлення такого обладнання на газових котельнях та електрокотельнях що працюють цілорічно, є економічно доцільним. Розрахункові орієнтовні терміни окупності таких проектів складають від 1,5 до 5 років.

Але для котелень на вугіллі, пеллетах та котельнях на біомасі встановлення реверсивних чіллерів «повітря-вода», які працюють в режимі теплового насоса є на даний час недоцільним, хоча впроваджуючи такі системи можна досягати комплексного ефекту: економії органічного палива на котельні; шкідливих викидів при роботі котельні; вирівнювання графіку споживання електроенергії; зменшення витрати палива та шкідливі викиди при роботі електростанцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов Д.В. Оцінка ефективності джерел енергії для системи теплохолодопостачання. /Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2017. – №1. – С. 118-122 .
2. Технічні характеристики реверсивного чіллера AQUACIAT 2. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ciat.com>

3. Степанов Д.В. Підвищення ефективності опалювальної котельні в с.м.т. Турбів /Д. В Степанов , О. К. Сулима. / Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України 2017». м. Вінниця, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу:<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3323/2794>
4. Кордюков М.І. Оцінка енергоспоживання систем вентиляції та кондиціонування повітря // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2016. – №20. – С. 46-52.
5. Капіталовладення в теплонасосну установку. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://avante.com.ua/catalog/nasos\\_teplovoyu\\_phoenix\\_-\\_30\\_aero\\_vozdukh-voda\\_30\\_kvт-05581/](http://avante.com.ua/catalog/nasos_teplovoyu_phoenix_-_30_aero_vozdukh-voda_30_kvт-05581/)
6. Степанов Д.В. Ефективність електрокотельні з акумуляторами теплоти / Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України 2017», м. Вінниця, 2017. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/viewFile/3360/2793>

**Степанов Дмитро Вікторович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Сулима Олександр Костянтинович**, студент групи ТЕ-17м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, [alexandr26sulima@gmail.com](mailto:alexandr26sulima@gmail.com)

**Stepanov Dmitry**, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [Stepanovdv@ukr.net](mailto:Stepanovdv@ukr.net)

**Sulyma Olexandr**, Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, [alexandr26sulima@gmail.com](mailto:alexandr26sulima@gmail.com)