

Резидент Н. В.  
Дземух О. О.  
Кордонський Н. В.

## ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ОПАЛЮВАЛЬНИХ КОТЕЛЬНЯХ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проаналізовані можливості застосування відновлюваних джерел енергії в опалювальній котельні. Запропоновані рішення для зменшення собівартості виробництва теплової енергії та техногенного навантаження на навколишнє середовище.*

**Ключові слова:** відновлювані джерела енергії, тепловий насос, біомаса, котел на біомасі, котельня.

### *Abstract*

*Possibilities of application of renewable energy sources in a heating boiler room are analyzed. Solutions for reducing the cost of thermal energy production and man-made load on the environment are proposed.*

**Key words:** renewable energy sources, heat pump, biomass, biomass boiler, boiler room

### Вступ

З кожним днем темпи заміщення невідновлюваних джерел енергії відновлюваними та впровадження останніх у світовій енергетиці зростають. Впровадження відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій є актуальним практично для всіх галузей економіки. В Україні за умов суттєвого зростання цін на природний газ особливо гостро проблема позначилася для промислової теплоенергетики та в теплопостачанні об'єктів житлово-комунального господарства. Ефективним способом, що дає можливість замінити викопні види палива, знизити техногенне навантаження на навколишнє середовище, задовольнити потреби споживачів в технологічній теплоті, є впровадження теплових насосів та теплогенераторів на біомасі.

В Україні на сьогодні використовується лише 10% потенціалу біомаси доступної для виробництва енергії загалом у вигляді дров, гранул, брикетів, лушпиння соняшника. Ззагальний потенціал біомаси становить більше 27 млн. т у.п./рік, а основними складовими є первинні агровідходи: солома, відходи виробництва кукурудзи на зерно і соняшника та енергетичні культури [1–6]. Одним із перспективних напрямків, який поширений у світі, є використання низькопотенційної теплоти навколишнього середовища для генерації теплової енергії тепловими насосами [7].

Метою роботи є аналіз можливості застосування відновлюваних джерел енергії в опалювальній котельні і порівняння собівартості виробництва теплової енергії з іншими теплогенеруючими установками.

### Основна частина

Об'єктом дослідження є опалювальна котельня потужністю 100 кВт, яка розміщена у м. Вінниця. В котельні встановлені модулі нагріву МН-100, що працюють на природному газі, собівартість виробництва теплової енергії становить 606,3 грн/ГДж. Найбільший недолік використання природного газу, як вичерпного виду палива, для котельні – це постійне зростання ціни, яке у найближчі 10...15 років за прогнозами фахівців очікується в 3...5 разів. Зростання вартості газу та витрат коштів на його транспортування спричиняє зростання тарифів на теплопостачання та гарячу воду. Варто зазначити, що видобуток, транспортування і використання природного газу пов'язані з виділенням в атмосферу газів, які сприяють парниковому ефекту. Для зменшення собівартості виробництва теплової енергії водогрійною котельнею вибрано такі варіанти джерел енергії: 1) котел

на біомасі потужністю 100 кВт; 2) електрокотел потужністю 100 кВт; 3) тепловий насос «повітря-вода», який працює у моновалентному режимі; 4) тепловий насос «повітря-вода», який працює у бівалентному альтернативному режимі з котлом на біомасі. Можливим варіантом є встановлення геліоколекторів. Проте реалізація такої системи має ряд технологічних обмежень, які пояснюються кліматичними та технічними факторами, тому для розрахунків не приймалась до уваги. Визначені техніко-економічні показники роботи котельні для вибраних джерел енергії. Для розрахунків використані наступні ціни: електроенергія – 4,76 грн/(кВт·год) [8], природний газ – 16000 грн за тис. м<sup>3</sup> [9], деревні гранули – 6500 (грн/т) [10], тріска деревини – 3900 (грн/т) [11]. Розрахунками встановлено, що собівартість виробництва теплової енергії є найбільшою в разі встановлення електрокотла – 1361 грн/ГДж, а найменшою в разі встановлення теплового насоса «повітря-вода», який працює у бівалентному альтернативному режимі з котлом на біомасі – 365 грн/ГДж. Бівалентний альтернативний режим роботи теплового насоса передбачає, що в разі досягнення температури зовнішнього повітря нижче бівалентної температури ( $t_{\text{бів}} = -7^{\circ}\text{C}$ ) тепловий насос буде відключатись автоматикою і теплові навантаження будуть покриватись за рахунок котла на біомасі.

Для вибору теплового насоса проаналізовані кліматичні умови для м. Вінниця за опалювальний період 2020-2021 рр. За результатами аналізу спрогнозовано, що тепловий насос покриватиме 92 % річного опалювального навантаження, а 8 % навантаження буде покривати котел на біомасі. На підставі технічних рішень вибрано тепловий насос типу «повітря-вода» з модельного ряду виробника Cooper&Hunter [12]. Технічні характеристики – модель СН-HP65UIMNM, тепла потужністю 65 кВт, потужність на охолодження 60 кВт, електричне споживання 20,2 кВт для нагрівання і 21,9 для виробництва холоду, коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову COP = 3,22. Розрахунковий термін окупності капіталовкладень на даний час становить від 2,1 до 2,5 року.

За допомогою програмного забезпечення SimaPro проаналізовано екологічний вплив на довкілля від різних джерел теплопостачання впродовж їх життєвого циклу. Виявлено що найбільший шкідливий вплив на екосистему та людину здійснюють теплогенератори на природному газі, вугіллі, деревині. Тепловий насос найменше впливає на екосистему, але впливає на вичерпування природних ресурсів.

Варто зазначити, що в разі використання низькотемпературних теплових насосів термічний опір теплопередачі будівлі повинен відповідати сучасним нормам, а система опалення обладнана сучасними радіаторами, фанкойлами, стіновими панелями або низькотемпературними теплими підлогами.

## Висновки

Визначено техніко-економічні показники роботи опалювальної котельні потужністю 100 кВт на природному газі та відновлюваних джерелах енергії. Встановлено, що найменша собівартість виробництва теплоти в разі встановлення теплового насоса «повітря-вода», який працює у бівалентному альтернативному режимі з котлом на біомасі. На підставі технічних рішень вибрано тепловий насос типу «повітря-вода» з модельного ряду виробника Cooper&Hunter потужністю 65 кВт, який покриватиме 92% річного навантаження, а 8 % навантаження буде покривати котел на біомасі. Запропоновані технічні рішення дозволять зменшити собівартість виробництва теплоти в 1,8 рази, зменшити техногенне навантаження на навколишнє середовище та підвищити надійність котельні як джерела теплопостачання. Розрахунковий термін окупності капіталовкладень на даний час становить від 2,1 до 2,5 року.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біоенергетична асоціація України. Сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uabio.org/>
2. «Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні». Практичний посібник/За ред. Г. Гелетути. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72 с.
3. Проект USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні». Біомаса – переваги та особливості. Режим доступу: <https://merp.org.ua/articles/167-2015-04-14-06-55-50.html>
4. Вплив використання біомаси на зміну клімату. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://uspp.ua/assets/doc/uspp-biomass.pdf>
5. Гелетути Г.Г. Перспективы производства тепловой энергии из биомассы в Украине /

- Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, Е.Н. Олейник // ENERGY. Нефть & Газ, № 5, 2013.
6. Новітні технології біоенергоконверсії: [монографія] / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетуха, І.П. Григорюк [та ін.] – К.: Аграр Медіа Груп, 2010. – 326 с.
  7. Freenergy. Теплові насоси. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://freenergy.com.ua/category/statti/>
  8. Енера Вінниця. Тарифи на послуги постачальника універсальних послуг [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://vin.enera.ua/el/tariff>
  9. Ціна на природний газ для бюджетних установ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2021/10/26/novyna/suspilstvo/naftohaz-nazvav-czinu-hazu-byudzhetnykiv-kincyu-oseni>
  10. Ціни на пелети. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://baza-drov.com.ua/uk/pellety>
  11. Ціни на тріску. Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prom.ua/ua/p559153034-triska-derevna-pdv.html?>
  12. Теплові насоси тип «повітря–вода». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cooperandhunter.ua/ua/catalog/heat-pumps-type-air-water>

**Наталія Резидент** – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, e-mail: [rezidentnv1@ukr.net](mailto:rezidentnv1@ukr.net)

**Олександр Дземух** – магістрант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [sansanuch1807@gmail.com](mailto:sansanuch1807@gmail.com)

**Назар Кордонський** – магістрант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kordonskiinazar@ukr.net](mailto:kordonskiinazar@ukr.net).

**Natalia Rezydent** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Heat and Power Engineering, e-mail: [rezidentnv1@ukr.net](mailto:rezidentnv1@ukr.net)

**Oleksandr Dzemukh** – master's student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sansanuch1807@gmail.com](mailto:sansanuch1807@gmail.com)

**Nazar Kordonskyi** – master's student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kordonskiinazar@ukr.net](mailto:kordonskiinazar@ukr.net)