

## ЕФЕКТИВНІСТЬ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Було розглянуто основні переваги впровадження когенераційних систем на базі водогрійних опалювальних котелень. Проведено оцінку можливого скорочення споживання умовного палива порівняно з окремим виробленням теплової та електричної енергії. Визначено техніко-економічні показники встановлення когенераційної установки для покриття потреб котельні на біомасі.*

**Ключові слова:** водогрійна котельня, когенераційна установка, котли на біомасі, собівартість теплоти

### Abstract

*The main advantages of implementing cogeneration systems based on hot water heating boilers were considered. The possible reduction in fuel consumption compared to separate generation of heat and electricity was assessed. The technical and economic indicators of installing a cogeneration plant to cover the needs of a biomass boiler house have been determined.*

**Keywords:** hot water boiler room, cogeneration plant, biomass boilers, cost of heat

### Вступ. Постановка задачі

Основним джерелом централізованого теплопостачання в більшості населених пунктів залишаються водогрійні котельні, оснащені газовими або біомасовими котлоагрегатами [1]. Однією з найбільш вагомих статей витрат у структурі собівартості теплоти для великих опалювальних котелень є витрати на електроенергію, необхідну для роботи допоміжного обладнання — вентиляторів, димососів, насосних станцій тощо. Тому зменшення цих витрат може суттєво вплинути на зниження загальної собівартості виробленої теплоти.

Окрім цього, котельні є повністю залежними від електропостачання, і за умов нестабільної роботи електромереж існує ризик перебоїв у теплопостачанні. Особливо це стає критичним в осінньо-зимовий період в Україні, коли через дефіцит електроенергії мають місце планові та аварійні відключення [2], що ставить під загрозу безперервність роботи теплоенергетичних систем.

З метою підвищення надійності теплопостачання доцільно розглянути можливість автономного електрозабезпечення котельні шляхом вироблення власної електроенергії безпосередньо на її базі.

Отримання власної електричної енергії може здійснюватися завдяки застосуванню когенераційних установок, що працюють на теплових двигунах — парових чи газових турбінах або двигунах внутрішнього згоряння. У даній роботі проаналізовано варіант використання когенераційної установки, побудованої на базі двигуна внутрішнього згоряння.

Метою дослідження є визначення ефективності роботи водогрійної котельні на біомасі у випадку впровадження когенераційної установки, яка працює на двигуні внутрішнього згоряння.

### Результати досліджень

Для моделювання ефективності впровадження когенераційної установки було обрано водогрійну опалювальну котельню м. Вінниця з приєднаним тепловим навантаженням 3,8 МВт. Розрахункова потреба котельні в електроенергії становить 76 кВт у опалювальний період та 16 кВт у літній період. Собівартість теплоти, виробленої котельнею на біомасі, складає 452 грн/ГДж. У моделюванні використано такі вихідні дані: середньозважена ціна деревної щепи — 2 грн/кг, природного газу для двигуна — 24 грн/м<sup>3</sup>, вартість електроенергії для покриття власних потреб —

10 грн/кВт·год.

Під час розрахунків застосовано технічні характеристики когенераційних установок Jenbacher [3], що працюють на газопоршневих двигунах, а саме: електричну потужність, електричний ККД, теплову потужність та тепловий ККД.

Отримані результати дослідження наведені на рис. 1–2.

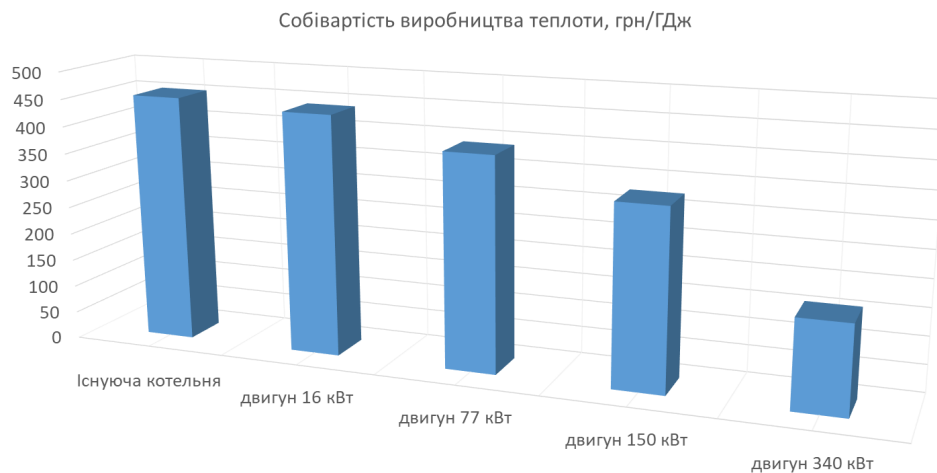


Рисунок 1 – Розрахункові значення собівартості теплоти від котельні за умов встановлення когенераційної установки

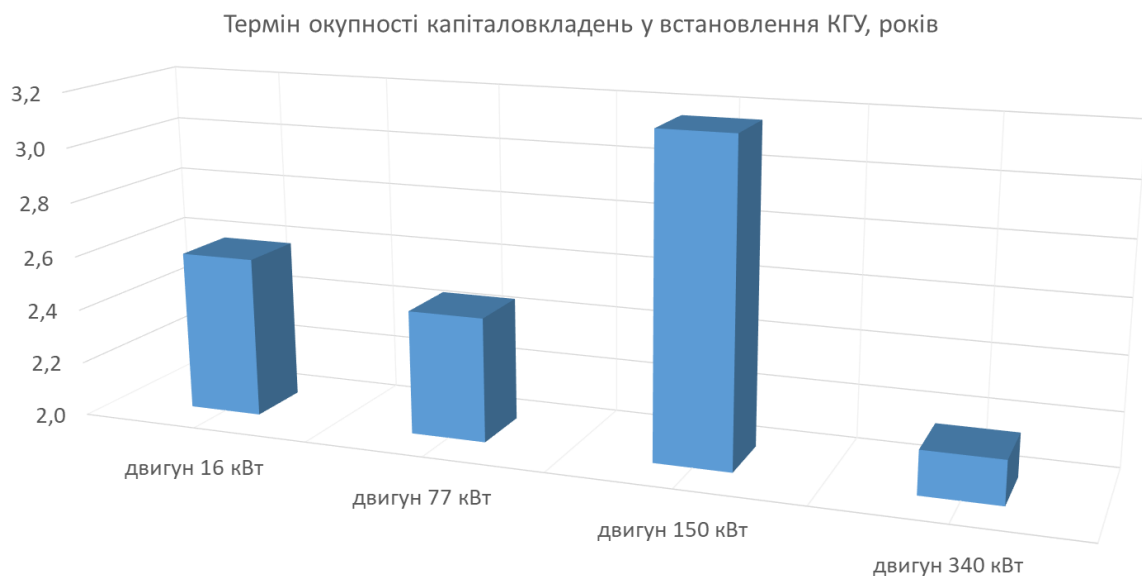


Рисунок 2 – Прості терміни окупності встановлення газопоршневої когенераційної установки на базі опалювальної котельні на біомасі

Як свідчать дані, наведені на рисунках 1 та 2, за умов середньозваженої вартості деревної щепи 2 грн/кг та ціни природного газу 24 грн/м<sup>3</sup>, застосування газопоршневої когенераційної установки є економічно виправданим. У результаті собівартість теплової енергії знижується з 452 до 161 грн/ГДж. При цьому простий термін окупності інвестицій становить 2,1–2,5 року, що є цілком прийнятним показником.

Встановлення газопоршневих когенераційних модулів для покриття власних електричних потреб котельні та часткового відпуску електроенергії в мережу (за умови використання всієї

утилізованої теплоти в тепловій схемі котельні) забезпечує скорочення споживання умовного палива на 1,9–27,5% порівняно з роздільним виробленням теплової та електричної енергії.

Окрім економічного ефекту, впровадження когенераційної установки дає низку додаткових переваг, зокрема:

- підвищення енергонезалежності котельні та зниження залежності від централізованого електропостачання, що мінімізує ризики відключень, простоїв та відповідних перевитрат палива;
- сприяння децентралізації виробництва електроенергії, що дозволяє зменшити масштаби вимушених планових та аварійних відключень для населення та підприємств;
- зменшення сезонної нерівномірності навантаження на електроенергетичну систему України, що позитивно впливає на її загальну ефективність у пікові зимові періоди та посилює енергетичну стійкість держави;
- економія умовного палива в когенераційному циклі порівняно з окремим виробленням енергії, при цьому базові показники ефективності визначено на основі параметрів роботи вугільних теплових електростанцій [4].

## Висновки

Впровадження газопоршневих когенераційних установок на опалювальних котельнях є актуальним оскільки дозволяє вирішувати ряд проблем, а саме диверсифікація енергопостачання котельні та інших споживачів, вирівнювання навантаження на енергосистему в опалювальний період, дозволяє зменшити витрату умовного палива на енергопостачання в порівнянні з роздільною схемою, відповідно зменшуються викиди парникових газів та інші шкідливі навантаження на навколишнє середовище.

За результатами досліджень виявлено, що при середньозваженій ціні на біомасу 2 грн/кг і комерційній ціні газу для вироблення електроенергії 24 грн/м<sup>3</sup> використання газопоршневої когенераційної установки є економічно доцільним, і має прийнятні терміни окупності інвестицій.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text> (дата звернення 20.11.2025)
2. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.
3. Когенераційні установки JENBACHER. Технічні характеристики. URL: <https://www.kts-eng.com/product/jenbacher-j-412-b09/> (дата звертання 20.11.2025).
4. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія / В. А. Маляренко, О. Л. Шубенко, С. Ю. Андрєєв, М. Ю. Бабак, О. В. Сенецький / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Ін-т проблем машинобуд. ім. А. М. Підгорного. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 454 с.

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

**Ільченко Дмитро Петрович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

**Вудвуд Олесь Сергійович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

**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)

**Ilchenko Dmytro**, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University

**Woodwood Oles**, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University