

# ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНІ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Наведено переваги встановлення когенераційних установок на базі водогрійних опалювальних котелень. Оцінено економію умовного палива в порівнянні з роздільним виробленням енергії. Визначено співвідношення цін на електроенергію та природний газ, за яких робота когенераційних установок на базі двигуна внутрішнього згорання для покриття власних електричних потреб котельні є економічно доцільною.*

**Ключові слова:** водогрійна котельня, когенераційна установка, двигун внутрішнього згорання, собівартість теплоти

## Abstract

*The advantages of installing of cogeneration plants on the basis of water heating boiler houses are given. Conventional fuel economy compared to separate energy production is estimated. The price ratio for electricity and natural gas has been determined, at which the operation of cogeneration units based on an internal combustion engine to cover the boiler plant's own electrical needs is economically feasible.*

**Keywords:** water heating boiler house, cogeneration plant, internal combustion engine, cost of heat

## Вступ. Постановка задачі

Основним джерелом централізованого тепlopостачання населених пунктів залишаються газові водогрійні котельні, обладнані котлоагрегатами типу ПТВМ, КВГМ, ТВГ, КВГ [1].

Другою за впливом складовою собівартості теплоти для великих опалювальних котелень є витрати на електроенергію для допоміжного обладнання, а саме вентиляторів, димососів, насосів тощо. Тому зменшення цієї складової дозволить значно скоротити собівартість теплоти.

Крім того, оскільки котельні є енергозалежними і за відсутності електропостачання мають бути відключені і в осінньо-зимовий період в Україні наявний дефіцит електроенергії, що призводить до планових та аварійних відключень електроенергії [2], надійність тепlopостачання ставиться під загрозу.

Для стабільного тепlopостачання споживачів бажано розглянути варіант безперебійного енергозабезпечення котельні і вироблення власної електроенергії на базі котельні.

Власна електроенергія може бути вироблена за допомогою когенераційних установок на базі теплових двигунів, а саме, парових і газових турбін або двигунів внутрішнього згорання. В даній роботі розглянемо варіант встановлення когенераційної установки на базі двигуна внутрішнього згорання.

Метою даної роботи є визначення показників ефективності водогрійної котельні у випадку встановлення когенераційної установки на базі двигуна внутрішнього згорання.

## Результати досліджень

Для проведення моделювання ефективності встановлення когенераційної установки обрано водогрійну опалювальну котельню в м. Хмельницький з приєднаним тепловим навантаженням по опаленню 45,7 Гкал/год або 53,2 МВт. Розрахункова потужність власних електричних потреб в розрахунковому опалювальному режимі складає 1070 кВт. Розрахункова собівартість теплоти від даної котельні складає 438 грн/ГДж. В розрахунках прийнята середньозважена ціна природного газу 9 грн, а ціна електроенергії на власні потреби 6,84 грн/кВт-год.

Під час моделювання використані такі показники когенераційних установок Jenbacher [3] на базі газопоршневих двигунів: електрична потужність, електричний ККД, теплова потужність, тепловий ККД.

Результати досліджень показані на рис. 1 – 2.

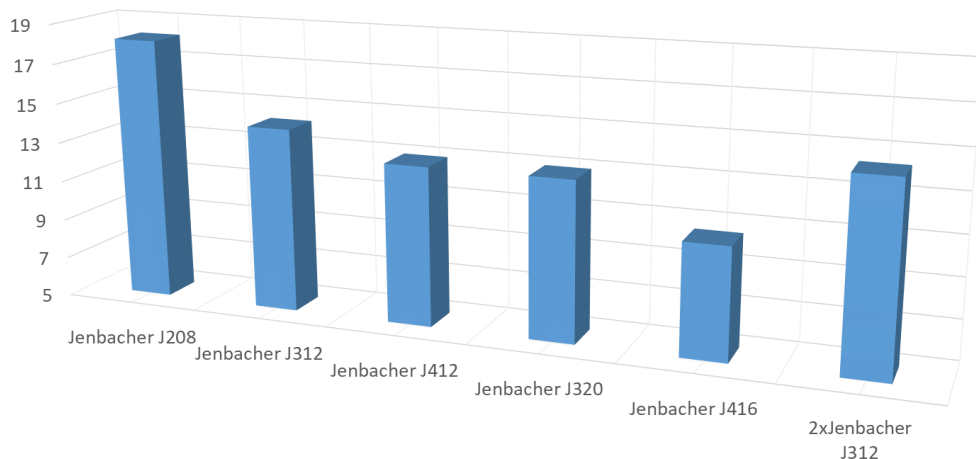


Рисунок 1 – Розрахункові прості терміни окупності інвестицій в газопоршневі когенераційні установки для покриття власних електричних потреб котельні

Економія умовного палива в порівнянні з роздільним виробленням енергії, тис.т

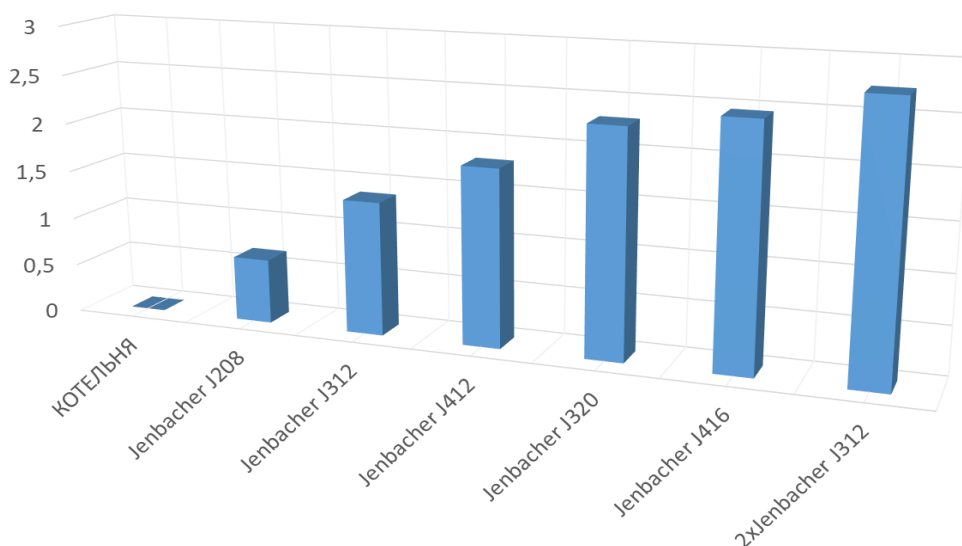


Рисунок 2 – Економія умовного палива за рахунок встановлення газопоршневої когенераційної установки для покриття власних електричних потреб котельні в порівнянні з роздільною схемою

Як видно з рисунків 1 та 2 при середньозваженій ціні природного газу для вироблення теплоти 9 грн/м<sup>3</sup> і ціні газу для вироблення електроенергії 24 грн/м<sup>3</sup> використання газопоршневої когенераційної установки є економічно доцільним, хоча прості терміни окупності інвестицій досить високі, але газопоршневі когенераційні установки дозволяють зменшити на 0,5...3% витрати умовного палива в порівнянні з роздільною схемою вироблення енергії

Крім того, за рахунок роботи КГУ можна отримати ряд переваг, а саме:

- диверсифікація та незалежність електропостачання, що дає можливість надійно працювати незалежно від стану енергосистеми міста, зменшити ризики відключень електроенергії, вимушені простої і пов'язані з цим перевитрати палива;
- зменшення навантаження на об'єднану електромережу міста і всієї України, що дозволить рідше використовувати планові та аварійні відключення населення та підприємств;
- зменшення річної нерівномірності завантаження електроенергетичної системи України, що дозволить підвищити енергоефективність великої енергетики в зимовий період року і

забезпечити енергонезалежність України;

- економія умовного палива для когенераційної системи в порівнянні з роздільною схемою енергопостачання, де за основу взяті показники ефективності вугільних теплових електричних станцій [4].

На економічну ефективність газопоршневих когенераційних установок в значній мірі впливає співвідношення цін на електроенергію та природний газ.

На рис. 3 показаний вплив співвідношення таких цін на зміну собівартості вироблення теплоти на опалювальній водогрійній котельні.

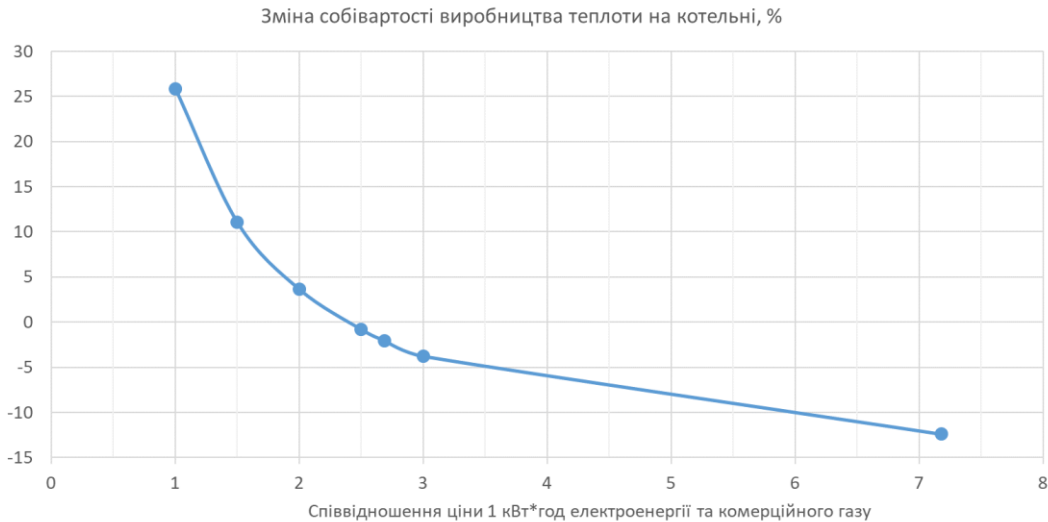


Рисунок 3 – Зміна собівартості теплоти від котельні при встановленні газопоршневої когенераційної установки за умов різних співвідношень цін електроенергії та комерційного природного газу

Як видно з рис. 3 економічна ефективність впровадження газопоршневої когенераційної установки на опалювальній котельні може бути досягнена при співвідношенні цін на електроенергію і газ в розмірі 2,4 і вище.

### Висновки

Впровадження газопоршневих когенераційних установок на опалювальних котельнях є актуальним оскільки дозволяє вирішувати ряд проблем, а саме диверсифікація енергопостачання котельні, 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 природного газу для вироблення теплоти 9 грн/м<sup>3</sup> і комерційній ціні газу для вироблення електроенергії 24 грн/м<sup>3</sup> використання газопоршневої когенераційної установки є економічно доцільним, хоча має великі терміни окупності інвестицій.

Досліджено вплив співвідношення цін електроенергії та на комерційного природного газу на техніко-економічних показники котельні з когенераційною установкою Jenbacher J320. Визначено, що використання когенераційної установки для покриття власних електричних потреб є економічно доцільним при співвідношенні цін електроенергії та природного газу більше 2,4.

### 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 25.03.2023)
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 25.03.2023).
4. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія / В. А. Малярєнко, О. Л. Шубєнко, С. Ю. Андрєєв, М. Ю. Бабак, О. В. Сенєцький / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бєкетова, Ін-т проблем машинобуд. ім. А. М. Підгорного. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бєкетова, 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)

**Ніколенко Ігор Олегович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

**Онукієнко Сергій Миколайович**, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

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

**Nikolenko Igor**, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University

**Onykyienko Sergii**, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University