

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ПАРОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ В ПРОМИСЛОВО-ОПАЛЮВАЛЬНІЙ КОТЕЛЬНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Робота присвячена дослідженню показників енергетичної та економічної ефективності встановлення паротурбінної установки на базі промислової котельні. Показані результати моделювання витрати палива, економії енергоресурсів та терміну окупності капіталовкладень запропонованого заходу

Ключові слова: паротурбінна установка, витрата умовного палива, когенерація, роздільне вироблення енергії.

Abstract

The work is devoted to the study of indicators of energy and economic efficiency of installing a steam turbine installation on the basis of an industrial boiler house. The results of modeling fuel consumption, energy savings and the payback period of capital investments of the proposed measure are shown

Keywords: steam turbine installation, conventional fuel consumption, cogeneration, separate energy production

Вступ

На економічні негаразди останнім часом накладаються енергетичні проблеми промислових підприємств. Відключення електропостачання стають щоденним явищем, при цьому мають значний негативний вплив на стійкість роботи підприємства та якість виробленої продукції. Одним з найважливіших завдань української теплоенергетики є підвищення ефективності вироблення теплової та електричної енергії та підтримання стійкості енергосистеми.

Дана робота присвячена запровадженню децентралізованого вироблення теплоти та електроенергії на базі промислової парової котельні ТОВ «Поніківська картонно-паперова фабрика».

Впровадження децентралізації енергопостачання в Україні може мати ряд вагомих обґрунтувань, які пов'язані з економічною та безпековою ситуацією країни. Ось кілька аспектів, які можуть слугувати основою для такого обґрунтування.

1. **Зменшення залежності від імпортованих ресурсів.** Україна частково залежить від імпорту енергоресурсів, зокрема природного газу. Децентралізація енергопостачання дозволить країні зменшити залежність від імпортованих ресурсів та забезпечити більшу енергетичну самостійність.
2. **Стимулювання внутрішнього ринку.** Заохочення виробництва енергії на місцях сприятиме створенню конкурентного внутрішнього ринку, що позитивно впливає на розвиток місцевих підприємств та підтримує економічний розвиток регіонів.
3. **Зниження втрат енергії.** Децентралізація дозволяє побудувати більш ефективну систему передачі енергії, що зменшує втрати електроенергії під час транспортування. Це може призвести до зменшення енерговитрат та підвищення загальної ефективності системи.
4. **Розвиток відновлювальних джерел енергії.** Децентралізація створює сприятливе середовище для розвитку відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія. Це дозволяє зменшити вплив на довкілля та розширює енергетичний мікс країни.
5. **Підвищення енергетичної безпеки.** Розподілена система енергопостачання робить мережу менш вразливою до атак та збоїв, що може бути важливим в контексті забезпечення енергетичної безпеки країни.

6. Розвиток сучасних технологій. Впровадження децентралізованих технологій в енергосистему сприяє розвитку інновацій та сучасних технологій в країні, що може впливати на її конкурентоспроможність на міжнародному рівні.

Загальною метою децентралізації енергопостачання є створення стійкої, ефективної та незалежної енергетичної системи, яка сприяє економічному розвитку та забезпечує безпеку країни.

Метою даної роботи є визначення показників ефективності режимів роботи паротурбінної установки в тепловій схемі котельні ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика».

Основна частина

Джерелом теплопостачання для котельні ТОВ «Понінківська КПП» [1] є два діючих парових котла SHP-E-10 загальною паровидатністю 10 т/год кожний та один резервний котел ТС-35, паровидатністю 35 т/год. Параметри па-ри на виході з котлів: $P_p = 3,9$ МПа, $t_p = 450^\circ\text{C}$. Також в котельні встановлено водогрійний котел ПТВМ-30 потужністю $Q = 35$ Гкал/год. Котельня забезпечує промислового споживача та системи опалення і гарячого водопостачання [2].

Для дослідження енергетичної та економічної ефективності впровадження паротурбінної установки в промисловій котельні розроблена математична модель. Дана математична модель розроблена для розрахунку теплової схеми ТЕЦ, яка працює на базі промислової парової котельні на лущпинні соняшнику. Математична модель включає в себе 68 лінійні і нелінійні рівняння. Модель є детермінованою, статичною. Якщо розглядати відносно розмірності простору модель є одновимірною, структурно-функціональною, відносно зміни параметрів – дискретною. Модель теплової схеми є дискриптивною, тому що усі показники роботи ТЕЦ розраховуються при різних вихідних даних [3, 4]. Модель містить в собі базові рівняння термодинаміки (рівняння нерозривності потоку, балансові рівняння, рівняння збереження енергії). Розрахунок витрат, потужностей, ентальпій та інших параметрів системи обчислено за допомогою середовища Microsoft Excel.

Початковими даними для розрахунку є : тиски і температури пари для промислового споживача та для мережних підігрівників [5, 6]; ентальпії води, пари і конденсатів в ключевих точках теплової схеми на виході з котла, кДж/кг; теплота згорання палива, МДж/кг; внутрішній коефіцієнт корисної дії турбіни; теплові потужності споживачів; кВт; власні потреби котельні в електричній енергії, кВт.

Кінцевими результатами є : витрата робочого та умовного палива, кг ум.палива; річне виробництво товарної електроенергії [7]; економія умовного палива в порівнянні з роздільним виробленням енергії; термін окупності інвестицій у встановлення паротурбінної установки.

Результати моделювання показані на рис. 1, 2.

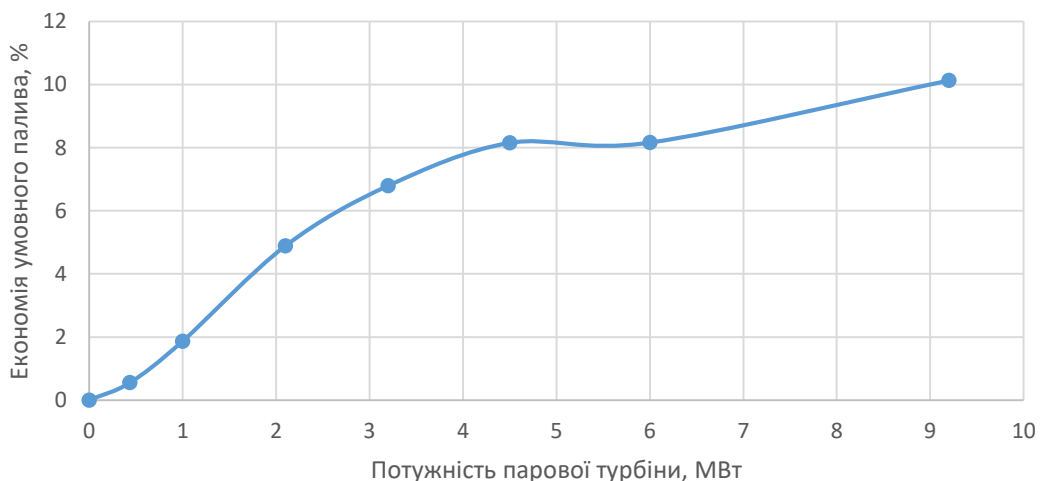


Рисунок 1 – Економія умовного палива при роботі ТЕЦ з паротурбінною установкою в порівнянні з роздільним енергопостачанням

На рис. 1 показані результати визначення економії умовного палива при встановленні паротурбінної установки різної електричної потужності в порівнянні з роздільною схемою енергопостачання, яка складає до 10%. Для повного забезпечення власних потреб в електричній енергії

з невеликим запасом достатньо встановити паротурбінну установку потужністю 430 кВт в опалювальний період та 330 кВт в міжопалювальний період. Максимальна потужність парової турбіни складає 9,2 МВт в максимально-опалювальному режимі роботи і 3,5 МВт в міжопалювальному режимі. При такому навантаженні можна виробити більше 36,6 млн. кВт·год товарної електроенергії за рік.

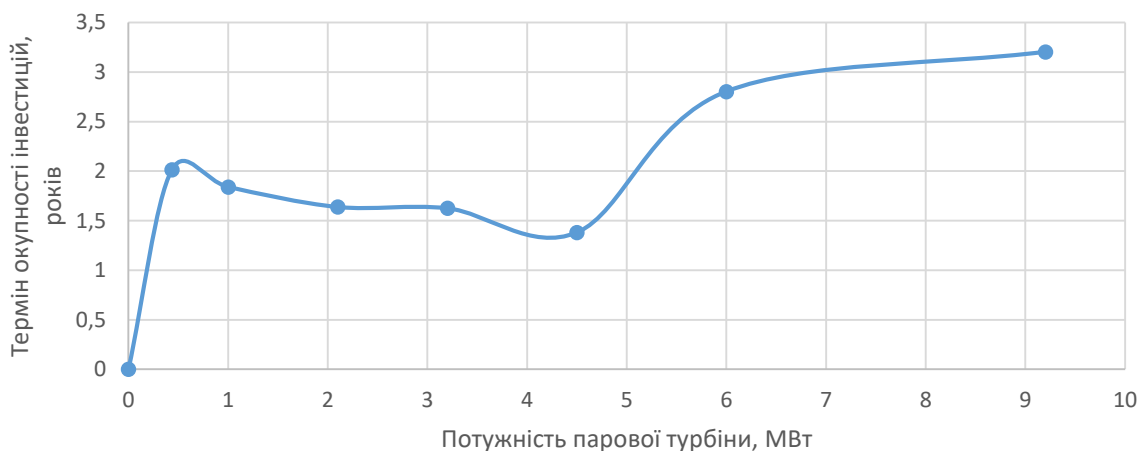


Рисунок 2 – Результати визначення терміну окупності встановлення паротурбінної установки в тепловій схемі парової котельні

З рис. 2 видно, що економічно доцільним є варіант встановлення турбіни потужністю від 500 кВт до 4,5 МВт. При більших потужностях встановленої турбіни вона буде значну частину часу недовантажена, а це погіршує економічні показники її роботи.

Висновки

За результатами досліджень виявлено, що максимальна розрахункова потужність турбіни сягає 9,2 МВт в умовах максимального завантаження промислового та теплофікаційного споживачів.

Найбільш економічно доцільними є варіанти встановлення турбіни потужністю від 500 кВт (забезпечення власних потреб) до 4,5 МВт.

Економія умовного палива сягає 10%, але для найбільш економічних режимів роботи знаходиться в межах 8%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Поніківська картонно-паперова фабрика. URL: <https://poninkivskakartonnopaperova-fabrikaukrayina.business-guide.com.ua> (дата звернення 20.03.2024).
2. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Дишлок С. В. Застосування прибудованих турбін на теплоелектроцентралях з протитисковими турбінами, *Вісник ВПШ*, вип. 4, с. 82–85, Листопад. 2010.
3. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 137с.
4. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В. Показники ефективності роботи енергетичних установок для сумісного виробництва теплової та електричної енергії. Наукові праці ВНТУ, 2010. С.65-70.
5. Чепурний М. М. Енергозбережні технології в теплоенергетиці. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 115 с.
6. Енергозбереження і енергоефективність URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/21708/1/EnergySaving%20I.pdf> (дата звернення: 20.03.2024 р.).
7. Лялюк О. Г. Економіка енергетики : практикум – Вінниця : ВНТУ, 2009. 118 с..

Оникієнко Сергій Миколайович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: onikienkos789@gmail.com

Степанов Дмитро Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stepanovdv@ukr.net

Onykienko Sergiy – student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: onikienkos@gmail.com

Stepanov Dmytro – Dr. of Technical Sciences, associated Professor, Head of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: stepanovdv@ukr.net