

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРОВОЇ ПРОМИСЛОВОЇ КОТЕЛЬНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто шляхи підвищення енергоефективності газової парової промислової котельні. На прикладі котельні ТОВ «Люстдорф» оцінено ефективність існуючого теплоенергетичного обладнання та виконано багатоваріантний аналіз заходів для підвищення економічної, екологічної та енергетичної ефективності. За результатами техніко-економічних розрахунків виявлено раціональні варіанти підвищення ефективності газової парової промислової котельні.

Ключові слова: парова котельня, підвищення ефективності, когенераційна установка, твердопаливний котел, парова турбіна.

Abstract

The ways of increase of energy efficiency of gas steam industrial boiler room are considered. On the example of the "Lustdorf" boiler-house, the efficiency of the existing thermal power equipment was evaluated and a multivariate analysis of measures to improve economic, environmental and energy efficiency was performed. According to the results of technical and economic calculations, rational options for increasing the efficiency of gas steam industrial boiler room were revealed

Keywords: steam boiler, efficiency improvement, cogeneration unit, solid fuel boiler, steam turbine

Вступ

В минулому енергетика України була орієнтована на використання первинних енергоносіїв (природного газу, нафти, вугілля), запаси яких обмежені і ціни на які стрімко ростуть. За таких умов особливої актуальності набуло винайдення шляхів підвищення енергоефективності генерації енергії.

Спалювання кам'яного вугілля на теплових електростанціях спричиняє великі шкідливі викиди в атмосферу. ККД електростанцій недостатньо високий, втрати електроенергії в мережах значні. Таким чином, виробництво електроенергії в умовах децентралізації з високою енергетичною, економічною та екологічною ефективністю стає першочерговою проблемою малої енергетики.

Кожна тисяча кіловат-годин електроенергії, яка вироблена не з викопного кам'яного вугілля, в середньому запобігає викидам в атмосферу 4,2 кг твердих частинок, 5,65 кг оксидів сірки, 1,76 кг оксидів азоту, а кожна вироблена гікалорія теплоти - 0,2 кг твердих частинок, більше 3 кг оксидів сірки і близько 1 кг оксидів азоту.

У відповідності зі стратегією розвитку нетрадиційної енергетики в країнах ЄС "White Paper" близько 19 % загального споживання первинних енергоносіїв повинно вироблятися не на великих теплових електростанціях, а з використанням когенерації та поновлюваних джерел енергії [1].

Мета роботи – оцінка ефективності заходів з модернізації газової парової промислової котельні на прикладі котельні ТОВ «Люстдорф» шляхом встановлення нового теплоенергетичного обладнання.

Результати дослідження

На котельні ТОВ «Люстдорф» встановлено два парогенератори «Viessman», марки vitomax 200 hs паровидатністю 10 т/год кожен. В якості основного палива використовують природний газ. За рік котельня споживає близько 380 тис. кВт·год електроенергії. Значні витрати на паливо та електроене-

ргію призводять до високої собівартості виробництва теплоти, що складає 354,6 грн/ГДж.

З метою підвищення енергоефективності роботи котельні, покращення її екологічних та економічних показників запропоновано такі варіанти модернізації.

1. Заміна газових парових котлів на твердопаливні парогенератори, наприклад, на вугіллі або деревині.
2. Встановлення додаткового твердопаливного водогрійного котла для забезпечення потреб опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та власних потреб котельні.
3. Встановлення на базі молочного заводу біогазової установки для перероблення його відходів із отриманням біогазу і подачею його в існуючі котли через замінені вентиляторні пальники.
4. Встановлення на котельні газотурбінної установки для виробництва власної електроенергії і скидання теплоти відходних газів в додатково встановлений паровий котел-утилізатор.
5. Встановлення когенераційної установки на базі газопоршневого двигуна для виробництва власної електроенергії і скидання теплоти на потреби опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та власні потреби котельні.
6. Встановлення теплонасосної установки для виробництва теплоти на потреби опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та власні потреби котельні, використовуючи теплоту систем охолодження оборотної води молочного заводу.
7. Встановлення протитискової парової турбіни на насиченій парі для виробництва власної електроенергії.
8. Встановлення протитискової парової турбіни на перегрітій парі для виробництва власної електроенергії.

Варіант 1 буде мати перевагу завдяки дешевшому паливу, але недоліки цього варіанту більш значні. Заміна газових парових котлів на твердопаливні вимагає, по-перше, великих капіталовкладень. По-друге, твердопаливні котли значно більші за габаритами, ніж газові, тому необхідно буде перебудувати котельню. Річна витрата твердого палива буде значною, що вимагатиме будівництва великого критого сховища для палива, відповідно, значних площ та капіталовкладень [2].

Варіант 2 є, на нашу думку, раціональним, тому що капіталовкладення в модернізацію відносно невеликі (котел, димова труба, невелике сховище для палива). Потужність твердопаливної частини схеми обмежена споживанням теплоти на опалення, вентиляцію, ГВП та власні потреби, яке складає не більше 850 кВт.

Варіант 3 пов'язаний із покращенням екологічного стану навколо заводу, підвищенням культури виробництва за рахунок енергоефективного екологічно чистого перероблення відходів молочного виробництва. Створення біогазового комплексу вимагає значної території, капіталовкладень та адекватної сировинної бази для функціонування. Заміна природного газу на біогаз вимагає реконструкції чи заміни вентиляторних пальників, а також встановлення додаткового котла, оскільки паровидатність котлів на біогазі дещо нижче.

Варіант 4, на нашу думку, не є раціональним, оскільки капіталовкладення в систему високі (газова турбіна, котел-утилізатор, додаткові приміщення), габаритні розміри котельні не дозволять розмістити в ній все обладнання. Екологічні показники котельні погіршаться в зв'язку із значними викидами в атмосферу під час роботи газових турбін [3].

Варіант 5 є, на нашу думку, раціональним. Недоліками цього варіанту є значно підвищення рівню шуму в приміщенні котельні, незначне збільшення витрати природного газу, достатньо високі капіталовкладення. Перевага – можливість вироблення власної електроенергії з достатньо високою енергетичною та екологічною ефективністю [4]. Потужність когенераційної установки обмежена споживанням теплоти на потреби опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та власні потреби котельні.

Варіант 6 дозволяє виробляти обмежену кількість теплоти з високою енергетичною та економічною ефективністю за рахунок використання скидної теплоти систем охолодження компресорів та конденсаторів холодильних машин. Перевага – зменшення шкідливих викидів за рахунок використання електроенергії в теплових насосах, недолік значні капіталовкладення в теплонасосне обладнання [5].

Варіант 7 є раціональним, оскільки дозволяє виробляти невелику кількість власної електроенергії з використанням існуючого котельного обладнання за рахунок встановлення протитискової парової турбіни, що працює на насиченій парі. Недоліком є необхідність заміни живильних насосів на більш потужні та встановлення резервної редуційно-охолоджувальної установки.

Варіант 8 пов'язаний із можливістю виробляти власну електроенергію в межах існуючої котельні завдяки встановленню пароперегрівників на парогенераторах [6], резервної редуційно-охолоджувальної установки та заміни насосів. Встановлення пароперегрівника дозволяє перегріти пару на виході з котла на 50°C, що відповідно збільшить вироблення електроенергії [7].

Для техніко-економічного обґрунтування обрані варіанти встановлення твердопаливного водогрійного котла, когенераційної установки на базі газопоршневого двигуна, протитискової турбіни на насиченій та перегрітій парі

За методикою, наведеною в [8, 9], проведено техніко-економічні розрахунки, результати яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 3.1 – Узагальнення розрахункових техніко-економічних показників різних варіантів модернізації газової парової промислової котельні

Найменування величини	твердопаливний котел	газопоршневий двигун	турбіна на насиченій парі	турбіна на перегрітій парі
Орієнтовні додаткові капіталовкладення, млн. грн	1,2	9,5	3,5	4,8
Річна перевитрата (+) або економія (-) природного газу, тис.м ³ /рік	- 332,4	+234,2	+116,5	+913,7
Витрата додаткового палива, т/рік	968	---	---	---
Річна перевитрата (+) або відпуск (-) електроенергії, МВт·год	+74,5	-1899,3	-525,6	-4,467
Економічний ефект, млн.грн/рік	3,324	4,368	1,209	10,275
Збільшення експлуатаційних витрат, млн. грн/рік	2,247	3,368	1575,2	9,698
Простий термін окупності додаткових капіталовкладень, років	1,15	9,5	Не окупується	5,32

Отже з таблиці 1 видно, що найкращий показник економічної ефективності має варіант з встановленням твердопаливного котла для покриття потреб опалення, вентиляції, ГВП та власних потреб котельні. Крім того такий варіант сприяє використанню місцевих видів палива, в тому числі біомаси.

Варіант із встановленням протитискової парової турбіни, що працює на насиченій парі не окупується, а термін окупності варіанту з встановленням пароперегрівників на котли та протитискової турбіни, що працює на перегрітій парі, дещо більше нормативного.

Встановлення газопоршневої когенераційної установки має досить великий термін окупності 9,5 років, що із високим поточним співвідношенням цін на природний газ та електроенергію.

Висновки

В даній роботі виконано багатоваріантний аналіз шляхів підвищення ефективності газової парової промислової котельні. Розглянуто 8 варіантів модернізації теплоенергетичного обладнання, в тому числі із встановленням твердопаливного теплогенератора, когенераційної установки, теплонасосної установки, біогазової установки, турбогенератора на насиченій та перегрітій парі.

Для проведення техніко-економічного оцінювання обрано чотири найбільш раціональні варіанти модернізації котельні. Розрахунки проведені на базі показників котельні ВАТ «Люстдорф». Виявлено, що найкоротший термін окупності має варіант з встановленням твердопаливного котла для покриття потреб опалення, вентиляції, ГВП та власних потреб котельні, а саме 1,15 року.

В той же час варіант із встановленням протитискової парової турбіни, що працює на насиченій парі не окупується.

Встановлення газопоршневої когенераційної установки має досить великий термін окупності, а саме 9,5 років.

Термін окупності дещо більше нормативного має варіант з встановленням пароперегрівників на котли та протитискової турбіни, що працює на перегрітій парі. Для такого варіанту термін окупності складає 5,32 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варламов Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії / Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко. – К : Політехніка, 2003. – 232 с.
2. Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2011 – 148 с.
3. Чепурний М. М. Розрахунки теплових схем ТЕЦ та їх ефективності при модернізації / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВДГУ, 1997. – 61с.
4. Когенераційні установки в системах теплофікації. Підручник «Енергетика. Історія, сучасність і майбутнє». Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-4/4-2/4-2-1>
5. Мокляк В.Ф. Теплонасосні установки в харчовій та інших галузях. Серія навчально-методичних матеріалів. Режим доступу: http://www.reee.org.ua/download/trainings/%D0%A2%D0%9C_12.pdf
6. Технічний паспорт котла «Viessman» vitomax 200 hs. Режим доступу: http://teplo.com/goods/pdf/viessmann_viessmann-vitomax-200-hs-m235-teh-pass.pdf
7. Характеристики протитискової турбіни Howden Base. Режим доступу: <https://www.howden.com/en-gb/products/steam-turbines/steam-turbine-base>
8. Лялюк О. Г. Економіка енергетики : практикум / О. Г. Лялюк. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 118 с.
9. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.

Степанов Дмитро Вікторович — канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Stepanovdv@ukr.net

Скородзієвська Лариса Василівна, завідувач теплоенергетичного відділення ВК НУХТ, м. Вінниця, Skorodzievska@gmail.com

Білик Сергій Олександрович – студент групи ТЕ-17, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, bilykS@gmail.com

Stepanov Dmytro – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Stepanovdv@ukr.net

Skorodzievska Larisa, head of Department of power engineering, Vinnytsia college of NUFT, Vinnytsia, e-mail: Skorodzievska@gmail.com

Bilyk Sergiy – student of Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnytsia national technical University, bilykS@gmail.com