

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЦ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Було розглянуто основні методи підвищення енергетичної, економічної та екологічної ефективності ТЕЦ цукрового заводу. Проведено оцінку варіантів встановлення газопоршневої установки, сонячної електростанції, ORC-системи, додаткової парової турбіни. Визначено техніко-економічні показники різних варіантів підвищення ефективності ТЕЦ.

Ключові слова: ТЕЦ, паротурбінна установка, експлуатаційні витрати, собівартість енергії

Abstract

The main methods for improving the energy, economic, and environmental efficiency of a sugar plant CHP (combined heat and power) plant were analyzed. The options of installing a gas engine unit, a solar power plant, an ORC system, and an additional steam turbine were evaluated. The technical and economic indicators of different options for increasing CHP efficiency were determined.

Keywords: CHP plant, steam turbine unit, operating costs, cost of energy

Вступ. Постановка задачі

У сучасних умовах розвитку промисловості питання підвищення ефективності виробництва енергії набуває особливої значущості. Це зумовлено зростанням цін на енергоресурси, потребою зміцнення енергетичної безпеки та необхідністю дотримання екологічних норм. Однією з найбільш енергоємних галузей харчової промисловості є бурякоцукрове виробництво, де значна частка енергоспоживання припадає на теплоелектроцентралі (ТЕЦ), що забезпечують підприємства тепловою та електричною енергією. Від ефективності їх роботи безпосередньо залежить собівартість продукції та рівень конкурентоспроможності підприємств.

Водночас традиційні ТЕЦ цукрових заводів часто не відповідають сучасним вимогам щодо енергозбереження та оптимізації енергетичних балансів. У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних шляхів раціонального використання енергоресурсів, зокрема через впровадження когенераційних технологій, застосування альтернативних видів палива та вдосконалення режимів роботи енергетичного обладнання. Дослідження також підтверджують доцільність інтеграції нових паливних ресурсів і модернізації енерготехнологічних схем «завод-ТЕЦ» для підвищення їх ефективності.

Окрім економічних чинників, підвищення ефективності енерговиробництва на ТЕЦ цукрових заводів має важливе екологічне значення. Скорочення витрат палива та впровадження сучасних технологій сприяють зменшенню викидів шкідливих речовин у довкілля та відповідають принципам сталого розвитку. В умовах переходу України до європейських стандартів енергоефективності реалізація таких заходів є необхідною складовою модернізації промисловості.

Метою дослідження є пошук шляхів підвищення ефективності роботи ТЕЦ цукрового заводу шляхом встановлення додаткової парової турбіни.

Результати досліджень

Для моделювання ефективності впровадження різних ефективних заходів обрано ТЕЦ цукрового заводу. На ТЕЦ встановлено три парові котли типу БГМ-35М, кожен із паропроductивністю 35 т/год при параметрах пари 4,0 МПа та 440 °С. Як основне паливо використовується біомаса. Загальні витрати пари на підприємстві становлять близько 70 т/год. Із цього обсягу приблизно 60 т/год проходить через турбіну Р-12-35/3, що забезпечує виробництво близько 7 МВт електроенергії, тоді як решта пари подається через редуційно-охолоджувальну установку. Споживання електроенергії на заводі сягає приблизно 8 МВт, тому близько 1 МВт покривається за рахунок закупівлі ззовні. ТЕЦ функціо-

нує лише в період цукроваріння, який триває орієнтовно 100 днів. Собівартість теплоти, виробленої на ТЕЦ, складає 404 грн/ГДж.

З метою підвищення енергетичної, екологічної та економічної ефективності енерговиробництва ТЕЦ запропоновано такі варіанти модернізації.

1. Встановлення додаткової парової турбіни.
2. Встановлення ORC-установки.
3. Встановлення газопоршневої когенераційної установки.
4. Встановлення сонячної електростанції.

Отримані в результаті моделювання дані наведені в таблиці.

Таблиця – Результати моделювання варіантів підвищення ефективності ТЕЦ

Найменування величини	Базовий варіант	Додаткова парова турбіна	ORC-система	Газопоршнева установка
Додаткове вироблення електроенергії	---	1100 кВт		
Економічний ефект від вироблення електроенергії, млн. грн / сезон	---	27,2		
Сезонна витрата палива	36,8 млн.т	37,9 млн.т	36,8 млн.т	35,5 млн.т 0,752 млн.м ³
Капіталовкладення, млн грн.	---	21,0	100,0	31,0
Експлуатаційні витрати, млн.грн/сезон	109,5	113,7	119,01	126,62
Простий термін окупності модернізації ТЕЦ, сезонів	---	0,913	5,66	2,79
Собівартість виробництва додаткової електроенергії, грн/(кВт·год)	---	1,68	3,79	6,41

З результатів в таблиці видно, що найвищу економічну ефективність виробництва електроенергії забезпечує варіант із встановленням додаткової парової турбіни. Варіанти з використанням когенераційної газопоршневої установки або ORC-системи, яка працює на теплоті конденсатів, також демонструють високі показники економічної доцільності. Попри відносно низьку собівартість виробництва електроенергії в ORC-системі (3,79 грн/кВт·год) та її екологічні переваги, цей варіант є найскладнішим для впровадження. Це пов'язано з недостатнім поширенням таких технологій в Україні та значними початковими інвестиціями.

Висновки

Існуюча ТЕЦ не забезпечує повного покриття потреб підприємства в електроенергії, що зумовило необхідність її модернізації з метою додаткового виробництва близько 1 МВт електричної енергії при високих показниках економічної, екологічної та енергетичної ефективності.

Було розглянуто чотири варіанти модернізації: встановлення сонячних батарей, додаткової парової турбіни, ORC-системи та когенераційної газопоршневої установки. Результати розрахунків орієнтовних техніко-економічних показників показали, що найкоротший термін окупності (менше одного виробничого сезону) має варіант із встановленням додаткової парової турбіни. Водночас варіанти з когенераційною газопоршневою установкою та ORC-системою також є економічно виправданими, із термінами окупності відповідно 2,79 та 5,65 сезонів.

До недоліків ORC-системи належать значні початкові інвестиції, хоча вона характеризується високими екологічними показниками. Газопоршнева когенераційна установка, у свою чергу, є простішою в експлуатації, проте супроводжується суттєвими викидами парникових газів і підвищеним рівнем шуму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варламов Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії / Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Малярєнко. – К : Політехніка, 2003. 232 с.
2. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005. 137с.
3. Енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.
4. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія / В. А. Малярєнко, 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.
5. Степанов, Д.В., Резидент, Н.В. Ефективність газопоршневих когенераційних установок в системах централізованого теплопостачання. //Вісник Вінницького політехнічного інституту. №2. 2023, с. 36–41.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Смик Богдан Анатолійович, 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

Smyk Bogdan, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University