

ЗМЕНШЕННЯ СПОЖИВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ТЕЦ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто варіанти використання альтернативних джерел енергії в тепловій схемі теплоелектроцентралі цукрового заводу з метою заміщення споживання природного газу. Проаналізовані варіанти переведення парогенераторів на спалювання біогазу, пропан-бутану та суміші цих газів із природним газом. Виявлено найбільш економічно доцільний варіант.

Ключові слова: природний газ, біогаз, зріджений газ, парогенератор, теплоелектроцентраль.

Abstract

Variants of using alternative energy sources in the thermal scheme of the thermal power plant of the sugar factory in order to replace the consumption of natural gas are considered. Options for converting steam generators to burning biogas, propane-butane, and mixtures of these gases with natural gas were analyzed. The most economically expedient option has been identified.

Keywords: natural gas, biogas, liquefied gas, steam generator, thermal power plant

Вступ

Оскільки Україна аграрна країна, то має великий потенціал для виробництва альтернативних джерел енергії. Одним із перспективних напрямів збереження в осередку аграрних виробництв є виробництво біогазу, як одного із видів відновлювальних джерел енергії. Біогаз має всі переваги, що властиві природному газу. Він має більш низьку собівартість, легко транспортується газопроводами, згорає без диму, кіптяви й залишку попелу та шлаку [1].

Підприємства із виробництва цукру із цукрового буряку мають великі обсяги токсичних відходів, а саме цукрового жому, тому постає необхідність пошуку способу їх ефективного використання або утилізації. Анаеробна переробка відходів цукрового виробництва на даний час є привабливим варіантом з точки екологічної, енергетичної та економічної точки зору для нашого регіону.

Разом з тим новим напрямком зменшення споживання природного газу є використання зріджених вуглеводневих газів (пропан-бутан) у парогенераторах. До переваг пропан-бутану можна віднести: економічність, енергонезалежність, стислі терміни влаштування, екологічність, висока теплотворна здатність.

Метою роботи є зменшення споживання викопних енергоресурсів для забезпечення технології цукрового виробництва шляхом впровадження технологій спалювання біогазу з відходів виробництва та пропан-бутану у парогенераторах ТЕЦ цукрового заводу

Основна частина

Біогаз – відновлюване джерело енергії, що складається з метану на 55...75%, двоокису вуглецю і домішок сірководню, аміаку, оксидів азоту та інших. Виробництво біогазу має універсальну сировинну базу. Біогазові станції експлуатуються практично на будь-яких органічних відходах. Біогаз визнано оптимальним балансуєчим джерелом для сонячних та вітроелектростанції, що не гарантують покриття пікових навантажень протягом року. Крім того, виробництво біогазу допомагає вирішувати екологічні проблеми наявних обсягів органічних відходів. І це ще далеко не всі переваги біогазу [1-4].

Енергетичні потреби виробництва цукру на розглянутому цукровому заводі забезпечується теплоелектроцентраллю (ТЕЦ) із п'яти парогенераторів тип ДКВР, що виробляють близько 45 т/год пари з температурою 135 °С та тиском 3 кгс/см² [5].

Утилізація побічних продуктів виробництва цукру та інших органічних відходів здійснюється на біогазовому комплексі, що є на території цукрового заводу.

Оскільки на даний момент Україна потрапила у складну енергетичну ситуацію доцільно розглянути варіанти переведення парогенераторів на спалювання альтернативних видів палива:

Варіант 1 – переведення одного парогенератора ДКВР – 15 – 23/370 на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом.

Варіант 2 – переведення двох парогенераторів ДКВР – 15 – 23/370 на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом.

Варіант 3 – переведення трьох парогенераторів ДКВР – 15 – 23/370 на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом.

Варіант 4 – автономна система газопостачання зрідженим вуглеводневим газом пропан-бутан для забезпечення паливом парогенератора ДКВР – 20 – 23/370.

Варіант 5 – сумісне спалювання біогазу і зрідженого вуглеводневого газу у парогенераторі.

Із даних виробника приймемо теплоту згорання біогазу 18,36 МДж/м³ теплота згорання пропан-бутану 46,8 МДж/кг, теплота згорання природного газу 33 МДж/м³, собівартість виробництва біогазу 8,5 грн./н.м³, споживча вартість пропан-бутану 46 грн./кг, споживча вартість природного газу 37 грн./м³.

Для оцінки доцільності переведення парогенераторів на спалювання альтернативних джерел енергії розроблено математичну модель і проведено числове дослідження впливу частки заміщення теплової потужності ТЕЦ теплотою біогазу (δQ) на собівартість відпущеної одиниці енергії (СВ). Результати наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники варіантів спалювання альтернативних джерел енергій у парогенераторах ТЕЦ

Показник	Розмірність	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
Витрата біогазу на ТЕЦ, $V_{\text{біог}}$	м ³ /год	1745	3490	5235	-	3113,14
Витрата пропан-бутану, $V_{\text{п-б}}$	кг/год	-	-	-	1338,73	1338,73
Частка теплоти ТЕЦ, що заміщується теплотою альтернативного палива, δQ	%	25,48	50,95	76,43	45,19	100
Зменшення споживання природного газу ΔB	тис. м ³ /рік	2286,38	4572,76	6859,14	4556,56	10999
Зменшення витрат на паливо	млн. грн./рік	49	98	147	20,8	108,21
Капіталовкладення у модернізацію	тис. грн.	100	200	300	3883,3	4083,3
Загальні експлуатаційні витрати на виробництво теплоти на ТЕЦ	млн. грн.	366,53	31,75	268,56	395,08	307,68
Собівартість виробництва енергії на ТЕЦ	грн./ГДж	1278,3	1107,4	936,6	1377,85	1073,05

Аналізуючи результати наведені у табл. 1, можна зробити висновки, що заміщення 25% природного газу на ТЕЦ призводить до зниження собівартості виробництва енергії на ТЕЦ цукрового заводу на 11,79%. Збільшення частки заміщення природного газу до 76,4% призведе до зниження собівартості енергії на 35,37% у порівнянні із ТЕЦ на газоподібному паливі. Переведення одного парогенератора на спалювання пропан-бутану (варіант 4) може призвести до зниження собівартості енергії на 4,92%, а сумісне спалювання біогазу і пропан-бутану – на 25,95%.

Отже найбільш економічно доцільний варіант отримання теплоти на ТЕЦ за наведених тарифів на енергоносії є переведення трьох парогенераторів ДКВР – 15 – 23/370 на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом.

Висновки

Розглянуті варіанти заміщення природного газу на ТЕЦ: переведення одного парогенератора

типу ДКВР на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом, що заміщує 25,48 % виробництва теплоти; переведення двох парогенераторів типу ДКВР на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом, що заміщує 50,95 % виробництва теплоти; переведення трьох парогенераторів типу ДКВР на спалювання біогазу з підсвічуванням природним газом, що заміщує 76,43 % виробництва теплоти, автономна система газопостачання зрідженим вуглеводневим газом пропан-бутан для забезпечення паливом парогенератора ДКВР – 20 – 23/370 та сумісне спалювання біогазу і зрідженого вуглеводневого газу у парогенераторах.

Виявлено, що у випадку використання вказаних варіантів собівартість відпущеної енергії складе відповідно: 1278,3 грн./ГДж; 1107,4 грн./ГДж; 936,6 грн./ГДж, 1377,85 грн./ГДж, 1073,05 грн./ГДж (зріз цін на енергоносії – листопад 2022 р.). Тобто із збільшенням частки заміщення природного газу на біогаз з 25,48 % до 76,43% призводить до зменшення експлуатаційних витрат для виробництва теплоти на ТЕЦ цукрового заводу на 35,37 % та вирішує проблему утилізації токсичних відходів. Переведення частини парогенераторів на спалювання пропан-бутану та пропан-бутану сумісно із біогазом має значні капіталовкладення і порівняно низький економічний ефект. Тому найбільш доцільний варіант є переведення трьох парогенераторів ДКВР – 15 – 23/370 на спалювання біогазу з природним газом з часткою заміщення природного газу 76,43%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. М. В. Панчук, Л. С. Шлапак. Аналіз перспектив розвитку виробництва та використання біогазу в Україні. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84122738.pdf>. (дата звернення 12.11.2022 р.)
2. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Аналіз соціальної та енерго- і природозбережної ефективності реалізації біогазової технології. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2020. № 2. С. 34-41.
3. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Степанова Н. Д., Власенко О. В. Потенціал біогазової технології на Вінниччині. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2020. № 5. С. 41-48.
4. Гелетуха Г. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні : практичний посібник. Київ, 2015. 71с.
5. Степанова Н.Д. Використання відновлюваних джерел енергії на ТЕЦ цукрового заводу / Н. Д. Степанова, О. Є. Лановий // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Енергоефективність в галузях економіки України", Вінниця, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/viewFile/14025/11880>

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний університет, м. Вінниця, e-mail: Stepanovand@i.ua

Лановий Олексій Євгенович, студент групи ТЕ-21м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: gladlan@ukr.net.

Гуменюк Святослав Євгенович, студент групи ТЕ-22мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua

Lanovyi Oleksii Ye., student of TE-21m group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, e-mail: gladlan@ukr.net.

Humeniuk Sviatoslav Ye, student of TE-22mz group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya.