

## ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ВИКОПНОГО ПАЛИВА НА ТЕЦ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Розглянуто шляхи зниження споживання викопного палива в тепловій схемі теплоелектроцентралі цукрового заводу. Проаналізовані варіанти переведення парогенераторів на спалювання паливних гранул з деревини, паливних гранул з соломи, тріски деревини, сухого жому та біогазу. Виявлено найбільш економічно доцільний варіант.*

**Ключові слова:** викопне паливо, біогаз, парогенератор, теплоелектроцентрально, біомаса.

### *Abstract*

*Ways to reduce fossil fuel consumption in the thermal scheme of a sugar plant's combined heat and power plant are considered. The options for converting steam generators to burning wood pellets, straw pellets, wood chips, dry pulp, and biogas are analyzed. The most economically feasible option was identified.*

**Keywords:** fossil fuel, biogas, steam generator, combined heat and power plant, biomass.

### Вступ

Теперішній стан розвитку цукрової промисловості, якщо брати до уваги і наявні техногенні навантаження на навколишнє середовище викликає необхідність гармонічного розвитку енергетичного, економічного і екологічного сектору господарства в комплексі. Орієнтуючись у цьому напрямку необхідно впроваджувати заходи з пониження вартості та скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів, широкого впровадження технологій з застосуванням відновлювальних і альтернативних джерел енергії, зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Оскільки Україна споживає значні обсяги імпортованих енергоносіїв, то розв'язання наведених задач покращує енергетичну безпеку країни [1].

Оскільки енергомісткість валового внутрішнього продукту України є однією з найвищих у світі, то конкурентність української продукції на світовому ринку зменшується. Особливо енергоємною є цукрова галузь виробництва. Тому впровадження енергозбережних заходів у даній галузі зокрема є першочерговим завданням, від термінів та якості вирішення якого залежить собівартість виробництва кінцевого продукту.

Метою роботи є зменшення споживання викопного палива у парогенераторах ТЕЦ цукрового заводу для забезпечення технології цукрового виробництва шляхом впровадження технологій спалювання біопалива.

### Основна частина

Відомо, що підприємства з виробництва цукру потребують значних витрат енергії (оскільки в технологічному циклі переважають процеси нагрівання та кип'ятіння) та матеріалів (обсяги сировини та допоміжних речовин у декілька разів перевищують вихід готової продукції). До того ж, підприємства цукрової галузі продукують великий обсяг відходів, які на сьогодні недостатньо ефективно використовуються і становлять екологічні ризики для довкілля. Варто зауважити, що з усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують саме в цукровому виробництві [2].

На нашу думку актуальною альтернативою викопному паливу та теплоелектроцентралям цукрових заводів є тверда біомаса. Із твердої біомаси набуло поширення використання у енергоустановках деревної тріски (32 %) та гранули із біомаси (9%). Ресурси біомаси загалом в Україні досить великі (21 млн. тон нафтового еквіваленту) [1].

Розглядаючи виробництво цукру безпосередньо від викопаного цукрового буряку можна виділити такі відходи: бурякове бадилля (50 – 70 % від маси переробленого буряку), буряковий жом (70 – 90 %), дефекаційний шлам (8 – 12%), дифузна вода (120%), меляса (4 – 6 %). Потенційною

сировиною для виробництва біогазу саме у межах цукрових заводів (бурякове бадилля на цукровий завод не потрапляє) буряковий жом та меляса.

За даними отриманими із приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» підприємство отримує за добу 4000 тон мокрого жому. Орієнтовний вихід меляси складе 0,25 тони/добу.

Враховуючи заявлений [3] питомий вихід біогазу, потенційний вихід біогазу з відходів даного підприємства складе 680,16 тис. м<sup>3</sup>/добу, а економічно доцільний потенціал біогазу складе 312,87 тис. м<sup>3</sup>/добу.

За даними [4] теплота згорання біогазу із вмістом 40% баластних домішок складає 21,5 МДж/м<sup>3</sup>.

За попередніми розрахунками теплової схеми ТЕЦ приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» теплова потужність ТЕЦ склала 146,87 МВт, тому добова потреба у біогазі (як у основному паливі) складе 655,8 тис. м<sup>3</sup>/добу. Тобто вказаний вище економічно доцільний потенціал біогазу покриє у сезон цукроваріння 47,7% потреби парогенераторів ТЕЦ у паливі.

Аналізуючи можливість направлення потенційно можливого біогазу не у парогенератори а на енергопотреби двигунів внутрішнього згорання, то у сезон цукроваріння можна виробити 691,36 МВт-год електроенергії на добу. Енергоспоживання обладнання ТЕЦ складає 395,28 МВт-год електроенергії на добу, тобто вироблена у когенераційній установці електроенергія із отриманого біогазу повністю покриє енергопотреби електрообладнання ТЕЦ, а залишки виробленої енергії і електроенергію, вироблену паротурбінною установкою можна направити на інші потреби і у мережу. Але такі перетворення від відходів цукроваріння до електроенергії вимагають значних капіталовкладень на біогазову та когенераційну установки.

Менш затратним шляхом зменшення споживання викопного палива на ТЕЦ є переведення парогенераторів на спалювання твердої біомаси, оскільки теплоелектроцентральною приватного акціонерного товариства «Продовольча компанія «Поділля» обладнана системою подавання та зберігання твердого сипкого палива. І для використання у якості джерела теплоти інших палив (твердих) додаткових капіталовкладень не потрібно.

Розглянуті варіанти альтернативного палива такого як : тріска деревини, паливні гранули з деревини, паливні гранули з соломи, сухий жом.

Для оцінки доцільності переведення парогенераторів на спалювання альтернативних джерел енергії розроблено математичну модель і проведено числове дослідження, результати якого наведені у табл. 1. У техніко-економічних розрахунках прийнято таку вартість енергоносіїв: тріска деревини вологістю 14,5% – 5,8 грн/кг; паливні гранули з деревини – 4,13 грн/кг; паливні гранули з соломи – 4,65 грн/кг; жом з врахуванням його сушіння у сушарках на природному газі 3,865 грн/кг.

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

Показник	Розмірність	Тріска деревини	Паливні гранули з деревини	Паливні гранули з соломи	Сухий жом
Річна витрата палива	тис. т	81,11	76,44	92,66	108,15
Загальні експлуатаційні витрати на виробництво теплоти на ТЕЦ	млн. грн.	628,34	451,07	582,79	563,78
Собівартість виробництва енергії на ТЕЦ	грн./ГДж	550,18	394,97	510,3	493,65

Аналіз техніко-економічних показників роботи ТЕЦ, наведених у табл. 1, показав, що найменшу собівартість виробництва енергії має варіант роботи парогенераторів на паливних гранулах з деревини 394,97 грн./ГДж. Енергія вироблена парогенератором, що працює на сушеному жомі має собівартість 493,66 грн./ГДж . Але такий варіант енергозабезпечення потребує забезпечення сушіння жому за допомогою природного газу. Крім того сушеного жому повністю не вистачає для потреб заводу. Собівартість енергії від теплоелектроцентральною, що працює на трісці деревини складає 550,19 грн./ГДж, а при роботі на паливних гранулах із соломи – 600,2 грн./ГДж.

Отже, економічно доцільним джерелом енергії для теплоелектроцентральною є паливні гранули з деревини.

## Висновки

Розглянуті варіанти зменшення споживання викопного палива на ТЕЦ цукрового заводу: виробництво та спалювання біогазу з та без виробництва з нього електроенергії; переведення парогенераторів на спалювання твердої біомаси : паливних гранул з деревини, тріски деревини, паливних гранул з соломи та спалювання жому.

Оцінено потенційні можливості виробництва біогазу на даному цукровому заводі. Встановлено, що відходів даного цукрового заводу у період цукроваріння економічно доцільно виробляти 312,9 тис. м<sup>3</sup>/добу біогазу, що замінить 47,7% викопного палива на ТЕЦ. У випадку спалювання біогазу у когенераційній установці замість парогенераторів дозволить повністю покрити енергопотреби електрообладнання ТЕЦ і додатково відпускати електроенергію у мережу. Але використання біогазових технологій на даній ТЕЦ призведе до значних капітальних витрат.

Аналіз техніко-економічних показників роботи ТЕЦ на твердій біомасі показав, що найменшу собівартість виробництва енергії має варіант роботи парогенераторів на паливних гранулах з деревини 394,97 грн./ГДж. Енергія вироблена парогенератором, що працює на сушеному жомі має собівартість 493,66 грн./ГДж, на трісці деревини – 550,19 грн./ГДж, на паливних гранулах із соломи – 600,2 грн./ГДж. Отже економічно доцільним шляхом зменшення споживання викопного палива на ТЕЦ даного цукрового заводу є спалювання у парогенераторах паливних гранул з деревини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перспективи розвитку ринку біомаси в ЄС і Україні. Вплив використання біомаси на зміну клімату. URL: <https://uabio.org/materials/328/>. (дата звернення 18.11.2024 р.)
2. Bordun, I. M., Ptashnyk, V. V., Sadova, M. M., & Chapovska, R. B. (2016). A new method of disposal of beet pulp. *Sugar of Ukraine*, 6-7(126-127), 45–47. [In Ukrainian].
3. Пришляк Н. В., Токарчук Д. М., Паламернко Є. В. Рекомендації з вибору оптимальної сировини для виробництва біогазу на основі експериментальних даних щодо енергетичної цінності відходів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. № 24. С. 58-66. URL : <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2020.24.58>.
4. Технології збагачення біогазу. URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/11/8.-Kramar-V.-G.-Tehnologiyi-zbagachennya-biogazu.pdf> (дата звернення 18.11.2024 р.).

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

*Храмцов Максим Володимирович, студент групи ТЕ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [laun7758@gmail.com](mailto:laun7758@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](mailto:Stepanovand@i.ua)*

*Khramtsov Maksym V., student of TE-24m group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, e-mail: [laun7758@gmail.com](mailto:laun7758@gmail.com) .*