

4. Cherednik A.D., Redko A.A., Experimental Study of Heat-Flow Density of Infrared Water Heating Panels. News of Kiev National University of Technology and Design, 2013. №6 (74), P. 189-195.

5. Cherednik A., Burda Y., Pivnenko Y., Redko I. Entropy analysis of heating system. Innovations and prospects of world science. Proceedings of the 10th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada. 2022. Pp. 190-194.

6. Cherednik Artem, Dymytrii Cherednik, Yurii Burda, Yurii Pivnenko. Thermal characteristics of radiation heating system. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2023, 607 с.

7. Череднік А.Д., Бурда Ю.О., Півненко Ю.О., Редько І.О. Рекомендації щодо проектування систем водяного променевого опалення. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2021. Т. 106 №4. с. 180-186.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Чернецька Ірина Віталіївна¹, Панченко Володимир Олександрович¹

Національний університет «Полтавська політехніка

імені Юрія Кондратюка»,

ning.Chernetska_IV@nupp.edu.ua, panchenko.v.o@gmail.com

Галузь виробництва та застосування біогазу являється перспективною енергетичною галуззю промисловості України, зокрема її агропромислового сектору. Біогаз є достойною альтернативою традиційному природному газу, яка має меншу вартість, не залежить від коливання цін на ринку і при цьому сприяє зменшенню впливу на довкілля та підтримці сталого розвитку. Світова практика розвитку галузі виробництва біогазу є гарним прикладом генерації цінного енергетичного ресурсу разом із вирішенням екологічних проблем утилізації відходів агропромислового комплексу [1].

Так, наприклад, в агропромисловому секторі виробництва цукру завжди існувала проблема утилізації жому цукрових буряків. Зберігання великих обсягів сирого жому призводить до закисання ґрунтів та отруєння атмосферного повітря кислотними виділеннями. Жом може бути використаний як кормовий продукт для худоби, але висока ціна на паливо спричиняє високі ціни на жом за рахунок транспортних витрат. Окрім того, сучасний стан сектору вирощування худоби не потребує такої великої кількості жому. Вирішенням екологічної проблеми жомових відходів може бути сушіння й грануляція для перетворення відходів у сухий кормовий продукт, але це пов'язано з помітними енергозатратами. Більш раціональним є створення комплексів бродіння жомової суміші. У результаті

процесу бродіння утворюється метан в складі біогазової суміші, що може бути використаний як джерело енергії для виробництва тепла і електроенергії або направлений по газопроводах до місцевих промислових споживачів.

Зважаючи на великий обсяг сировини, виробництво біогазу з органічних залишків аграрного сектору можна вважати одним із пріоритетних напрямків розвитку зеленої енергетики України. Підприємства, які використовуватимуть енергію з біогазу чи сам біогаз, можуть бути віднесені до представників так званого «зеленого бізнесу», що матиме позитивний вплив на їх репутацію. Вдосконалюючи технологію отримання біогазу або технологію його використання, виробники можуть підвищувати дохідність своєї діяльності й мати додатковий стимул до використання зелених технологій. Усе це обумовлює актуальність дослідження роботи біогазових комплексів та пошуку шляхів підвищення їх енергоефективності.

Одним із найбільших в Україні виробників біогазу є ТОВ «Глобинський біоенергетичний комплекс». Підприємство було введено в експлуатацію у 2014 році. У якості сировини використовуються побічні продукти цукрового виробництва (сирий жом) та органічні відходи сільськогосподарського виробництва. Біогаз використовується як альтернативне паливо замість природного газу для цукрового та соєпереробного заводів агропромислового холдингу «Астарт». Реалізація проєкту здійснювалася за фінансової підтримки ЄБРР. Відповідно завод має інноваційне обладнання провідних світових виробників: «Sulzer» (Швейцарія), «Streisal» (Німеччина), «Siemens» (Німеччина), «Börger GmbH» (Німеччина), «HUNING» (Німеччина), «УТК» (Україна) та ін. [2].

Сезонний характер роботи промислових споживачів робить актуальною проблему акумуляції біогазу, перетворення його в теплову або електричну енергію в періоди зупинки підприємств-споживачів, або в періоди низького споживання біогазу. Відповідно постає питання пошуку шляхів ефективного використання біогазу на самому біоенергетичному комплексі.

Метою роботи є вивчення енергетичних характеристик можливої системи генерації теплової енергії на базі промислових потужностей ТОВ «Глобинський біоенергетичний комплекс» та виявлення шляхів підвищення його енергоефективності.

Збільшення коефіцієнта корисної дії біогазового комплексу може бути досягнуто за рахунок оптимізації технологічних процесів, підвищення теплової ефективності, використання теплової рекуперації, а також за рахунок розвитку нових методів очищення і використання біогазу [3,4].

Пропонується сфокусувати увагу в першу чергу на застосуванні технології рекуперації тепла димових газів. У базовому варіанті система втрачає достатньо велику кількість теплової енергії, яку можна рекуперувати шляхом нагрівання повітря для горіння палива (рис. 1).

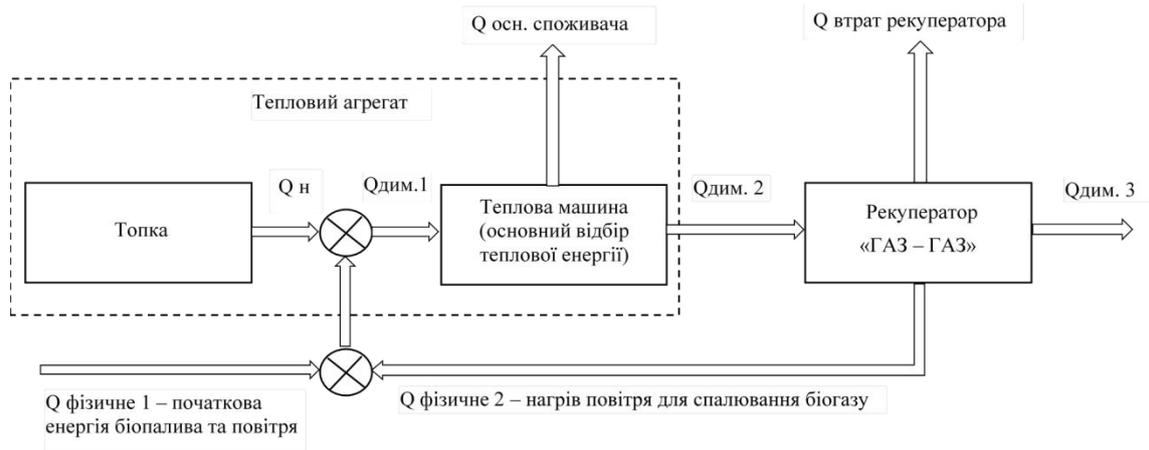


Рис 1. Схема руху теплової енергії в системі біогазового комплексу з рекуператором

Проаналізуємо вплив рекуператора типу «газ-газ» на енергетичні показники роботи системи.

За допомогою розрахункової моделі, створеної з урахуванням рекомендацій [5], проведемо дослідження енергетичних показників замкненої системи, коли повітря на горіння подається після нагріву в рекуператорі. Для підвищення зручності та швидкості обробки даних розроблена автоматизована система розрахунку за допомогою інструментарію Microsoft Excel.

Приймаємо базову величину подачі біогазу на рівні $250 \text{ м}^3/\text{год}$, температуру біогазу $35 \text{ }^\circ\text{C}$, та температуру повітря – $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Розроблена математична модель дозволяє задавати температури повітря після рекуператора і отримувати відповідні показники роботи (таблиця 1). Розрахунки виконані для умовного кроку зміни температури в $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для більш наочного представлення результатів, отриманих у таблиці 1, побудуємо графік залежності надлишку теплової потужності від температури повітря для спалювання біогазу (рис. 2). Як видно з графіка, зображеного на рис. 2, маємо зростання вихідної потужності максимум на $15,6\%$ при температурі $350 \text{ }^\circ\text{C}$.

Таблиця 1

Розрахунок зміни температури та вихідної потужності при роботі рекуператора

Найменування		1	2	3	4	5	6	7	8	9
V подачі біогазу	$\text{м}^3/\text{год}$	250	250	250	250	250	250	250	250	230,9
Температура біогазу	$^\circ\text{C}$	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Температура повітря (перед РКП), t_2'	°C	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Температура повітря (після РКП), t_2''	°C	20	50	100	150	200	250	300	350	200
Калориметрична температура	°C	1632	1653	1687	1721	1756	1790	1825	1860	1756
Температура диму, t_1'	°C	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Температура диму, t_1''	°C	20	50	100	150	200	250	300	350	200
Потужність топки, кВт	кВт	1125	1140	1166	1192	1218	1244	1270	1296	1125
Зростання потужності	%	0,00	1,38	3,68	5,98	8,29	10,60	12,93	15,26	0,01

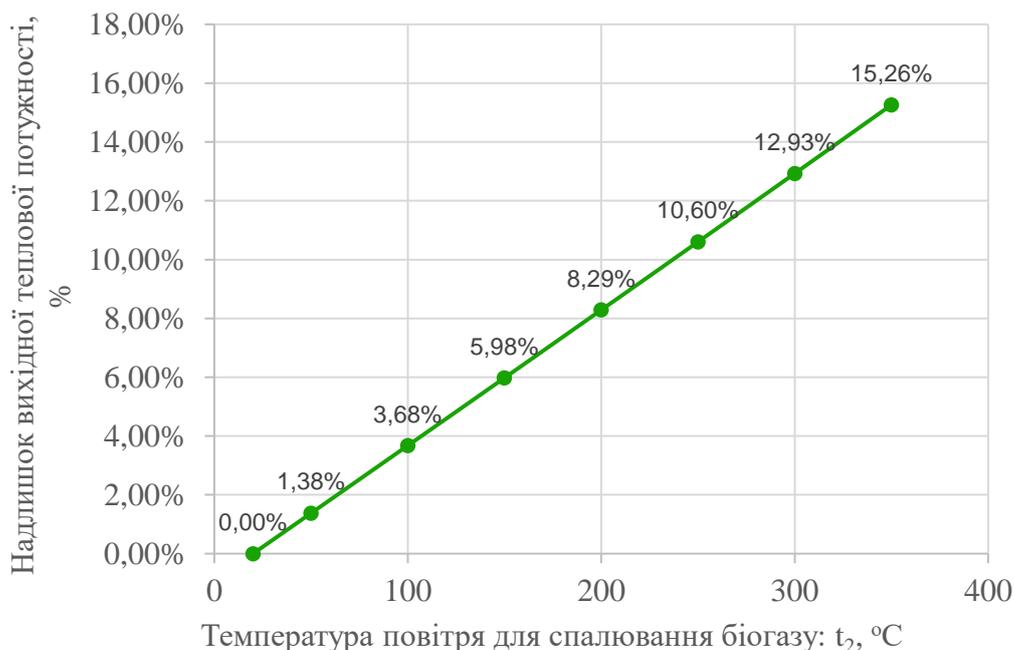


Рис 2. Залежність надлишку вихідної теплової потужності від температури повітря на вході в топку

Для подальшого розрахунку приймаємо температуру повітря, що подається в топку для спалювання біогазу, рівною 200 °C, що є орієнтовно середнім із розрахованого ряду і забезпечує зростання потужності на 8,29%.

Використовуючи отриману на цьому етапі розрахункову модель, знаходимо величину необхідної подачі біогазу за умови збереження номінальної теплової потужності системи та подачі повітря на горіння з температурою 200 °C. Відповідна подача палива буде 230,9 м³/год. Таким

чином, економія палива за рахунок рекуперації тепла димових газів для біоенергетичного комплексу складатиме: $(250 - 230,9) / 250 = 7,6\%$.

Варто зазначити, що помітне зростання енергоефективності біогазових комплексів може бути отримане також за рахунок реалізації супутнього продукту у вигляді органічних добрив. Зокрема у випадку виробництва біогазу з жому цукрових буряків можна отримати добриво, відоме як біогазовий жомувато-ферментний компост (БЖФК). Він має високий вміст корисних речовин (таких як азот, фосфор і калій) і мікроорганізмів, які підтримують ґрунтову біологічну активність і сприяють росту рослин. БЖФК може використовуватися для поліпшення ґрунту в сільському господарстві, садівництві та овочівництві. Він сприяє підвищенню родючості ґрунту завдяки покращенню його структури та збільшенню вмісту поживних речовин. Крім того використання БЖФК сприяє збереженню навколишнього середовища, оскільки він є вторинним ресурсом.

За результатами проведених досліджень можна сформулювати наступні висновки:

- виробництво біогазу з органічних залишків аграрного сектору можна вважати одним із пріоритетних напрямків розвитку зеленої енергетики України, який сприяє енергонезалежності, зменшенню впливу на довкілля та підтримці сталого розвитку;

- найбільш раціональним способом вирішення проблеми утилізації жому цукрових буряків є створення комплексів бродіння жомової суміші для виробництва біогазу;

- сезонний характер роботи промислових споживачів біогазу обумовлює необхідність використання його безпосередньо самим біоенергетичним комплексом шляхом перетворення в теплову або електричну енергію для власних потреб чи реалізації населенню;

- поряд із оптимізацією технологічних процесів, підвищення теплової ефективності та розвитку нових методів очищення й використання біогазу збільшення енергоефективності біогазового комплексу може бути досягнуто за рахунок використання рекуперації тепла димових газів, а також рентабельність роботи підприємства може бути підвищена за рахунок реалізації супутнього продукту у вигляді цінного органічного добрива – БЖФК;

- економія палива за рахунок рекуперації тепла димових газів, розрахована для реальних параметрів роботи біоенергетичного комплексу в середовищі Microsoft Excel на основі розробленої математичної моделі, склала 7,6%; статистична оцінка показників роботи рекуператора при відхиленнях від заданих початкових умов та оптимізація параметрів його роботи потребує додаткових досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гелетуха Г. Г. Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні / Г. Г. Гелетуха, П. П. Кучерук, Ю. Б. Матвеев // Аналітична записка. № 11. Київ: Біоенергетична асоціація України, 2014. 42 с.
2. Глобинський біоенергетичний комплекс. URL: <https://bio-energy.astartaholding.com/>
3. Коваленко В.Л. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Електрофізичні методи підвищення ефективності біогазових технологій. 2020 р. 325 с.
4. Ткаченко С. І. Удосконалення технології спалювання біогазу отриманого при процесах біоконверсії / С. І. Ткаченко, Д. В. Степанов: Новини Енергетики. 2007. № 2. С. 36 – 42.
5. Словіковський П.А. Математичне моделювання теплової роботи металевого трубчастого рекуператора (перевірочний метод) / П.А. Словіковський, Н. В. Сліпченко // Математичне моделювання. – 2008. –№1 (18). – С. 43–47.

АКУСТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ «ЗЕЛЕНИХ» КОНСТРУКЦІЙ У ЗМЕНШЕНІ ШУМУ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Ткаченко Тетяна Миколаївна¹, Шумбар Костянтин Вікторович¹,
Мілейковський Віктор Олександрович¹
tkachenko.tm@knuba.edu.ua, shumbar_kv-2023@knuba.edu.ua ,
mileikovskiy.vo@knuba.edu.ua*

¹Київський національний університет будівництва і архітектури

Автомобільний, повітряний та залізничний рух, а також промислова діяльність є основними джерелами шумового забруднення в міському середовищі. Шум негативно діє на слух людини, порушує психологічний стан, сон і може впливати на якість відпочинку та відновлення організму, що призводить до втоми, погіршення психічного та фізичного здоров'я. Надмірний рівень шуму відволікає увагу та обмежує когнітивні функції організму, впливаючи на продуктивність і якість праці людини [1, 2].

На сьогодні впроваджуються в законодавство різні нормативні документи, які оцінюють і контролюють рівень шуму навколишнього середовища та встановлюють деякі загальні підходи для уникнення, запобігання або зменшення шкідливих наслідків впливу шуму навколишнього середовища [3, 4, 5]. Рішення для боротьби з шумовим забрудненням у сучасному будівництві можуть передбачати застосування звукоізоляційних та шумопоглинальних матеріалів, розроблення нормативно-технічної бази та інженерно-технічних методів шумозахисту, розміщення зелених зон і захисних шумових бар'єрів, а також розроблення архітектурних рішень, спрямованих на зменшення впливу шуму на