УДК 621.1:658.26

М.Ф. ЮРИМ (канд. техн. наук, доц.)**, А.В. СИБІРНИЙ** (канд. биол. наук, доц.),
І.І. М'ЯКУШ (канд. с.-г. наук, доц.), **К.В. СТЕПОВА** (викладач)
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ПРИ СПАЛЮВАННІ НАДЛИШКОВОГО БІОГАЗУ

В статті подано результати розробленої методики використання котлів-утилізаторів при спалюванні надлишкового біогазу після його відведення із біоустановок. Проведений теплотехнічний розрахунок котла-утилізатора дозволяє оптимізувати його технологічні і конструктивні параметри для потреб виробництва біогазу, як у потужних біоустановках свердловинного типу, так і індивідуальних господарств. Наведена порівняльна характеристика котла-утилізатора із когенераційною установкою показує доцільність використання котла-утилізатора в усіх типах біоустановок.

біогаз, димові гази, котел-утилізатор, когенератор, насичена пара

Постановка проблеми. Для спалювання біогазу на першому етапі випробувальної експлуатації свердловин розміщених на полігонах твердих побутових відходів, полях зрошування чи гноєсховищах, використовують когенераційні установки. Вони дозволяють отримати електро- і теплоенергію, яка відпускається для найближчих споживачів. Враховуючи значні капітальні затрати на встановлення і обслуговування таких установок у більшості випадків надлишковий біогаз спалюють у факельних пристроях з ККД близько 70% [1-5].

Україна належить до групи країн з несприятливими передумовами переходу до сталого розвитку, оскільки їй притаманне господарство з високим рівнем антропогенного навантаження на територію, високою водо- та енергоємністю виробництва, забрудненням водних ресурсів та атмосферного повітря. Характерною рисою таких країн є низька економічна ефективність і висока екологічна собівартість виробництва. Тому перехід до сталого розвитку потребує скоординованих дій у всіх сферах життя суспільства, адекватної переорієнтації соціально-економічних екологічних інститутів держави.

Виходячи із вищенаведеного, важливим завданням в даний час, коли особливої ваги набрала проблема теплового забруднення біосфери парниковими газами, є використання високоефективних пристроїв для утилізації теплоти спалювання біогазу, з одночасним покращенням екологічної ситуації довкілля у місці розташування біоустановки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосування біогазової установки дозволяє зменшити санітарно-захисну зону (відстань від підприємства до житлової зони) з 500 до 150 м. Для багатьох підприємств ціна питання екологічної безпеки дорівнює можливості функціонування даного підприємства [1]. Розміри застарілих відстійників, полів зрошування та полігонів твердих відходів не тільки займають величезні площі, а й суттєво погіршують санітарно-гігієнічні умови навколишнього середовища. Площі, які займають біогазові установки, в декілька разів менші площ полігонів твердих побутових відходів, полів зрошування чи гноєсховищ [1, 4-9]. Тому, виходячи із концепції сталого розвитку нашої держави, та проблем глобального потепління клімату планети, постає задача інтенсивного розвитку досліджень альтернативних джерел палива, особливо біогазу, та повноти використання теплоти його спалювання.

Відкритим залишається питання ефективного використання теплоти спалювання надлишкового біогазу, який спалюється при використанні біоустановок всіх розмірів і модифікацій. одним із напрямків такого використання є когенераторні установки [1, 4, 5]. Проте, як показав аналіз останніх досліджень і публікацій, когенераційні установки потребують значних капітальних витрат на їх придбання, монтаж та експлуатацію, що не завжди може бути реалізовано, особливо, у випадку невеликих за розмірами і продуктивністю біогазових установок фермерських та індивідуальних господарств.

Мета роботи полягає у встановленні можливості використання ефективних установок утилізації теплоти димових газів, які утворюються при спалюванні надлишкового біогазу під час випробувальної експлуатації свердловин, при його добуванні на полігонах твердих побутових відходів, полях зрошування чи гноєсховищах.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктом дослідження є газотрубний котел-утилізатор [2]. Такий котел має компактну будову, велику площу теплообміну і може виробляти насичену водяну пару із абсолютним тиском 0,35 МПа. Конструкція котла-утилізатора наведена на рис. 1 [2]. Простота конструкції котла-утилізатора, у порівнянні із когенераційною установкою, робить його собівартість доступною для використання на невеликих біогазових установках фермерських та індивідуальних господарств [1,3, 4].

Димові гази, утворені від спалювання надлишкового біогазу із температурою 450-550^o С поступають в трубний простір котла-утилізатора, який складається із 430 стальних труб діаметром 57*7 мм, розміщених в трубних решітках по кутах рівнобічного трикутника. Вода живлення подається в котел-утилізатор з температурою 90^o С у міжтрубний простір, де нагрівається димовими газами до температури кипіння, утворюючи насичену водяну пару, для її наступного перегріву. Утворена в міжтрубному просторі котла-утилізатора водяна пара поспупає в парогенератор, у якому, за рахунок теплоти димових газів, переходить в стан перегрітої водяної пари і подається споживачеві.

Проведений нами згідно методики [2] теплотехнічний розрахунок котла-утилізатора визначив такі основні його параметри. При довжині труб 3,7 м, їх діаметрі 57*7 мм, та кількості 430 штук, площа нагрівання котла-утилізатора становить 250 м^2, що забезпечує паропродуктивність 1800 кг/год, або 0,5 кг/с.

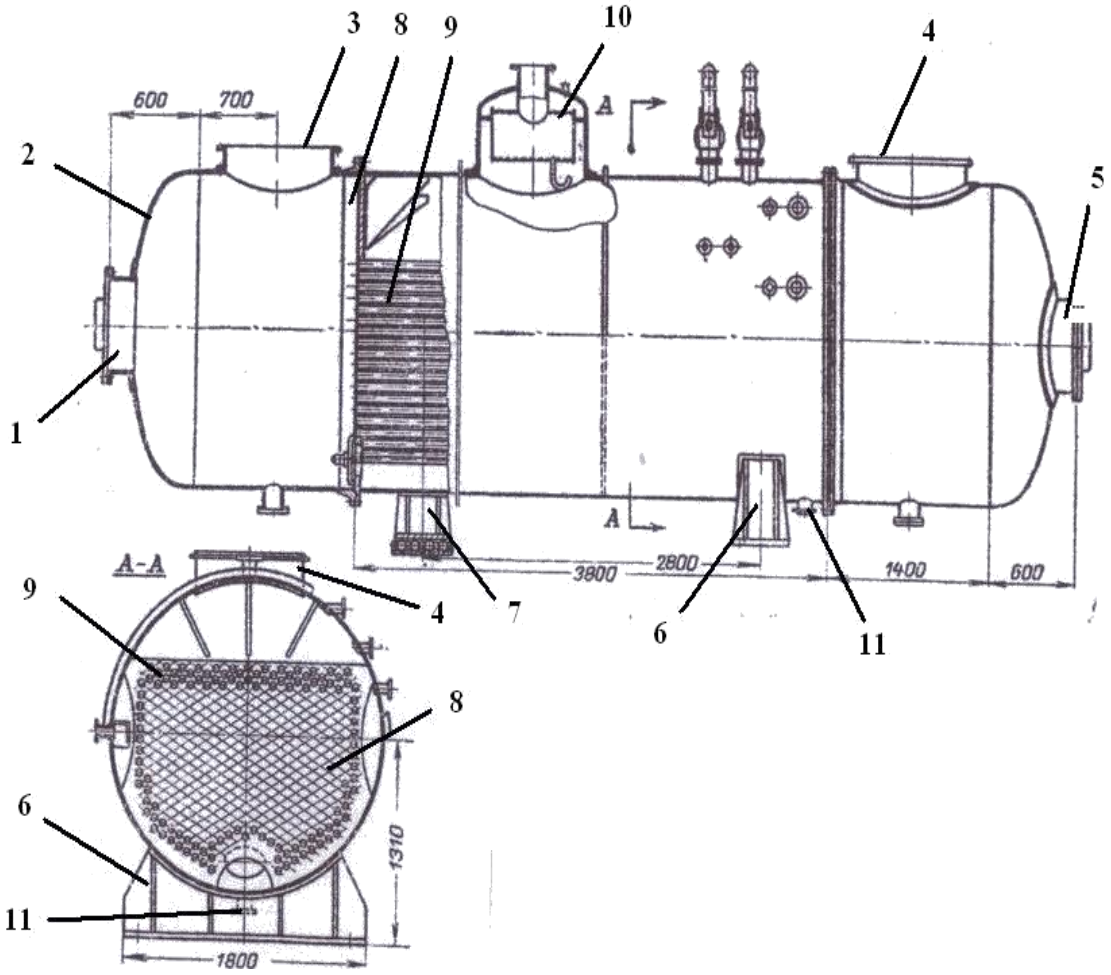

Рисунок 1 – Газотрубний котел-утилізатор для утилізації теплоти димових газів спалювання надлишкового біогазу:

1 – вхідний патрубок димового газу; 2 – корпус котла-утилізатора; 3,4 – ремонтні люки; 5 – вихідний патрубок димових газів; 6,7 – опори корпуса; 8 – трубна решітка; 9 – стальні труби; 10 – пароперегрівач; 11 – патрубок підведення води живлення в міжтрубний простір котла-утилізатора

Масові витрати димових газів через трубний простір становлять 28500 кг/годину, або 7,9 кг/с. Швидкість руху димових газів у вхідному патрубку котлу-утилізатора становить 20,8 м/с, а у

вихідному 16,3 м/с. Повний опір руху газів становить 56,3 мм H_2O, або 552,3 Па. Для створення необхідного розрідення по шляху руху димових газів необхідно використовувати димовідсмоктувач типу Д-21, який має число обертів робочого колеса 730 об/хвилину, при повному розрідженні 471 мм H_2O, або 4620,5 Па.

Запропонована схема утилізації теплоти димових газів є дешевою, простою в експлуатації й обслуговуванні, а головне, може використовуватися при будь-яких розмірах і об'ємах твердих побутових відходів.

Отже, проведені нами розрахунки показали, що запропонований котел-утилізатор доцільно установити на шляху руху димових газів від місця їх утворення при спалюванні надлишкового біогазу в пальнику камери факельної установки до основи джерела їх викиду в атмосферу (див. рис.2).

Перед надходженням на утилізацію, для попередження корозії основного обладнання, проводиться попередня очистка димових газів від крапельної вологи, а у випадку високого вмісту оксиду сірки, сірководню і кремнію – додаткова очистка від вказаних сполук. В обов'язковому порядку проводиться видалення із димових газів дрібного і великого пилу в установках сухого і мокрого очищення.

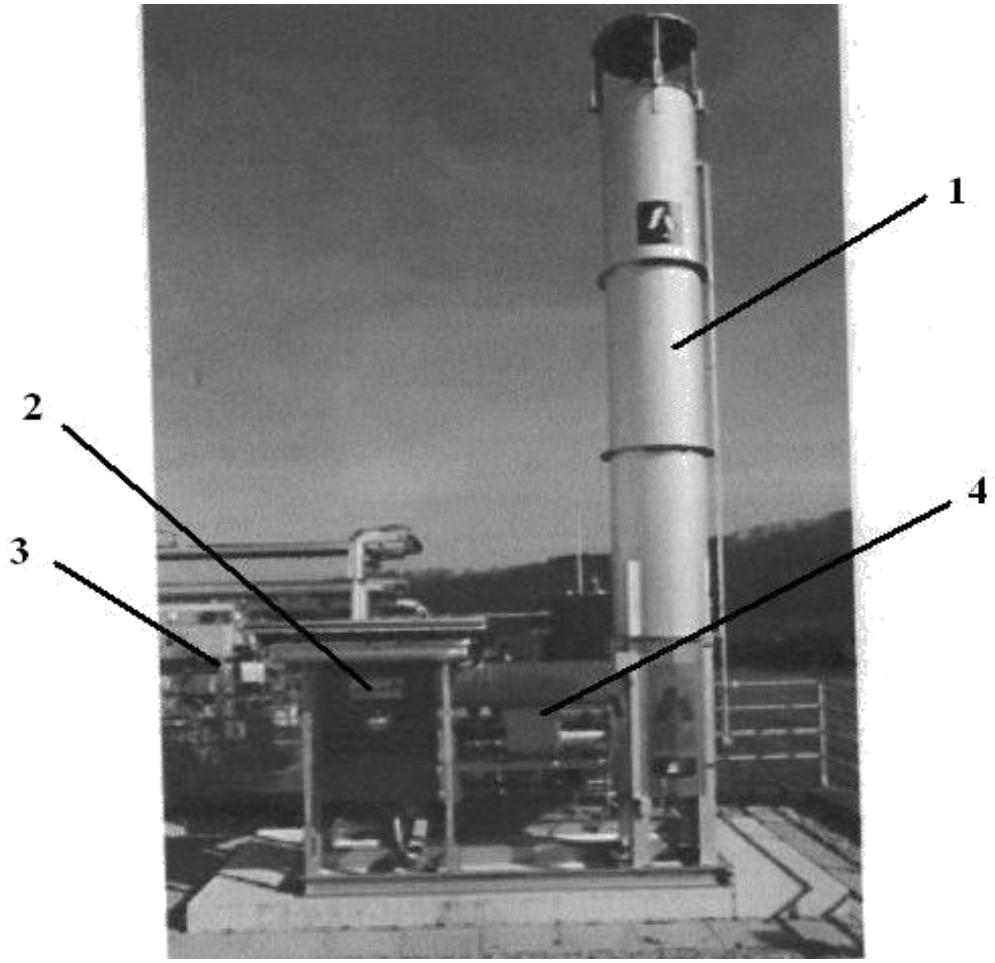

Рисунок 2 – Схема факельної установки для спалювання надлишкового біогазу:
1 – джерело викиду відпрацьованих і очищених димових газів; 2 – прилади системи автоматичного моніторингу; 3 – котел-утилізатор; 4 – система автоматичної реєстрації даних

Утилізація біогазу з одержанням електро- і теплоенергії проводять також в двигунах внутрішнього згорання когенераційних установок (рис. 3) [9-13]. Вироблена енергія, як і у випадку котлів-утилізаторів, передається у розподільчу сітку для реалізації найближчим споживачам (промисловим підприємствам, тепличним господарствам, житловому масиву міст тощо). Альтернативним способом утилізації теплової енергії може, на наш погляд, бути установка

адсорбційних холодильних машин (так звана тригенерація) з трансформацією теплоти димових газів в холод для реалізації його споживачам для роботи холодильних установок.

Проте, обидві вище наведені схеми є складними, мають велику собівартість і потребують значних капітальних затрат для їх ремонту та експлуатації.

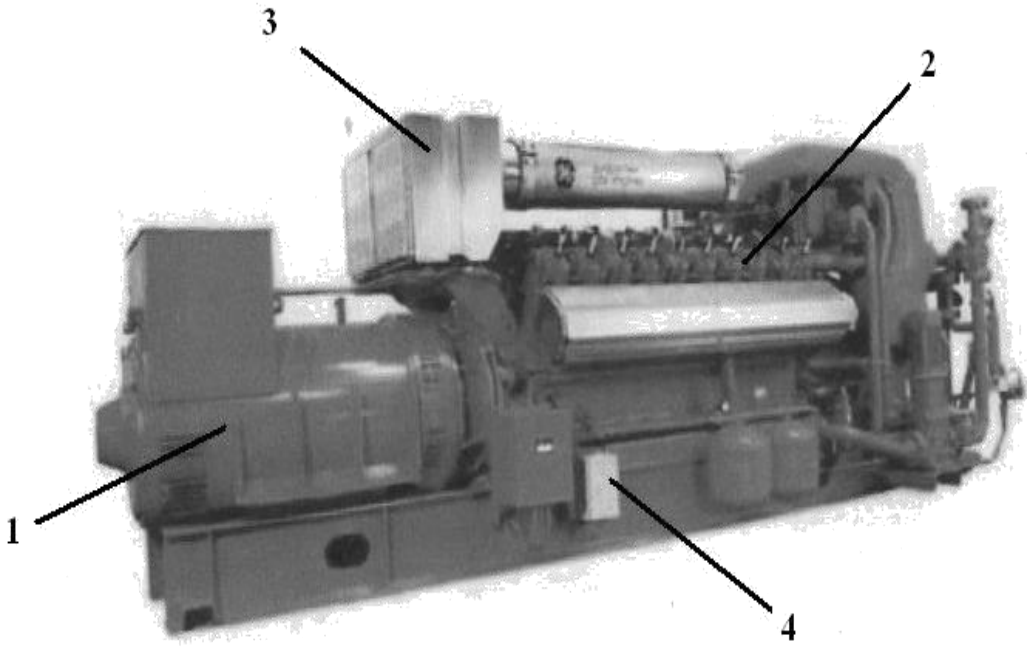

Рисунок 3 – Зовнішній вигляд когенераційної установки для утилізації теплоти надлишкового біогазу: 1 – електрогенератор; 2- двигун внутрішнього згоряння; 3- теплогенератор; 4 – система автоматичного контролю і регулювання роботи установки

Висновки.

1. Розроблено методику використання теплоти надлишкового біогазу, що отримується на полігонах твердих побутових відходів, полів зрошування чи гноєсховищ.
2. Отримані результати розрахунку основних параметрів котла-утилізатора, дозволяють вибрати оптимальний варіант його геометричних розмірів та конструктивних особливостей.
3. Запропонована методика дозволяє використовувати утилізацію теплоти надлишкового біогазу отриманого в біогенераторах всіх розмірів і продуктивностей, що дуже важливо для невеликих фермерських господарств.

Бібліографічний список:

1. Якушко С.І. Установка комплексної переробки органічних відходів за енергозберігаючою технологією / С.І. Якушко, С.М. Яхненко // Вісник СумДУ. – 2006. – № 12 (96). – С. 81-84.
2. Лебедев П.Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий / П.Д. Лебедев, А.А. Щукин. – М.: Энергия, 1970. – 408 с.
3. Городній М.М. Інтегрована система природоохоронної політики і технології в АПК / М.М. Городній, С.І. Якушко // Наутілус. – 1996. – № 2. – С. 2-6.
4. Дубровский В.С. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В.С. Дубровский, У.Е. Виестур. – Рига: Зинатне, 1988. – 204 с.
5. Zeddies J. Rohstoffverfgbarkeit fur die production von Biokraftstoffe in Deutschland und in EU-25 / Zeddies J. // In: DLG-Mitteilungen. – 2006. – 14/06. – P. 56-58.
6. Asmus F. Wirkung und ausnutzung des Stickstoffs aus Gulle / F. Asmus, H. Hermann // Arch. Acker-Pflanzenbau. – 1973. – № 17. – P. 927-934.
7. Горовая А.И. Гуминовые вещества / А.И. Горовая, Д.С. Орлов, О.В. Щербенко. – К: Наукова думка, 1995. – С. 201-205.
8. Лозановская И.Н. Теория и практика использования органических удобрений / И.Н. Лозановская, П.Д. Попов. – М: Аргопромиздат, 1987. – 95 с.

9. Дурдыбаев С.Д. Утилизация отходов животноводчества и птицеводства / С.Д. Дурдыбаев, В.С. Данилкин, В.П. Рязанцев. – М: Агропроминформ, 1989. – 53 с.
10. Бородачева Н.В. Органическое производство в Украине / Н.В. Бородачева. – Агроперспектива, 2005. – № 1. – С. 49-52.
11. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи / В.І. Кисіль. – Харків: Штрих, 2000. – 161 с.
12. Jakel, K. Umweltwirkung von Biogasgulle / K. Jakel // Biogas. – 1999. – V. – P. 234.
13. Базилинская М.В. Биоудобрения / М.В. Базилинская. – М: Агропроиздат, 1989. – 126 с.

Надійшла до редакції 12.10.2010

Н.Ф. Юрым, А.В. Сыбирный, И.И. Мьякуш, Е.В. Степовая

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРИ СЖИГАНИИ ИЗБЫТОЧНОГО БИОГАЗА

В статье представлены результаты разработанной методики использования котлов-утилизаторов при сжигании избыточного биогаза после его выведения из биоустановок. Проведенный теплотехнический расчет котла-утилизатора позволяет оптимизировать его технологические и конструктивные параметры для нужд производства биогаза, как в мощных биоустановках скваженного типа, так и индивидуальных хозяйств. Приведенная сравнительная характеристика котла-утилизатора с когенерационной установкой показывает целесообразность использования котла-утилизатора во всех типах биоустановок.

биогаз, дымовые газы, котел-утилизатор, когенератор, насыщенный пар

M. Yurym, A. Sybirnyi, I. Myakush, K. Stepova

UTILIZATION OF SMOKE FUMES HEAT FORMED BY COMBUSTION OF REDUNDANT BIOGAS

A new method of boiler-utilizer application for combustion of redundant biogas is presented in this paper. Thermotechnical calculation of boiler-utilizer gives an opportunity to optimize its technological and design values for biogas production on powerful biogas downhole-type plants and in cottages. Comparative characteristics of boiler-utilizer and cogenerative plant show the advantages of boiler-utilizer for all types of bioplants.

biogas, smoke fumes, boiler-utilizer, cogenerator, saturated steam

© Юрим М.Ф., Сибірний А.В., М'якуш І.І., Степова К.В., 2010