УДК 662.767.2

Кришталь О., (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Актуальність використання сучасних теплогенераторів серії ТГУ

Наведені результати досліджень роботи теплогенераторів серії ТГУ за використання твердого біопалива, яке не спричиняє шкідливого впливу на довкілля. Наведений технічний опис та детальна характеристика роботи теплогенераторів під час нагрівання повітря в повітряних та водяних системах опалення тваринницьких та виробничих приміщень. Проаналізований нинішній стан використання енергетичних ресурсів у сільському господарстві, зокрема у тваринництві, та поводження з відходами згідно з положеннями Закону України «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною» та Національної стратегії управління відходами до 2030 року. Встановлено необхідність і доцільність проведення утилізації невеликих тварин та птиці, які загинули в господарствах, що забезпечить належні санітарні та епізоотичні умови для ведення тваринництва.

Ключові слова: Біопаливо, теплогенератор, теплова енергія, утилізація, відходи тваринництва.

Актуальність питання. Зменшення залежності народного господарства від імпортних енергоносіїв, насамперед природного газу, та реалізація потенціалу біомаси, доступної для виробництва теплової енергії, та використання під час утилізації об'єктів тваринного походження є одним із стратегічних напрямків розвитку поновлюваних джерел енергії, який за темпами розвитку в Україні істотно відстає від європейських.

Тверде біопаливо від традиційного відрізняється тим, що воно за своєю сутністю практично нейтральне щодо зростання парникового ефекту. Адже рослини, які вирощуються для його виробництва, забирають вуглець з атмосфери і виділяють кисень. Тобто, споживаючи біопаливо, можна призупинити глобальні зміни клімату. Тому з енергетичної, економічної та екологічної точок зору виробництво енергії з біомаси є

© Кришталь О. 2019

актуальним напрямком розвитку аграрної сфери.

Проблема ефективного використання енергетичних ресурсів у сільському господарстві залишається однією з основних. Під час вирощування сільськогосподарських тварин та птиці з високою концентрацією поголів`я і утриманні їх у закритих приміщеннях необхідні джерела оптичного випромінювання – інфрачервоні й ультрафіолетові, які дають можливість безпосередньо ефективно впливати на біологічні процеси в організмі тварин.

Серед сучасних джерел теплопостачання найбільш ефективними є системи повітряного опалення, які мають високу енергоефективність, відносно низьку вартість обладнання та надійність в експлуатації. Сьогодні вже не можна задовольнитися традиційними методами спалювання дерева на установках з КПД=18-20 %. Сучасні установки повинні мати цей показник на рівні 80-85 %. Провідне місце серед засобів теплопостачання займають теплогенератори серії ТГУ виробництва ТДВ "Макагротех"

Теплогенератори ТГУ — це газогенераторні установки, в яких паливо, нагріте без достатньої кількості повітря, розкладається на прості горючі гази і твердий залишок. В основу технічного рішення покладені такі аспекти теорії горіння:

1. Біомаса (целюлоза – $C_6H_{10}O_5$) розкладається у високотемпературній камері з обмеженим доступом кисню (повітря) на складові (піроліз).

CH_4 – газ метан

С - деревне вугілля

2. В окремій камері з подачею додаткового (вторинного) повітря проходить окислення (спалювання) метану.

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO + H_2O$$

Іншими словами, в теплогенераторі змодельована ситуація „шахтної пожежі" з постійною підтримкою цього процесу. Деревне вугілля переводиться в газоподібний стан окислу вуглецю окисленням (газифікацією). Окислення вуглецю (вугілля) проходить у 2 стадії:

$$C + O_2 \rightarrow CO + 27 \text{ ккал/г. моль}$$

і далі

$$CO + O_2 \rightarrow CO_2 + 67 \text{ккал/г. моль.}$$

Зрозуміло, що перехід від CO до CO_2 дає в тепловому балансі додаткових 67 ккал/г. моль, що майже в 2,5 раза більше ніж на першій стадії. Отже, ефективність установки визначається не тільки завдяки забезпеченню відбору тепла від димових газів, а й завдяки повноті термохімічної реакції.

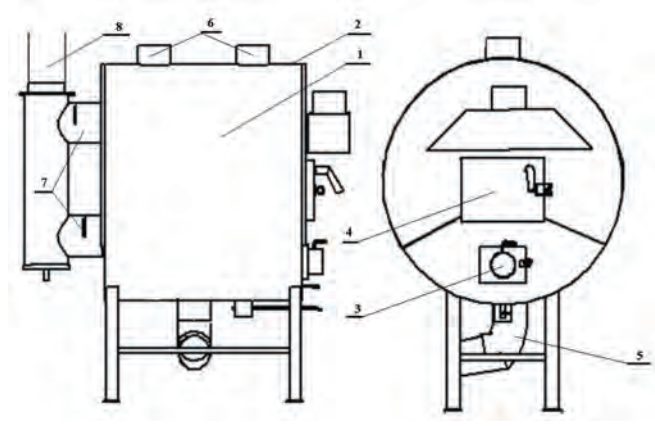
Як правило, в традиційних печах проводиться лише перша стадія термохімічної реакції. Друга стадія вимагає специфічних умов: реакція проходить за температури не нижче 900°С, чого в традиційних умовах досягти важко. Потрібна спеціальна високотемпературна камера.

У теплогенераторах конструкційно вирішені питання розділення газів CO (з потенційною енергетикою 67 ккал/г. моль) для доокислення і CO_2 (без запасу внутрішньої енергії) для висновку з теплогенератора. Крім того, передбачений конструкцією відбір твердих частинок вуглецю в окремій камері методом відцентрового збору, який значною мірою зменшує кількість шкідливих викидів. Залежно від показників якості палива теплопродуктивність теплогенераторів складає до 50000 ккал/ч (ТГУ-1000) і 77000 ккал/ч (ТГУ-1200).

Об'єм повітря, яке проходить через систему відбору тепла, становить від 500 до 1800 м^3/год. При цьому температура повітря (різниця між входом і виходом) складає від 30 до 110 °С. Максимальна температура повітря на виході може бути 130-140 °С.

Теплогенератори призначені для повітряного опалення та вентиляції житлових приміщень, приміщень для утримання тварин і птиці, виробничих приміщень, теплиць та сушильних камер.

До складу теплогенераторів ТГУ (рис. 1) входить камера спалювання, розділена на дві топкові камери стовщеною горизонтальною перегородкою. Передня торцева частина теплогенератора має завантажувальний люк і регулятор подачі первинного повітря. Теплогенератор має піддувало з дверцятами і колосниками. У задній торцевій частині розташована димова труба круглого перерізу для виходу димових газів із поворотною заслінкою, яка має секторний виріз, а також пристрій прямої вентиляції топкових камер із заслінкою без вирізу. У верхній топковій камері встановлено інжекторний пристрій для подачі вторинного повітря. Труби подачі вторинного повітря встановлені між топкою й кожухом.



1 – корпус топки; 2 – кожух; 3 – регулятор подачі первинного повітря; 4– завантажувальний отвір; 5 – вентилятор для нагнітання повітря; 6 – відведення нагрітого повітря в приміщення; 7 – регулятори потужності; 8 – димохід

Рис. 1 – Конструкційна схема теплогенераторів ТГУ

Вентилятор для нагнітання повітря використовують для подачі нагрітого повітря в опалюване приміщення. Вхідний патрубок теплогенератора з'єднується з вихідним патрубком вентилятора за допомогою рукава, а вихідний колектор – з повітропроводом опалюваного приміщення.

У режимі інтенсивного горіння температура в топці досягає 900 °С, але основним режимом роботи є режим тління.

Стінки топки та ребра тепловіддачі під час роботи теплогенератора нагріваються і повітря, яке обдуває їх, нагріваючись, піднімається вгору. Температура повітря в режимі горіння досягає 200-220 °С, а в режимі тління – 100-160 °С.

Технічна характеристика теплогенераторів ТГУ-1000 та ТГУ-1200 наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика теплогенераторів ТГУ-1000 та ТГУ-1200

№ п/п	Найменування параметра	Значення показника	
		ТГУ-1000	ТГУ-1200
1	Діаметр топки, мм	1000	1200
2	Максимальна потужність, кВт	60	90
3	Номінальна потужність, кВт	50	70
4	Коефіцієнт корисної дії, %	70-85	70-85
5	Довжина топки, мм (не менше)	1100	1100
6	Об'єм топки, л	700	1100
7	Діаметр димоходу, мм	200	200
8	Висота димоходу, м (не менше)	7	7
9	Час роботи на одному завантаженні палива, годин (не менше)	6	6

Для водяного опалення житлових, громадських та виробничих приміщень, приміщень для утримання тварин і птиці, теплиць, сушильних камер тощо підприємство виготовлює модельний ряд водогрійних теплогенераторів (ТГУ-600В, ТГУ-800В, ТГУ-1000В, ТГУ-1200В). Конструкційно-технологічні схеми різних моделей цього ряду аналогічні. Відмінність полягає у різних габаритних розмірах, масі та тепловій потужності.

Камера спалювання водогрійних теплогенераторів має водяну сорочку для нагрівання теплоносія в системах гарячого водопостачання. Передня торцева частина теплогенератора має люк. Теплогенератор має піддувало з дверцятами і колосниками. У нижній частині розташована зливна пробка у вигляді труби.

Вхідний та вихідний патрубки води теплогенератора з'єднуються з системою опалення рукавом. Додатково теплогенератори доукомплектовуються витяжними зонтами.

Теплогенератори ТГУ (рис. 2) крім повітряного опалення та вентиляції житлових, громадських та виробничих приміщень також використовують для оперативного знищення трупів тварин і птиці, щоб швидко ліквідувати загиблих після дератизації гризунів та вогнищ різних інфекцій пташиного грипу, африканської чуми.

Рис. 2 – Загальний вигляд теплогенератора ТГУ

Відомо багато способів утилізації біологічних відходів, серед яких в Україні найчастіше використовують такі: знезараження у біотермічних ямах (ями Беккера), переробка на м'ясо-кісткове борошно, спалювання в утилізаторах (крематоріях), переробка на спеціальних заводах, а у виняткових випадках – поховання у спеціально відведених місцях.

Для утилізації біоматеріалу теплогенератор додатково комплектують платформою та лотком для можливості безпечного розміщення трупів тварин та птиці у камері спалювання. Висоту платформи встановлюють на рівні нижньої частини завантажувального люка. Завантажувальний лоток прямокутного перетину дозволяє розмістити біоматеріал у будь-яке місце у камері спалювання. Застосування такого пристрою підвищує безпеку роботи оператора.

Трупи тварин та птиці спалюють у камері теплогенератора, розмістивши їх на дровах. Невеликі об'єкти утилізації завантажують вручну (рис 3). Для завантаження об'єктів утилізації вагою понад 10 кг застосовують допоміжне обладнання.

Рис. 3 – Завантаження трупів птиці у теплогенератор

У нижній частині топки (первинна камера горіння) за нестачі кисню горить чи тліє паливо. Під час термохімічної реакції окислювання (горіння) палива спалюються об'єкти утилізації.

Відмінність від спеціальних печей (інсинераторів), які працюють на дизельному паливі, зрідженому чи природному газі, полягає у використанні дров як палива, з яких під час тління виділяється газ. У режимі інтенсивного горіння температура в топці досягає 900 °С. Під час згорання виділеного газу у камері спалювання створюється температура понад 1000 °С, чим знищуються будь-які органічні рештки і повністю спалюється закладений на утилізацію біоматеріал.

Конструкція вторинної камери горіння та каналів димовідводу забезпечує подовження процесу догорання пічних газів (відбувається повніше згорання палива). Разом з тим у камері спалювання проходить випалювання утвореного внаслідок горіння диму, що робить викиди екологічно чистими та безпечними.

Можливість разового завантаження від 15 до 90 кг дає змогу застосовувати теплогенератор для утилізації трупів невеликих тварин та птиці як у дрібних господарствах, так і на великих тваринницьких і птахівни-

чих фермах.

Для завантаження біоматеріалу на утилізацію теплогенератор комплектують завантажувальним лотком (рис. 4), основна функція якого полягає у зниженні затрат праці оператора під час завантаження камери. Використання лотка дає змогу трупи тварин розмістити у визначеній зоні камери без ризику травмування чи отримання опіків персоналом.

Рис. 4 – Завантажувальний лоток

У таблиці 2 наведено результати випробувань теплогенератора ТГУ-1200.

Таблиця 2 – Результати випробувань теплогенератора ТГУ-1200

Показник	Значення показника
Вид палива	Дрова
Теплопродуктивність, кКал/год	70000
Разове завантаження біоматеріалу , кг	39,6
Продуктивність спалювання біоматеріалу, кг/год	32
Температура утилізації, °С	1020
Масовий залишок, кг / %	2,8 кг/7,1 %
Витрати палива, кг/год	35
Час розігрівання, год	1
Габаритні розміри, мм: довжина; ширина; висота;	 2000 1450 2000
Ширина завантажувального отвору, мм	480
Висота завантажувального отвору, мм	370
Маса, кг	1300

Конструкція теплогенератора забезпечує якісне виконання технологічного процесу утилізації. Проведені дослідження показали стовідсоткове згорання закладених трупів птиці загальною вагою до 40 кг протягом 1,5 години у режимі інтенсивного горіння. Кількість спаленого біоматеріалу за годину основного часу становить 32 кг. Питомі витрати палива на спалювання 1 кг відходів тваринного походження склали 1,1 кг.

Технологічне обслуговування теплогенератора-утилізатора не потребує великих фізичних навантажень, напруженості праці, прийняття складних рішень під час виконання процесу утилізації. Укомплектування теплогенератора платформою для розміщення трупів тварин та лотком для їх подавання у камеру спалювання полегшують працю оператора.

Позитивними характеристиками використання теплогенератора як утилізатора біоматеріалу трупів тварин і птиці є можливість регулювання режиму роботи регулятором подачі повітря в камеру спалювання та мінімальне утворення сажі зі спалюваного біоматеріалу, а також випалювання утвореного внаслідок горіння диму, що робить викиди екологічно чистими та безпечними в процесі піролізного згорання.

Теплогенератори серії ТГУ порівняно з іншими установками з виробництва теплової енергії мають такі переваги:

- керування процесом спалювання палива не потребує електроенергії, що дає гарантії роботи в місцевостях без електропостачання або ж у періоди надзвичайних ситуацій внаслідок природних та техногенних катастроф;
- конструкційна доступність до всіх деталей внутрішньої будови установки дає можливість огляду, обслуговування, заміни та ремонту;
- потовщена конструкція теплового блока (10 мм) забезпечує довговічність конструкції та виключає руйнування від перегрівання;
- простота обслуговування виключає необхідність використання висококваліфікованого персоналу та його спеціальної підготовки;
- великий об`єм камери піролізу палива забезпечує довготривалий час роботи на одноразовому завантаженні від 6 до 14 годин;
- широкий спектр використання палива: дрова (колоди, обрізки, стружка), пелети, брикети, торф, солома (тюки), лушпиння, качани тощо з різним діапазоном вологості;
- використання в системах повітряного, водяного та комбінованого опалення;
- можливість утилізації відходів рослинного і тваринного походження, що дає змогу підприємствам покращити епізоотичний та санітарний стан усього регіону, оскільки небезпечні відходи не транспортуються за межі підприємства, а знищуються безпосередньо на місці їх утворення за короткий проміжок часу;
- комплектація забезпечує введення в експлуатацію протягом однієї години з моменту доставки.

Висновки. Теплогенератори серії ТГУ забезпечують виконання технологічного процесу виробництва теплової енергії та утилізації побічних продуктів тваринництва та птахівництва з використанням біотехнологій, чим досягається покращення екологічного, епізоотичного та санітарного стану всього регіону.

Література

1. Закон України від 07.04.2015 року № 287-VIII «Про побічні продукти тваринного походження, не призначені для споживання людиною».

2. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 листопада 2017 р. № 820-р.

3. Розроблення техніко-технологічних рішень для раціональної утилізації вторинної сировини тваринництва та птахівництва відповідно до Закону «Про вто-

ринні продукти тваринного походження»: Проміжний звіт про НДР (тема 4.16)/ УкрНДІПВТ – Дослідницьке, 2017. - 99 с.

4. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК Теплогенератори типорозмірного ряду ТГУ-1000, ТГУ-1200 №1356/1602-01-2010.

5. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК . Теплогенератор ТГУ типу В. № 2103/1601-01-2016.

6. Протокол державних приймальних випробувань технічного засобу для АПК Теплогенератор ТГУ-1200 № 2252/1601-01-2018.

Аннотация. *В статье приведены результаты исследований работы тепло-генераторов серии ТГУ при использовании твердого биотоплива, которое не влечет вредного влияния на окружающую среду. Приведено техническое описание и детальная характеристика работы теплогенераторов во время нагревания воздуха в воздушных и водяных системах отопления животноводческих и производственных помещений. Проанализировано нынешнее состояние использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве, а собственно в животноводстве, и обращение с отходами согласно положений Закона Украины «О побочных продуктах животного происхождения, не предназначенных для потребления человеком» и Национальной стратегии управления отходами до 2030 года. Установлена необходимость и целесообразность проведения утилизации небольших животных и птицы, которые погибли в хозяйствах, что обеспечит надлежащие санитарные и эпизоотические условия для ведения животноводства.*

Summary. *The article presents the results of research on the work of heat generators of the TGU series for the use of solid biofuels, which does not cause harmful effects on the environment. The given technical description and detailed description of work of heat generators during heating of air in air and water systems of heating of livestock and industrial premises. The present state of energy resources utilization in agriculture, in particular in animal husbandry, and waste management in accordance with the provisions of the Law of Ukraine "On by-products of animal origin not intended for human consumption" and the National Strategy for Waste Management till 2030 are analyzed. The necessity and expediency of carrying out of utilization of small animals and poultry, which perished at farms, that will provide the proper sanitary and epizootic conditions for livestock breeding, is established.*

Стаття надійшла до редакції 12 липня 2019 р.