

Під час очищення біогазу на тому ж обладнанні окрім метану отримують CO<sub>2</sub> у будь-якому газоподібному стані, стиснутому чи твердому. У всіх випадках CO<sub>2</sub> також стає товаром, приносить прибуток. В рідкому стані CO<sub>2</sub> зберігається у балонах під тиском 65-70 ат, а у твердому – є так званим “сухим льодом”. Використовують CO<sub>2</sub> у теплицях, овочесховищах, харчовій промисловості (як консервант, чи компонент для мінеральних вод і лимонадів), морозильних установках, вогнегасниках.

Біогазова технологія дозволяє прискореними методами отримати за допомогою анаеробного бродіння натуральне біодобриво, яке вміщує біологічно активні речовини мікроелементи.

Основною перевагою біодобрива в порівнянні із традиційними добривами, є форма, доступність і збалансованість всіх елементів живлення, високий рівень гуміфікації органічної речовини і як наслідок, врожайність підвищується на 30-40% [1, 2, 3]. Тобто, після звичайних систем очищення відходи так і залишаються відходами, а після біогазової установки – це високоякісні добрива.

Окрім цього, виробництво біогазу дозволяє попередити викиди метану в атмосферу, а його вловлювання – найкращий спосіб попередження глобального потепління. Процес утворення біогазу може бути описаний таким стехіометричним рівнянням реакції:



Реакція є екзотермічною, тобто, проходить із виділенням тепла, яке витрачається на підтримання необхідного температурного режиму біогазової установки.

Між країнами, які підписали Кіотський протокол, можлива купівля, продаж, застава, або будь-які інші інновації у відношенні прав на викиди парникових газів.

Для цього користуються одиницю скорочення викидів, яка рівна одній тоні CO<sub>2</sub> еквівалента (для зручності CO<sub>2</sub> використовують як одиницею вимірювання всіх парникових газів, наприклад, одна тона метану (CH<sub>4</sub>) прирівнюється до 21 тони CO<sub>2</sub>).

Вихід біогазу залежить від типу твердих відходів і може бути наведений такою таблицею.

Таблиця 1.

*Залежність виходу біогазу від типу твердих відходів*

№ п/п	Тип відходів	Вихід біогазу, м <sup>3</sup> /т
1.	Гній ВРХ	60 – 65
2.	Свинячий гній	65 – 70
3.	Гній птиці	80 – 140
4.	Свіжа трава	250 – 350
5.	Силос кукурудзяний	200 – 230
6.	Гичка буряка	190 – 200
7.	Фруктовий жом	60 – 70
8.	Буряковий жом	50 – 60
9.	Коренеплодові овочі	100 – 110
10.	Рибні відходи	290 – 300

На сьогодні у багатьох індустріально розвинутих країнах розроблені і впроваджені в усі галузі народного господарства біогазові установки різних конструкцій, розмірів і модифікацій.

З цією метою із найуживаніших матеріалів (бетону, залізобетону, відпрацьованих автомобільних і тракторних покришок, дерев'яних, металевих та пластикових матеріалів) побудовано велику кількість біоустановок різних геометричних розмірів і продуктивності. Схеми найрозповсюдженіших і найпростіших установок для отримання біогазу наведені нижче. Такі установки використовуються в Україні, Румунії, Китаї, Індії, Німеччині, Росії та у багатьох

країнах близького і далекого зарубіжжя. Крім біогазу, у таких установках отримують теплову, електричну, механічну енергію та різні види твердих і рідких екологічно чистих добрив, які підвищують врожайність сільськогосподарських культур у середньому на 30 – 40% [ 2, 3].

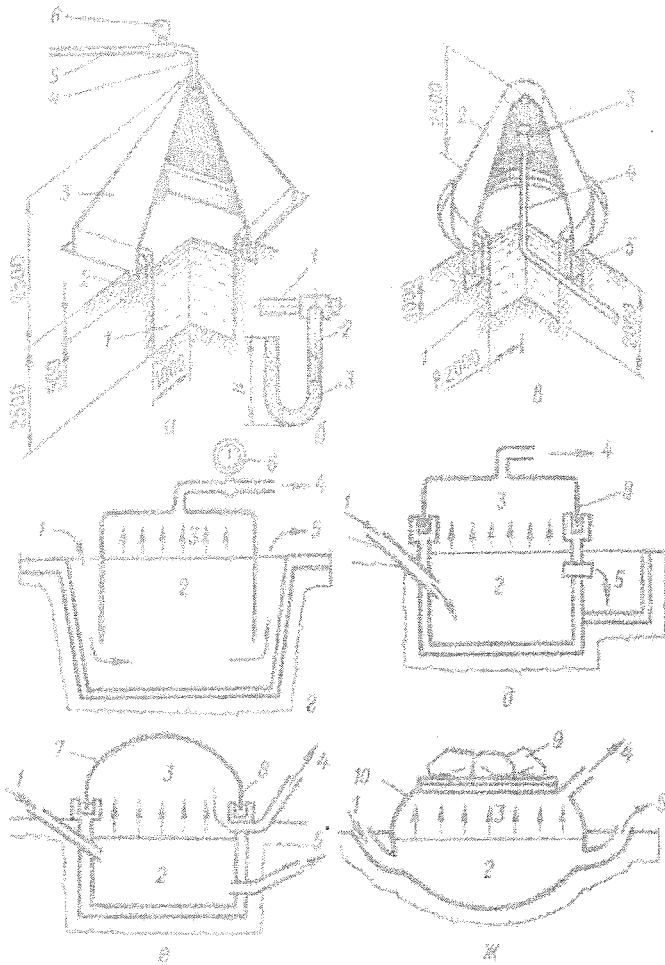


Рис.1. Схеми установок для отримання біогазу.

а) із пірамідальним ковпаком: 1 — яма для гною, чи інших відходів; 2 — канавка-гідрозатвор; 3 — ковпак для збору газу; 4, 5 — патрубок для відведення газу; 6 — манометр;

б) пристрій для відведення конденсату: 1 — трубопровід для відведення газу; 2 — U-подібна труба для конденсату; 3 — конденсат;

в) із конічним ковпаком: 1 — яма для твердих відходів; 2 — ковпак; 3 — розширена частина патрубку; 4 — труба для відведення газу; 5 — канавка-гідрозатвор;

г, д, е, ж — схеми варіантів найпростіших установок: 1 — подача органічних відходів; 2 — посудина для органічних відходів; 3 — місце збору газу під ковпаком; 4 — патрубок для відведення газу; 5 — відвід шламу; 6 — манометр; 7 — ковпак із поліетиленової плівки; 8 — водяний затвор; 9 — врівноважуючий вантаж; 10 — суцільносклесний поліетиленовий мішок

**Біогазова установка із підігрівом бродильної маси теплом**, виділеним під час розкладу гною у аеробному ферментаторі, наведена на рис. 2, включає метантенк — циліндричну металеву посудину із заливною горловиною 3, зливним краном 9, механічною мешалкою 5 і патрубком 6 відведення біогазу. Ферментатор 1 можна виготовити прямокутної форми із дерев'яних матеріалів. Для розвантаження відпрацьованого гною бокові стінки виконані з'ємними. Підлога ферментатора — решітчаста, через технологічний канал 10 повітря продувають із газодувки 11. Зверху ферментатор закривають дерев'яними щитами 2. Щоб зменшити втрати тепла, стінки и днище виготовляють із теплоізоляційним прошарком 7.

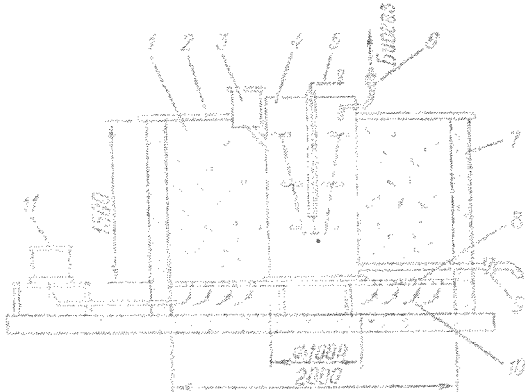


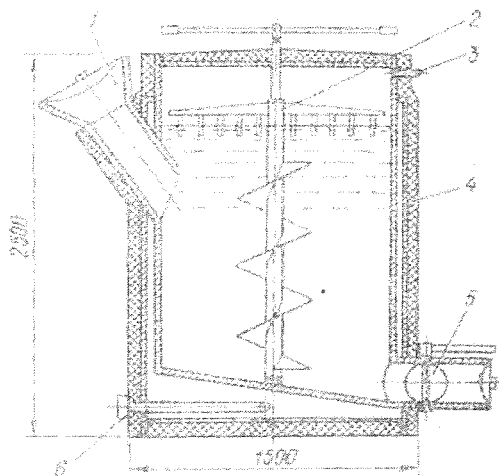
Рис. 2. Схема біогазової установки із підігрівом 1 — ферментатор; 2 — дерев'яний щит; 3 — заливна горловина; 4 — метантенк; 5 — мішалка; 6 — патрубок для відведення біогазу; 7 — теплоізоляційний прошарок; 8 — решітка; 9 — зливний кран для переробленої маси; 10 — канал для підведення повітря; 11 — газодувка

*Індивідуальна біогазова установка (ІБГУ-1)* призначена для селянської чи фермерської сім'ї, яка має від 2 до 6 корів чи 5-10 свиней, або 50-100 голів птиці (рис. 3). Установка кожної доби може переробляти від 100 до 300 кг гною і виробляти 100-300 кг екологічно чистих високоякісних органічних добрив та від 3 до 15 м<sup>3</sup> біогазу. Відомо, що для приготування їжі для сім'ї із 3-4 людей, необхідно в середньому, спалювати 3-4 м<sup>3</sup> газу за добу, а для опалювання будинку площею 50-60 м<sup>2</sup>, необхідно 10-11 м<sup>3</sup> газу на добу.

Установка наведена на рис. 3 може повністю забезпечити такі господарства у паливі для побутових потреб. Авторами розроблені креслення основних вузлів установки із можливістю їх використання для будь-яких потужностей твердих побутових відходів.

Рис. 3. Схема індивідуальної біогазової установки ІБГУ-1

1 – заливна горловина; 2 – мішалка; 3 – патрубок для відведення біогазу; 4 – теплоізоляційний прошарок; 5 – патрубок із краном для розвантаження переробленої біомаси; 6 – термометр



**Висновок.** Отже, розглянуті у статті методи і засоби утилізації твердих відходів, на основі переробки їх у біогаз, із наступним використанням його як джерела електричної, теплової і механічної енергії, є дієвим та ефективним чинником попередження глобального потепління клімату планети Земля. Окрім цього, застосування вищенаведених у статті методів і засобів переробки твердих відходів повністю відповідає вимогам і завданням Кіотського протоколу та дозволяє значно покращити енергетичний потенціал нашої країни і його незалежність від зовнішніх чинників. Запропонована схема індивідуальної біогазової установки ІБГУ-1 може бути виготовлена за кресленнями її основних вузлів виконаними авторами статті, для будь-яких потужностей твердих побутових відходів.

#### Список літератури:

1. Веденев А. Г. Биогазовые установки / А. Г. Веденев. – М.: Фермер, 2005. – 137 с.
2. Дубровский В. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В. Дубровский, У. Вистур. – Рига : Зинатне, 1998. – 214 с.
3. Гуцуляк В.Д. Биоконверсия органических отходов для получения биогаза, биогумуса, биологических веществ и охрана окружающей среды // Защита растений. – 1992. - №1. – С. 61.

О.Б. Черкас, Н.Ф. Юрим, к.т.н., доц.

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

В статье приведены теоретические исследования состояния переработки твердых отходов, их влияние на глобальное потепление климата планеты Земля. Приведена характеристика перспективных направлений использования биогаза полученного при переработке твердых коммунально-бытовых отходов. Дан анализ схемам наиболее распространенных и простых установок для получения биогаза. Предложена схема индивидуальной биогазовой установки для различных мощностей твердых бытовых отходов. Показана схема биогазовой установки с подогревом массы теплом выделяемым во время разложения отходов фермерских хозяйств в аэробном ферментаторе.

**Ключевые слова:** биогаз, твердые отходы, биоудобрение, метан, углекислый газ, биогазовые установки.

## PERSPECTIVE METHODS OF UTILIZATION OF SOLID LIVING AND INDUSTRIAL WASTE PRODUCTS

The article deals with the theoretical investigations of recycle conditions of solid waste products and their influence on global warming of climate of the Earth'. The characteristic of perspective directions of biogas usage taken during the recycle of solid municipal and everyday waste products is shown. The schemes of the most widespread and simplest units for biogas receiving are analysed. The individual scheme of biogas unit with substance preheating separated in composing of waste products of farm in aerobic fermentator.

*Key words:* biogas, solid waste products, biofertilizer, methane, carbonic acid gas, biogas units.

УДК 621.928.9

*Ю.Є. Шелюх, канд. техн. наук, Р.Я. Лозинський, канд. техн. наук, доцент  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ВІД ПИЛОВИХ ВИКИДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В статті порушено питання забезпечення високоефективними апаратами очищення повітря від пилу різних галузей промисловості з метою доведення їх шкідливих викидів до санітарно-гігієнічних норм. В статті порушено питання забезпечення високоефективними апаратами очищення повітря від пилу різних галузей промисловості з метою доведення їх шкідливих викидів до санітарно-гігієнічних норм. У роботі проаналізовано сили, які діють на частинки аерозоллю, що дозволяє розкрити фізичну суть процесу руху пилоповітряного потоку в проектуючому апараті, визначити вплив діючих на частинки аерозоллю у радіальному напрямку сил на характер їх руху, що дає можливість значно знизити кількість експериментальних досліджень щодо вивчення впливу параметрів апарату на ефективність його роботи. Ключові слова: пиловловлювач, інтенсивність, пиловміст, дисперсний склад

**Стан проблеми.** Кожний рік в атмосферу Землі викидаються десятки мільйонів тон пилу: близько 600 т ртуті, 30 тис. т солей, 20 тис. т вуглеців, 10 тис. т оксиду азоту і т.д. Загальна маса викидів в атмосферу повітря становить 20 млн. тонн речовин на рік; «внесок» України в цій цифрі – 3% (сірчистий ангідрид – 30%, оксид вуглецю – 37%, оксиди азоту – 10%, вуглеводневі сполуки – 8%, легкі органічні сполуки – 4%, інші – 11%). Очищується в Україні лише 80% викидів шкідливих речовин, а газоподібні речовини очищуються лише на 20%.

Існуючі засоби для уловлення пилу в машинобудуванні недостатньо ефективні економічно. Для вирішення цієї задачі необхідні комплексні наукові дослідження з визначення фізико-механічних, електростатичних і хімічних властивостей пилу, його концентрації і розподілу у виробничій техносфері машинобудування з урахуванням метеорологічних умов навколишнього середовища. На основі цих досліджень потрібно провести теоретичне узагальнення і розробити теорію розділення гетерогенних систем в апаратах для очистки повітря від пилу, щоб на її основі сконструювати принципово нові типи пиловловлювачів з високою ефективністю пиловловлення.

На сьогоднішній день ця проблема залишається невирішеною і з кожним роком нагромаджується ряд першочергових задач, однією з яких є попередження і ліквідація шкідливих викидів у машинобудуванні в атмосферу. Ця задача виросла в окрему проблему, рішення якої, з одного боку, повинно сприяти поліпшенню екології навколишнього середовища, а з іншого – поверненню викидів, зокрема пилоподібних, в технологічні процеси і їх використання в ряді виробництв в якості повторних матеріальних ресурсів.