

УДК 631.312

ФУНКЦІОНУВАННЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Ікальчик М.І.¹, Теслюк В.В.²

¹ кандидат технічних наук, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна;

² д-р с.-г. наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України; vtesluk@i.ua.

В статті розглянуто схеми біогазових установок. Приведений порядок встановлення найпростішої біогазової установки з ручним завантаженням без перемішування і без підігріву сировини в реакторі. Дані знання можна використати для виготовлення біогазової установки в умовах невеликих сільськогосподарських підприємств.

Гній, бродіння, біогаз, біогазові установки, рентабельність.

Постановка проблеми. Поширення біогазової технології у світі стало зростати в геометричній прогресії, це обумовлено, в першу чергу, постійно зростаючими цінами на природний газ і електрику. Також зіграло свою роль і те, що ці установки є екологічно чистими, не забруднюючими абсолютно навколишнє середовище.

Аналіз останніх досліджень. Впровадження і розвиток біогазових технологій, як альтернативного джерела енергії, засобу підвищення економічного добробуту громади і поліпшення стану навколишнього середовища займався вчений-біолог Бенедикт І.Д. м. Львів. Сидоров Ю.І., Мельниченко О.С., Новіков В.П., Влязло Р.Й. із НУ «Львівська політехніка» розробили розрахункову модель безперервного виробництва біогазу та провели її економічний аналіз [1].

Мета досліджень. Вивчити досвід застосування біогазових установок з метою розробки установки на базі ННВП ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут".

Результати досліджень. Найпростіша біогазова установка з ручним завантаженням без перемішування і без підігріву сировини в реакторі призначена для невеликих фермерських господарств. Об'єм реактора від 3 до 10 м³, розрахований на переробку 50-200 кг гною на добу. Установка містить мінімум складових частин для забезпечення

процесу переробки гною та отримання біодобрих та біогазу. Вона може бути використана у південних регіонах без підігріву і перемішування і працює в психрофільному температурному режимі від 5°C до 20°C. Біогаз, який виробляється установкою, відразу направляється на використання в газових приладах.

Перероблена маса видаляється з реактора через вивантажувальну трубу в момент завантаження чергової порції сировини або за рахунок тиску біогазу.

Зброджена маса, яка вивантажується, потрапляє в ємність для тимчасового зберігання, об'єм якої повинна бути не менший, ніж об'єм реактора.

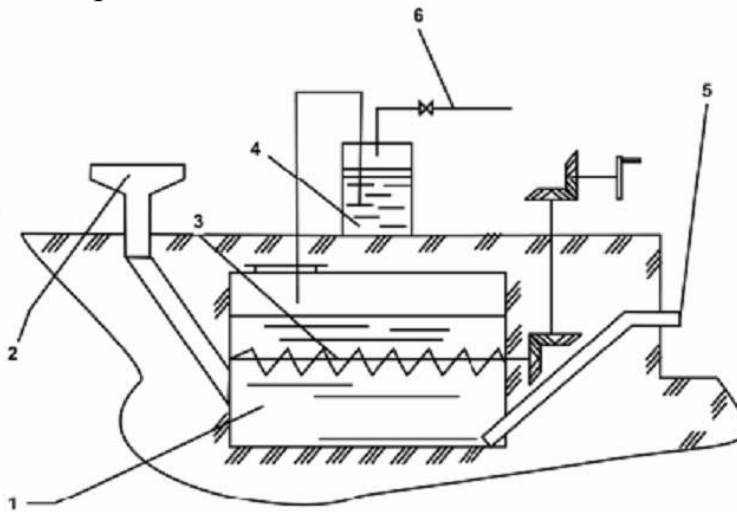


Рис. 1. Схема простої біогазової установки з ручним завантаженням і перемішуванням сировини в реакторі

1 – реактор; 2 – бункер завантаження; 3 – перемішуючий пристрій; 4 – водяний затвор; 5 – вивантажувальна труба; 6 – відвід біогазу.

Встановлення цього пристрою (Рис. 1) не вимагає великих фінансових затрат. Для підвищення ефективності роботи біогазової установки змонтовано пристрій ручного перемішування сировини. Установка працює в психрофільному режимі, без підігріву сировини в реакторі.

Для більш інтенсивного і стабільного процесу зброджування встановлена система підігріву реактора. Установка може працювати в мезофільному і термофільному режимі.

Реактор біогазової установки підігрівається за допомогою водонагрівача котла, який працює на біогазі, що виробляється. Решта біогазу використовується безпосередньо в газових приладах.

Проста установка з ручним завантаженням сировини в реактор забезпечена автоматичним відкачуючим пристроєм вироблюваного біогазу і газгольдером для його зберігання. Перемішування сировини в реакторі виробляється біогазом. Така біогазова установка може працювати у всіх температурних режимах бродіння.

Пристрій фермерської біогазової установки з газгольдером, ручною підготовкою і пневматичним завантаженням, перемішуванням і підігрівом сировини в реакторі для малих і середніх селянських господарств передбачає ручну підготовку і пневматичне завантаження сировини в реактор, частина вироблюваного біогазу використовується для підігріву сировини в реакторі. Перемішування виробляється стиснутим біогазом. Відбір біогазу виробляється автоматично. Біогаз зберігається в газгольдері. Установка може працювати у всіх режимах бродіння.

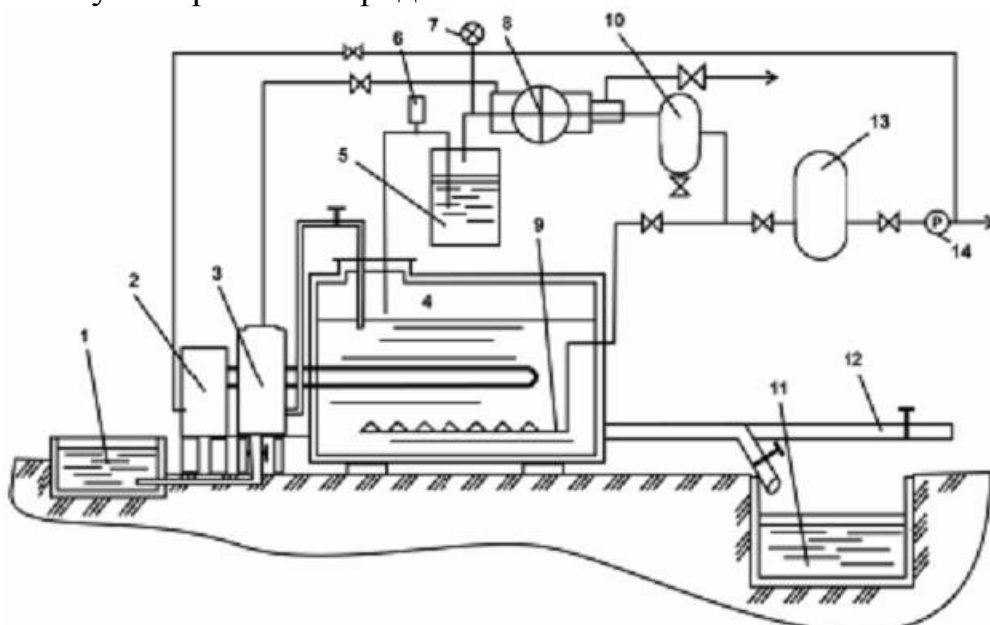


Рис. 2. Схема фермерської біогазової установки з газгольдером, механічною підготовкою, пневматичним завантаженням, перемішуванням і підігрівом сировини в реакторі

1 – приймач гною; 2 – водонагрівач; 3 – бункер завантаження; 4 – реактор; 5 – водяний затвор; 6 – запобіжний клапан; 7 – манометр електроконтактний; 8 – компресор; 9 – мішалка газова; 10 – ресивер; 11 – сховище для біодобрив; 12 – відвід труби для завантаження в транспорт; 13 – газгольдер; 14 – редуктор газовий.

Особливістю біогазової установки з газгольдером, механічною підготовкою, пневматичним завантаженням, перемішуванням і

підігрівом сировини в реакторі для середніх і великих селянських господарств, за якою вона відрізняється (Рис. 2), є наявність спеціальної ємності для підготовки сировини, звідки вона подається за допомогою вакуумного насоса в бункер завантаження, а потім за допомогою стиснутого біогазу – в реактор установки. Для роботи системи обігріву використовується частина вироблюваного біогазу. Установка забезпечена автоматичним відбором біогазу і газгольдером для його зберігання. Наявність системи обігріву дозволяє експлуатувати біогазові установку у всіх режимах бродіння.

Вибір місця розташування установки залежить від декількох факторів – наявності вільних ділянок, віддаленості від житлових приміщень, місць зберігання відходів та розташування місць утримання тварин. В залежності від глибини залягання ґрунтових вод, зручності завантаження та вивантаження сировини реактор може мати наземне, частково або повністю заглиблене положення.

По можливості рекомендується підземне розміщення, так як воно дозволяє зменшити капіталовкладення та виключає використання додаткового обладнання для завантаження сировини. Значно покращується якість терморегулювання, а також з'являється можливість використовувати дешеві теплоізоляційні матеріали – глину і соломку.

Термоізоляційні матеріали повинні мати добрі ізолюючі властивості, бути дешевими і доступними. Матеріалами, які підходять, є соломка, глина, шлак, сухий гній. Утеплення відбувається постійно, спочатку засипають шар соломи, потім глини, і так до верхньої частини реактора, потім досипають глину зі шлаком товщиною не менше 300 мм. З метою уникнення контакту ізоляції і землі використовують поліетиленову плівку.

Реактор може бути виготовлений як з металу так і з будівельних матеріалів, таких як: цегла, цемент, камінь. У будь-якому випадку реактор повинен бути герметичним і корозійностійким. Насамперед, монтується завантажувальна і вивантажувальна труби. Їх розташовують на протилежних сторонах реактора для того, щоб свіжа сировина не потрапила під вивантаження. Для цього використовуються труби діаметром не менше 150 мм. Завантажувальна труба під'єднується до бункера завантаження, який може бути з металу або бетону. Після цього реактор може бути встановлений на фундаменті та бути теплоізованим.

Для газовідводу використовуються сталеві труби діаметром не менше 25 мм.

В систему газовідводу входить затвор, який представляє собою посудину, наповнену до половини водою. Вхідний трубопровід занурений у воду, а трубопровід, який відводить газ, розташований над водою.

Етап підготовки до запуску включає в себе перевірку герметичності реактора і газової системи. Для цього до газової системи підключається манометр, перекриваються всі крани для того, щоб надлишковий тиск повітря в реакторі можна було виміряти манометром.

За допомогою насоса або автоцистерни реактор заповнюється водою до робочого рівня. Надлишкове повітря буде витіснятися через запобіжний клапан.

Після цього фіксуються показники водяного манометра і на добу залишають реактор заповненим.

Якщо після доби показники манометра не змінилися або незначно змінилися, то можна вважати, що газова система і реактор є достатньо герметичними. Коли втрачається тиск в реакторі і газовій системі необхідно відшукати та усунути витік.

Призначений для завантаження гній повинен бути оглянутий на предмет свіжості та наявності твердих частинок.

Не рекомендується для запуску установки використовувати гній старше 5 днів.

При більш тривалому зберіганні гною в ньому збільшується вміст кислот. Така сировина несприятливо впливає на процес бродіння, так як змінює оптимальне співвідношення мікроорганізмів в реакторі, внаслідок чого нормальний хід процесу може бути порушеним.

Тверді фрагменти неорганічного походження, такі як: пісок, галька, глина і цемент, обумовлюють утворення осаду, а тверді рослинні фрагменти сприяють утворенню кірки. Це призводить до зменшення газоутворення і скорочення виходу біогазу.

Після огляду гній завантажується в приймальний бункер і розбавляється водою до вологості 92-95% в літній період і 85% - в зимовий. Для досягнення необхідної вологості сировина розбавляється водою. Після отримання однорідності сировина завантажується в реактор, який повинен бути заповнений не більш,

ніж на 2/3 внутрішнього об'єму. Решта порожнини використовується для накопичення біогазу.

Початкова вологість гною ВРХ та свиней складає 65%, а курячого посліду – 75%.

Сировина, яка завантажується в реактор, не повинна бути холодною, а її температура повинна наближатися до оптимальної температури бродіння.

Для забезпечення стійкого росту мікроорганізмів в пусковий період підігрів завантаженої сировини повинен відбуватися поступово, не більше, ніж 2-3° на добу, і доводитися до необхідної температури. В процесі підігріву повинно забезпечуватися інтенсивне перемішування сировини.

Через 7-8 діб починається активна життєдіяльність мікроорганізмів в реакторі.

Перший біогаз містить невелику кількість метану і горить нестійко. Згодом, утворення метану посилиться, і біогаз починає горіти більш інтенсивно. Реактор довантажується відходами не тільки ВРХ, але й відходами свиней, птиці і фекальними стоками.

В період експлуатації БГУ велике значення мають добова доза завантаження свіжого гною і періодичність її внесення. Доза завантаження – величина непостійна і залежить від виду сировини, температури бродіння і концентрації сухої речовини.

Для установок, які працюють у термофільному режимі, добова доза завантаження може досягати 20% повного об'єму завантажувальної сировини.

Під час роботи в мезофільному режимі малі дози завантаження в 1-5% забезпечують більш низьке виділення біогазу, ніж дози в 10-20%. Однак при великих дозах вміст метану в біогазі скорочується, а вуглекислого газу – збільшується.

Тому оптимальною дозою добового завантаження з точки зору теплоутворювальної здатності отримуваного біогазу можна вважати 6-10% для мезофільного режиму роботи установки. Добова доза повинна вноситися в реактор не повністю, а поступово рівними порціями через однакові проміжки часу 4-6 разів на добу. Завантажувальна порція сировини повинна, по можливості, підігріватися.

Для психрофільного режиму роботи установки доза завантажувальної сировини повинна бути не більше 2% при добовому додаванні нової сировини. Якщо використовується метод порційного

завантаження, то реактор завантажується відразу на 2/3 і сировина перероблюється без додавання свіжого гною протягом 40 і більше днів.

Процес бродіння це складне біохімічне явище. Тому обов'язковою умовою успішної експлуатації БГУ є створення умов, необхідних для розвитку організмів, які забезпечують процес метанового зброджування.

Різні штами бактерій мають різні оптимальні температури життєдіяльності.

Максимальний об'єм вироблюваного біогазу у психрофільних бактерій спостерігається при температурі +23°, у мезофільних бактерій – при +35°, у термофільних – при +55°.

Коливання температури на протязі доби не повинні перевищувати двох градусів для психрофільного режиму зброджування, одного градуса – для мезофільного і 0,5 градусів – для термофільного режимів.

Тривалість бродіння сировини при психрофільному температурному режимі складає від 30-40 і більше діб, при мезофільному режимі – в межах 10-20 діб, при термофільному – в межах 5-10 діб.

Крім підтримки оптимальної температури в реакторі важливе значення має перемішування сировини, яке дозволяє зберігати однорідність розподілення завантажувальної сировини і її постійний контакт з мікроорганізмами, а також вирівнює температуру по всьому об'єму реактора. Воно запобігає утворенню кірки на вільній поверхні і нерухомого осаду на дні. Про те, як протікає процес зброджування, можна судити по інтенсивності виділення біогазу, а також по кольору збродженої маси на виході з реактора.

Відсутність біогазу або його слабе утворення свідчить про низьку активність мікроорганізмів і його можна визначити по сірому кольору збродженої сировини.

Причиною цього може бути також недостатня кількість мікроорганізмів, що призводить до затухання процесу, для відновлення якого вимагається введення поживних розчинів з потенціалом доброго газоутворення.

При надлишку поживних речовин можливе утворення кислот і пониження активності мікроорганізмів. Колір збродженої сировини у цьому випадку змінюється на чорний, а на його поверхні може

утворюватися біла плівка. Нейтралізувати метакислоти можна шляхом введення рослинного попелу або вапнякової води.

Якщо зброжена маса має темно-коричневий колір і при цьому утворюється плівка, то можна вважати, що йде нормальний процес бродіння.

Висновки. На основі проведеного дослідження виявлено, що використання біогазового обладнання приносить подвійний позитивний ефект, зокрема екологічний та економічний.

Список використаних джерел:

1. Сидоров Ю. І., Мельниченко О. С., Новіков В. П., Влязло Р. Й. Розрахункова модель безперервного виробництва біогазу та її економічний аналіз // Вісник НУ «Львівська політехніка». — 2004. — № 497. — С. 65–70.

2. Биогаз — один из наиболее перспективных для Украины альтернативных источников энергии. — jankoy.org.ua/page.php?id=5078.

3. Виробництво біогазу в Україні. Реферат // <http://referat.parta.ua/referat/117203/>

4. Украина сосредоточится на производстве биогаза? — <http://news.tradedir.ru/agriculture/news1840.htm>.

Аннотация. В статье рассмотрены схемы биогазовых установок. Приведен порядок установки простой биогазовой установки с ручной загрузкой без перемешивания и без подогрева сырья в реакторе. Данные знания можно использовать для изготовления биогазовой установки в условиях небольших сельскохозяйственных предприятий.

Abstract. In the article the scheme of biogas plants. Adjusted simplest procedure for establishing a biogas plant with manual loading without stirring and without heating raw materials in the reactor. These knowledge can be used for the production of biogas installation in small farms.