

УДК 657:471

Друкований М.Ф.

Яремчук О.С.

Брянський В.В.

(Вінницький національний аграрний університет)

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ПЕРЕРОБКИ БІОМАСИ В БІОГАЗУ ТА ОРГАНІЧНИХ БІОЛОГІЧНИХ ДОБРІВ

В статтє исследованы параметры переработки биомассы в биогаз и органические биологические удобрения . Рассмотрены факторы влияющее на процесс переработки биомассы в биогаз и органические биологические удобрения.

The article explored the parameters of biomass into biogas and organic biological fertilizer. The factors affecting the processing of biomass into biogas and organic biological fertilizer.

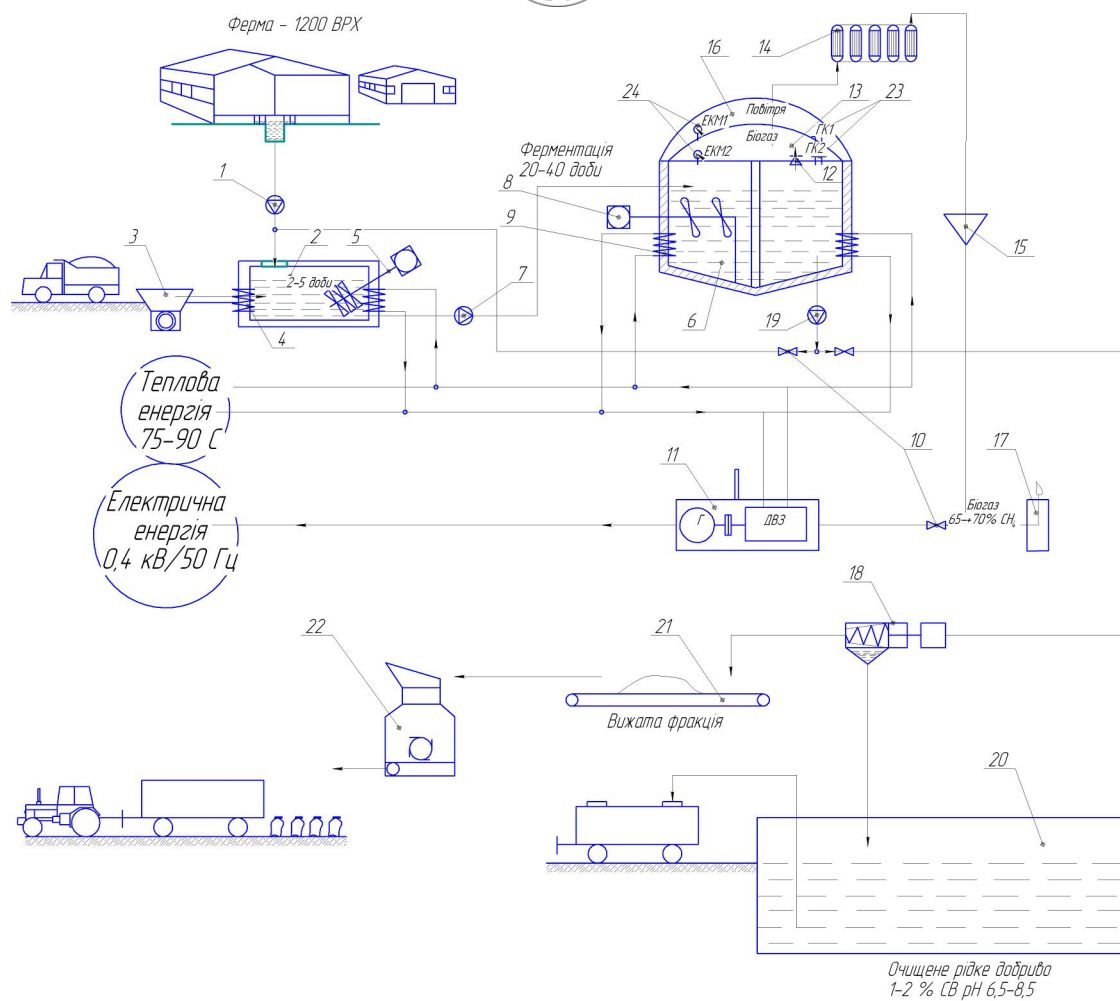
Вступ та основна частина

Для забезпечення високоефективного процесу по переробці біомаси в біогаз та біологічні органічні добрива, прийнята слідуєча технологічна лінія (рис.1). Вона дає загальне уявлення про послідовність окремих стадій і робочих операцій процесу виробництва органічних біодобрив, та біогазу з подальшим використанням його як сировини для когенераційної установки по виробництву електроенергії та тепла. В ній охоплюється весь цикл операцій — від прийому сировини і до одержання готової продукції.

Біомаса, одержувана на фермі утримання ВРХ вологістю 80- 95% доставляються на комплекс автотранспортом для подрібнення довговолоконистих включень і перекачуються в ферментатор окислення 2, де відбувається нагрівання біомаси , її окислювання, змішування та розчинення в ній мінеральної добавки. Паралельно в процесі загрузки в реактор окислення додається 30% силосу кукурудзи, яка доставляються з сховища трактором і також завантажуються в приймальний резервуар пройшовши через подрібнювач 3 до часток від 1-3 мм. Завантажений субстракт підігріваються за допомогою теплообмінника 4 до температури 25 °С і може окисляється до 5 діб в залежності від потреб у завантаженні реактора бродіння біомаси 6. В процесі підігрівання відбувається перемішування субстракту за рахунок роботи мішалки 5. Подача біомаси у реактор відбувається по фекалопроводу за рахунок насоса-дозатора7.

Реактор 6 є повністю герметичним резервуаром з кислотостійкого залізобетону, що теплоізолюється шаром утеплювача. Період перебування сировини в ферментаторі сягає від 20 - 40 діб при фіксованій для мікроорганізмів температурі в 34-37 °С. Реактор обладнаний запобіжним клапаном ГК1 23, який призначен для захисту реактора від підвищеного тиску. При підвищенні тиску газу в біореакторі до 0,05 атм (5 кПа) електронно-контактний манометр ЕКМ 24 дає команду компресору 15 на включення. Компресор закачує біогаз у газгольдер 13, допустимий тиск - 10 атм. При зниженні тиску газу в біореакторі до 0,02 атм (2 кПа) ЕКМ1 дає команду на відключення компресора.

При підвищенні тиску в газгольдері до 10 атм ЕКМ дає команду на відключення компресора.



- 1 - фекальний насос; 2 – реактор окислення; 3 - подрібнювач; 4, 9 теплообмінник; 5, 8 - мішалка;
 6 – реактор бродіння біомаси; 7,19 - насос дозатор; 10 - запірнорегульовальна апаратура;
 11 - когенераційна установка; 12 - клапан; 13 - газгольдер; 14 - очисна колона; 15 - компресор;
 16 - тентове покриття; 17 - факельна установка; 18 - сепаратор; 20 - лагуна; 21 - стрічковий транспортер;
 22 - гранулятор; 23-запобіжний клапан; 24- електронно-контактний манометр.

Рис. 1 - Схема лінії по переробці біомаси в біогаз та біологічні органічні добрива

Реактор 6 є повністю герметичним резервуаром з кислотостійкого залізобетону, що теплоізолюється шаром утеплювача. Період перебування сировини в ферментаторі сягає від 20 - 40 діб при фіксованій для мікроорганізмів температурі в 34-37 °С. Реактор обладнаний запобіжним клапаном ГК1 23, який призначен для захисту реактора від підвищеного тиску. При підвищенні тиску газу в біореакторі до 0,05 атм (5 кПа) електронно-контактний манометр ЕКМ 24 дає команду компресору 15 на включення. Компресор закачує біогаз у газгольдер 13, допустимий тиск - 10 атм. При зниженні тиску газу в біореакторі до 0,02 атм (2 кПа) ЕКМ1 дає команду на відключення компресора.

При підвищенні тиску в газгольдері до 10 атм ЕКМ дає команду на відключення компресора. Для захисту від підвищеного тиску газгольдер обладнаний запобіжним клапаном ГК2. При зниженні тиску в газгольдері до 4 атм ЕКМ2 дає команду на включення двигуна - приводу мішалок 8. Бактерії при перемішуванні збільшують свою активність тому при перемішуванні сировини в біореакторі різко зростає виробництво біогазу.

Перемішування біомаси усередині реактора проводиться похилими міксерами 8 з нержавіючої сталі, а підігрів відбувається зарахунок циркулювання теплої води в теплообміннику 9. Температура води на вході в реактор 60°С, після виходу з реактора біля 40°С.

Система підігріву - це мережа труб, що знаходяться на внутрішній поверхні реактора. Біогазова установка укомплектована когенераційною установкою 11 де вода від охолодження ДВЗ використовується для підігріву реактора. Температура води після генератора 90°C. Витрати теплової і електричної енергії на потреби самої установки складають від 5 до 15% всієї енергії, яку дає біогазовий комплекс.

Біогаз що утворився в процесі анаеробного бродіння, через клапан 12 надходить в газгольдер 13 де в свою чергу проходить вирівнювання тиску і складу біогазу. Від газгольдера через очисну колону 14 компресором 15 відбувається подача біогазу на когенераційну установку 11.

Когенераційні установки - є устаткуванням для комбінованого виробництва електроенергії і тепла, в них застосовуються газопоршневі двигуни внутрішнього згорання, пристосовані до роботи на низькокалорійних газах. З 1 м³ біогазу в когенераційній теплоелектростанції можна виробити 2-4 кВт електро- і 2-8 кВт теплової енергії. Біогаз спалюється в теплоелектростанції безпосередньо без збагачення.

Газгольдер представляє собою високоміцну мембрану яка стійка до відпалу чи прориву для додаткового захисту передбачається також тентове вкриття 16. При подачі біогазу до когенераційної установки відбувається зниження тиску до 5 атм. Вразі надлишкової кількості частина біогазу може бути скинута за рахунок запірної арматури 10 на факел 17.

Переброджена маса з реактор 6 насосом 19 подається на сепаратор 18, який є шнековим пресом, в якому пресування проводиться за допомогою шнека, що дозволяє видавлювати всю вільну рідину. Це єдине устаткування для переробки субстрату, що ефективно відокремлює тверді складові, які виходять сухими і розсипчастими.

Видалена рідка фракція зберігається в лагуні 20, а також подається для змішування зі свіжим субстратом на стадії окислення біомаси і використовується як рідке біологічне органічне добриво. Вижата тверда складова транспортером 21 подається на гранулятор 22 звідки виходить суха речовина - високоякісне біологічне органічне добриво. Виробництво сухого гранульованого добрива фактично виключає втрати живильних речовин при тривалому зберіганні, дозволяє вносити ці добрива до найбільш сприятливих календарних термінів із застосуванням стандартних механізмів (наприклад, звичайні сівалки).

З ємкості зберігання рідких добрив насосами маса перекачується в ємності і вивозиться на поля або на продаж. Датські фірми працюють над тим, щоб з рідкої фракції виділити кормові добавки та ефективні біологічні добрива.

Проведені попередні розрахунки показують наступні можливі співвідношення між розмірами господарств, типорозмірами та їх продуктивністю по виробітку біогазу, гранульованих та рідких біологічних органічних добрив (табл. 1).

Таблиця 1

Виробництво біогазу та органічних добрив в залежності від поголів'я ВРХ

Поголів ВРХ	Вартість компл. тис.євро	Об'ємною т/добу т/рік	Вир-во біогазу м ³ /добу м ³ /рік	Виробництво енергії		Тверді орган. біодобрива т/добу т/рік	Рідкі орган. біодобрива т/добу т/рік
				Електро- кВт год	Тепло- мДж		
1000	Від 200	35	1575	3465	36225	5,25 1916,2	29 10585
	до 500	12775	574875	1264725	13222125		

Продовження таблиці 1

2000	Від 400 до 675	70 25550	3150 1149750	6930 2529450	72450 26444250	10,5 3832,5	59 21535
3000	Від 600 до 800	105 38325	4725 1724625	10395 3794175	108721 39683165	15,75 5748,7	89 32455
4000	Від 800 до 900	140 51100	6300 2299500	13860 5058900	144900 52888500	21 7665	119 43435
5000	Від 900 до 1200	175 63875	7875 2874375	17325 6323625	181125 66110625	26,25 9581,2	148 54020

Проаналізували всі конструкції біогазових установок, які застосовуються в світі, ми розробили основні принципи, по яких можна створювати біогазові установки. Конструкція установки базується на максимальному використанні стандартних деталей і вузлів, що проводяться практично в будь-якій країні світу. Деталі вибрані з сучасних синтетичних матеріалів, які забезпечують хімічну стійкість, малу вагу, хорошу термоізоляцію. За розміром реактора лінія відноситься до середніх біогазових комплексів з фермою на 1000 голів ВРХ.

Головним модулем біогазового комплексу є реактор, в якому відбувається процес гідролізу - окислення під дією гідролітичних бактерій з утворенням жирних кислот і процес переробки жирних кислот метанотворними бактеріями з виділенням біогазу. Щоб зробити процес утворення метану стійкішим пропонується окислення провести за межами основного реактора в окремому реакторі окислення де буде відбуватись безпосередньо розведення початкової органічної біомаси, підігрів її до температури початку протікання процесу збродження, а також розчинення необхідної кількості мінеральних добавок для підвищення якості біологічних органічних добрив.

Перенесення процесу окислення з реактора бродіння в реактор окислення має значні переваги і дозволяє:

- отримувати біогаз з вищим вмістом метану (близько 70%);
- отримати біологічні органічні добрива потрібного складу і якості;
- забезпечити високу стабільну і безаварійну роботу всієї системи в цілому;
- використовувати відходи для переробки;
- підвищити газовіддачу з біосировини рослинного походження (солома, трава, кормові відходи і т. д.) за рахунок розкладання целюлози;
- простіше здійснити перехід на іншу сировину, не залежно від його якості;
- підвищити питоме завантаження всієї лінії.

Основою кожної біогазової установки є реактор збродження, що являє собою герметичний термос, в якому підтримується задана постійна температура. Для цього використовується система підігріву і система перемішування сировини, які управляється блоком автоматики. Для вибору розмірів і конструкції реактора вирішальну роль грають такі чинники, як:

1. витрата біомаси при заповненні;
2. заданий вихід газу або ступінь бродіння субстрата як функція від концентрації сухих речовин, завантаження робочою простору, часу циклу бродіння та інтенсивності перемішування;

3. система виробництва;
4. рівень механізації і автоматизації.

При об'ємах подачі біомаси в $63,1 \text{ м}^3$ за добу економічно застосовувати вертикальні циліндрові реактори. Вони виготовляються на місці установки з залізобетону, який потім утеплюють різними способами. Основний мінус даної конструкції - це капітальна споруда специфічної конструкції, яку неможливо перемістити, та демонтувати.

Температура сировини в реакторі повинна підтримуватися на рівні, оптимальному для функціонування відповідних анаеробних бактерій. Потреба в ній складається з кількості теплоти, необхідної для підігріву маси від температури, характерної для біомаси, що подається в реактор, до температури бродіння, і теплоти, що йде на компенсацію втрат, викликаних теплопровідністю. Оскільки перепади температури негативно впливають на хід біологічного процесу, необхідно поєднувати підведення теплоти з інтенсивним перемішуванням. Складність процесу полягає в тому, що підігрів повинен бути рівномірним, і температура повинна утримуватися в заданих межах. Рациональніше всього використовувати для підігріву реактора енергію від спалювання біогазу, що виробляється когенераційною установкою. В даному випадку тепло є просто побічним продуктом когенераційної установки, що виробляє електроенергію.

Для кожної біогазової установки необхідно забезпечити початкове розігрівання, краще всього запускати установку в теплий час року, тобто при температурі навколишнього повітря вище 20°C .

Рівномірний та постійний розподіл і переорієнтація рідини і твердих речовин, що знаходяться в біомасі, та розрізняються за розміром, формою і щільністю, служать передумовою безперешкодного і ефективного протікання процесу бродіння. Сировина в реакторі має тенденцію розділятися на фракції. На дні реактора скупчується нерозчинний осад. Легші частинки, що захоплюються бульбашками газу, піднімаються вгору і утворюють кірку. Все це істотно уповільнює швидкість реакції. Процес перемішування покращує рівномірність прогрівання сировини. Деталі перемішувального пристрою повинні бути зроблені з корозійностійкого матеріалу.

Реактор, як вказано вище, є термосом. Чим якісний буде зроблена термоізоляція, тим вище буде ККД реактора, тим менше енергії витратиться на підтримку необхідної температури. Особливо важлива термоізоляція при експлуатації біогазової установки в зимових умовах. Основний принцип термоізоляції реактора заглиблення в землю та термоізоляція зовнішньої частини стінки реактора

Щоб раціонально використовувати біогаз необхідно передбачити акумуляцію газу в певному об'ємі, оскільки виробництво газу і його споживання часто не відповідають одне одному.

Газгольдер - це ємкість, в якій накопичується вироблений біогаз та виконується функція стабілізатора тиску. Для газгольдерів високого тиску вибирають сферичні або циліндрові резервуари. У нашій біогазовій установках газгольдером служить сам реактор, який вкривається зверху спеціальною гумовою мембраною. Робочий об'єм такого газгольдера не великий так як весь біогаз переробляється в електроенергію.

Біогаз, вироблений біогазовою установкою, не подається безпосередньо споживачеві, а проходить через декілька спеціальних пристроїв, які можна назвати газовою системою біогазової установки. Перш за все, біогаз необхідно пропустити через зворотний клапан, який забезпечує рух газу тільки в одному напрямі, - від реактора до споживача. Факельна установка - це пальник, на який подається іскра для запалення у момент спрацьовування запобіжного клапана (комутатора), і вогонь підтримується, поки запобіжний клапан відкритий.

Для середніх біогазових установок, виконаних на базі реакторів, найвигідніше зливати шлам під дією сили тяжіння в ємність, розташовану нижче за реактори. При цьому система зливу є звичайною каналізаційною трубою з відповідним краном. Головна



технологічна особливість це закінчення труби, яке повинне забезпечити неможливість засмокування в реактор повітря при зливі.

Для безперебійного функціонування біогазової установки необхідний блок автоматики, який контролює всі параметри і підтримує задану температуру і режим роботи ферментатора, інтенсивність реакції. Робота блоку автоматики базується на інформації, що отримуємо декількома датчиками: датчиком температури сировини в реакторі, датчиками рівня сировини в реакторі. Грунтуючись на цих свідченнях, а також по сигналах таймера, блок автоматики включає і вимикає систему підігріву та систему перемішування. Блок автоматики базується на стандартних недорогих промислових контроллерах. Для управління потужністю навантаження, двигуни системи перемішування, використовуються магнітні пускачі.

Висновки

Застосування реактора окислення зменшує період бродіння на 30-40% в основному реакторі.

Підвищується якість органічних біологічних добрив за рахунок розчинення мінеральної добавки в реакторі окислення.

Сучасних видів енергії людству вистачить на 30-50 років, тому виробництво альтернативних видів енергії біогазу є актуальним.

Останнім часом велику увагу приділяють вирощуванні екологічно чистих продуктів, а цього можна досягти тільки за рахунок виробництва біологічних органічних добрив які працюють в ґрунті 3 роки.

Література

1. Якушко С.І, Яхненко С.М. Установка комплексної переробки органічних відходів за енергозберігаючою технологією //Вісник «СумДУ».- 2006. - №12(96) - с. 81-84.
2. Дурдыбаев С.Д.,Данилкин В.С., Рязанцев В.П. Утилизация отходов животноводчества и птицеводства. -М.:Агропромформ,- 1989, - 53 с.
3. Деклараційний пат. № 7184 Україна. Біогазовий реактор/ Ратушняк Г. С., Джеджула В. В., Державний департамент інтелектуальної власності. - № 20041008416; Заяв, від 18.10.2004; Опубл. 15.06.2005; Бюл №6.