

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРТЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 621.3.631.24(477.81)

ПОГОДЖЕНО

Директор Інженерної школи,
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

Жильцов А.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: „РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ БІОГАЗОВОЇ
УСТАНОВКИ ДЛЯ СВИНОВІДГОДІВЕЛЬНОЇ ФЕРМИ”

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Магістерська програма Електричні мережі і системи

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

(науковий ступінь та вчене звання)

Шокун Я.А.

(підпис)

(ПІБ)

Нормоконтроль

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(підпис)

(ПІБ)

Консультант

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Окушко О.В.

(підпис)

(ПІБ)

КНІВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
електротехнологій

д.т.н. проф.

Жильцов А.В.

(підпис)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Шокупу Ярославу Анатолійовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Магістерська програма

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: „Розробка та дослідження біогазової установки для свинододільничої ферми”

затверджена наказом ректора НУБіП України від

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11. 2021

Вихідні дані до магістерської роботи

«Правила устрою електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- 1) Аналіз стану, перспектив і напрямків реалізації завдань, вирішуваних у проекті. 1
- 2) Технологічна частина.
- 3) Електротехнічна частина проекту.
- 4) Спеціальне завдання: «Розроблення когенераційної установки на біогазовій станції».
- 5) Обслуговування і ремонт енергетичного обладнання.
- 6) Охорона праці. 1
- 7) Висновки. Список використаних джерел.

Дата видачі завдання 02.10.2019 р.

Керівник магістерської роботи

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Усенко С.М.

(підпис)

Шокуп Я.А.

(підпис)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 82 с., 24 рис., 26 табл., 30 джерел.

Біомаса є сконцентрованою енергією сонця, яку можна перетворити в різноманітні види палива: рідке, газоподібне або ж використовувати як тверде для одержання тепла. До складу біомаси входять: сільськогосподарські продукти, виробничі відходи сільськогосподарських і промислових підприємств, лісоматеріали, морські рослини.

Одержання енергії з біомаси здійснюється двома шляхами: менш ефективний – спалюванням, та більш ефективний – шляхом її газифікації. В результаті газифікації отримують біогаз, що в подальшому використовують для забезпечення теплових потреб сільськогосподарських підприємств і для виробництва електроенергії.

Біогаз можна прирівняти до місцевих джерел енергії – його одержують шляхом зброджування органічних відходів, після чого утворюється суміш газів, що містять 50 – 80% метану, 10 – 20% вуглекислого газу, біля 1% сірководню та сліди аміаку.

Для функціонування біогазових установок необхідна енергія двох видів: електрична і тепла. Газові двигуни застосовують для приводу аераційних агрегатів і установок біологічного очищення стічних вод.

Сфери застосування біогазу: при нагріві води для опалення будинків, для сушіння сінної муки, зеленої маси, насіння зернових, досушки сіна, лікарських рослин, а також для запуску стаціонарних газових двигунів, які призначені для виробництва рідких азотистих добрив.

Також біогаз використовують для одержання електроенергії, яка виробляється установками одиничної потужності (0,5 – 3 МВт). Двигуни внутрішнього згорання, що працюють на біогазі мають кращі показники.

Необхідно сказати, що коефіцієнт корисної дії газових двигунів більше ніж у паросилових установках, також, вони простіші у експлуатації.

Актуальність. Для виробництва електроенергії біогаз спалюють у газових двигунах, які у свою чергу приводять у рух електрогенератор. Цей метод, у деяких країнах знайшов широке застосування.

Перевага біогазу у тому, що через постійну потребу в біогазі потреба є лише у невеликих за обсягом газосховищах, при цьому тепло, що віддається двигунами, може бути використане для підтримки необхідної температури зброджування гною, а залишкове тепло – для підігріву води та інших цілей.

Мета дослідження - обґрунтувати систему електрообладнання та засобів автоматичного керування на когенераційній установці біогазової станції, що забезпечить підвищення ефективності технологічних процесів та зменшить її собівартість.

Об'єкт дослідження - технологічні процеси на когенераційній установці біогазової станції.

Предмет дослідження - закономірності та технічні характеристики системи електрообладнання та засобів автоматичного керування з урахуванням їх призначення на когенераційній установці біогазової станції.

Галузь застосування – тваринництво.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1. Вступ.....
2. Розділ 1 Загальна характеристика об'єкта.....

1.1 Реактор.....

1.2 Газгольдер.....

1.3 Механізм завантаження і вивантаження.....

1.4 Сепаратор.....

1.5 Механізм перемішування сировини.....

1.6 Насос.....

1.7 Факел.....

НУБІП України

3. Розділ 2 Технологічна частина.....

2.1 Процеси біохімічних перетворень.....

2.2 Фактори, які впливають на процес бродіння.....

2.2.1 Вологе середовище.....

2.2.2 Виняток проникнення повітря.....

2.2.3 Виняток поодаання світла.....

2.2.4 Температура.....

2.2.5 Показник рН.....

2.2.6 Постачання поживними речовинами.....

2.2.7 Велика площа поверхні сировини.....

2.2.8 Інгібітори.....

2.2.9 Склад газу.....

2.2.10 Максимальний вихід газу.....

2.2.11 Технологічні особливості.....

2.2.12 Об'ємна навантаження і час перебування в реакторі.....

2.2.13 Перемішування.....

2.3 Обґрунтування вибору біогазової установки.....

НУБІП України

4. Розділ 3 Електротехнічна частина.....

3.1 Короткий опис функціональної кінематичної схеми.....

3.2	Розрахунок навантажувальної діаграми і механічної характеристики робочої машини. Визначення режиму роботи двигуна.....
3.3	Вибір типу передачі та розрахунок її елементів.....
3.4	Попередній вибір електродвигуна за потужністю та частотою обертання.....
3.5	Визначення зведеного моменту інерції привода і порівняння його з граничнодопустимим для вибраного електродвигуна.....
3.6	Розрахунок і побудова механічної характеристики і навантажувальної діаграми електродвигуна.....
3.7	Визначення тривалості пункту електродвигуна.....
3.8	Перевірка вибраного електродвигуна за тепловим режимом роботи під час пуску.....
3.9	Вибір апаратів керування, інших елементів схеми, а також електропроводок від ввідного апарата до всіх елементів електропривода.....
3.9.1	Вибір автоматичного вимикача.....
3.9.2	Вибір магнітного пускача.....
3.9.3	Вибір низьковольтного комплектного пристрою (НКП).....
3.9.4	Вибір кнопкового поста.....
3.9.5	Вибір рециркуляційного насосу.....
3.10	Перелік вибраного електрообладнання.....
3.11	Розрахунок технічного ремонту і планово-запобіжного ремонту ...
5	Розділ 4 Детальна розробка.....
4.1	Розробка схеми автоматизованого керування біогазовою установкою.....
4.2	Опис роботи схеми.....
4.2.1	Робота схеми керування у ручному режимі управління.....
4.2.2	Робота схеми у автоматичному керуванні.....
4.3	Необхідне обладнання.....
Розділ 5	Заходи безпеки праці на об'єкті та вибір захисних засобів.....

5.1 Заходи безпеки при експлуатації.....

5.2 Правила охорони здоров'я людей.....

5.2.1 Характер дії і токсичність.....

5.2.2 Перша допомога.....

5.2.3 Лікарська допомога.....

5.3 Небезпека вибуху газгольдера (у результаті надлишкового тиску).....

Розділ 6 Визначення економічної доцільності і ефективності запропонованих у роботі заходів.....

6.1 Узагальнення результатів досліджень.....

6.2 Результати техніко-економічної оцінки.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

Н

А - Ампер;

В - Вольт;

Вт - Ват;

Н

гр. - група;

грн. - гривень;

ел. двигун - електродвигун;

ККД - коефіцієнт корисної дії;

КЛ - кабельна лінія;

КТП - комплектна трансформаторна підстанція;

Н

ЛЕП - лінії електропередач;

м. - метр;

м. - місто;

НКП - низьковольтний комплектний пристрій;

ПР - поточний ремонт;

Н

р. - рік;

рис. - рисунок;

с. - секунда;

САК - система автоматичного керування;

табл. - таблиця;

ТО - технічне обслуговування;

Н

ТП - трансформаторна підстанція;

у.о. - умовна одиниця;

ФГ - фермерське господарство;

ШМ - широтно-імпульсний модулятор;

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУВБІП України

На сьогоднішній день все більшої популярності набувають альтернативні джерела енергії які є поповнюваними. До них відносять енергію сонячного випромінювання, вітру, морів, річок, біопалива.

НУВБІП України

Біопаливо є органічним матеріалом як-от деревина, відходи та спирти, які використовуються для виробництва енергії. Це — поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля й ядерне паливо. Одна перевага біологічного палива в порівнянні з іншими

НУВБІП України

типами палива — те, що воно повністю розкладається мікроорганізмами, і тому відносно безвинне для навколишнього середовища.

НУВБІП України

Розкладена мікроорганізмами продукція промисловості, сільського господарства, лісового господарства та побутові відходи також можуть використовуватися для отримання біоенергії, наприклад, солома, лісоматеріал, добриво, рисове лушпиння, стічні води й залишки продуктів харчування. Ці продукти перетворюються на біогаз через анаеробне травлення.

Сам процес утворення газу це так зване метанове бродіння. Його суть

НУВБІП України

полягає в анаеробному бродінні (без доступу повітря), яке відбувається внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів і супроводиться рядом біохімічних реакцій. Такий газ представляє собою суміш з 65% метану, 30% вуглекислого газу, 1% сірководню і незначного кількості азоту і водню.

НУВБІП України

Актуальність. Для виробництва електроенергії біогаз спалюють у газових двигунах, які у свою чергу приводять у рух електрогенератор. Цей метод, у деяких країнах знайшов широке застосування.

НУВБІП України

Перевага біогазу у тому, що через постійну потребу в біогазі потреба є лише у невеликих за обсягом газосховищах, при цьому тепло, що віддається двигунами, може бути використане для підтримки необхідної температури зброджування гною, а залишкове тепло — для підігріву води та інших цілей.

Мета дослідження - обґрунтувати систему електрообладнання та засобів автоматичного керування на когенераційній установці біогазової станції, що забезпечить підвищення ефективності технологічних процесів та зменшить її собівартість.

Об'єкт дослідження - технологічні процеси на когенераційній установці біогазової станції.

Предмет дослідження - закономірності та технічні характеристики системи електрообладнання та засобів автоматичного керування з урахуванням їх призначення на когенераційній установці біогазової станції.

Галузь застосування – тваринництво.

Задачі які виносяться і будуть вирішуватися.

- Вибір технологічного обладнання для різних технологічних процесів на біогазовій установці;

- Розрахунок та вибір електротехнічного обладнання для різних технологічних процесів на біогазовій установці;

- Розрахунок навантажувальної діаграми і механічної характеристики робочої машини. Визначення режиму роботи двигуна;

- Розрахунок електричних навантажень, вибір джерел живлення та розрахунок зовнішніх електричних мереж;

- Заходи з безпеки праці;

РОЗДІЛ 1.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА

НУБІП України

Обладнання біогазової установки

Основна конструкція біогазових установок складається з таких

складових:

- реактор (бродильний резервуар)
- газгольдер
- механізм завантаження і вивантаження
- сепаратор
- система перемішування
- факел

НУБІП України

НУБІП України

1.1 Реактор

НУБІП України

Розмір реактора вимірюється у кубічних метрах, який залежить від якості, кількості, типу сировини, та від вибраної температури, а також часу зброджування. Основною частиною є резервуар біогазової установки, до

якого вимоги досить високі. Основні вимоги можемо виділити такі:

гідравлічні, теплотехнічні, технологічні, естетичні і економічні. Реактор може бути з різних матеріалів, наприклад, сталь, бетон, полімерні матеріали.

А сам корпус біогазового реактора повинен бути дуже міцним при абсолютній герметичності його стінок. Надійна теплоізоляція стінок та їх властивість протистояти корозії є обов'язковими.

В наслідок цього потрібно передбачити можливість завантаження і вивантаження реактора, та доступ до внутрішнього простору для обслуговування. Класифікацію біогазових реакторів за конструктивними

ознаками показано на (Рис. 1.1).

НУБІП України

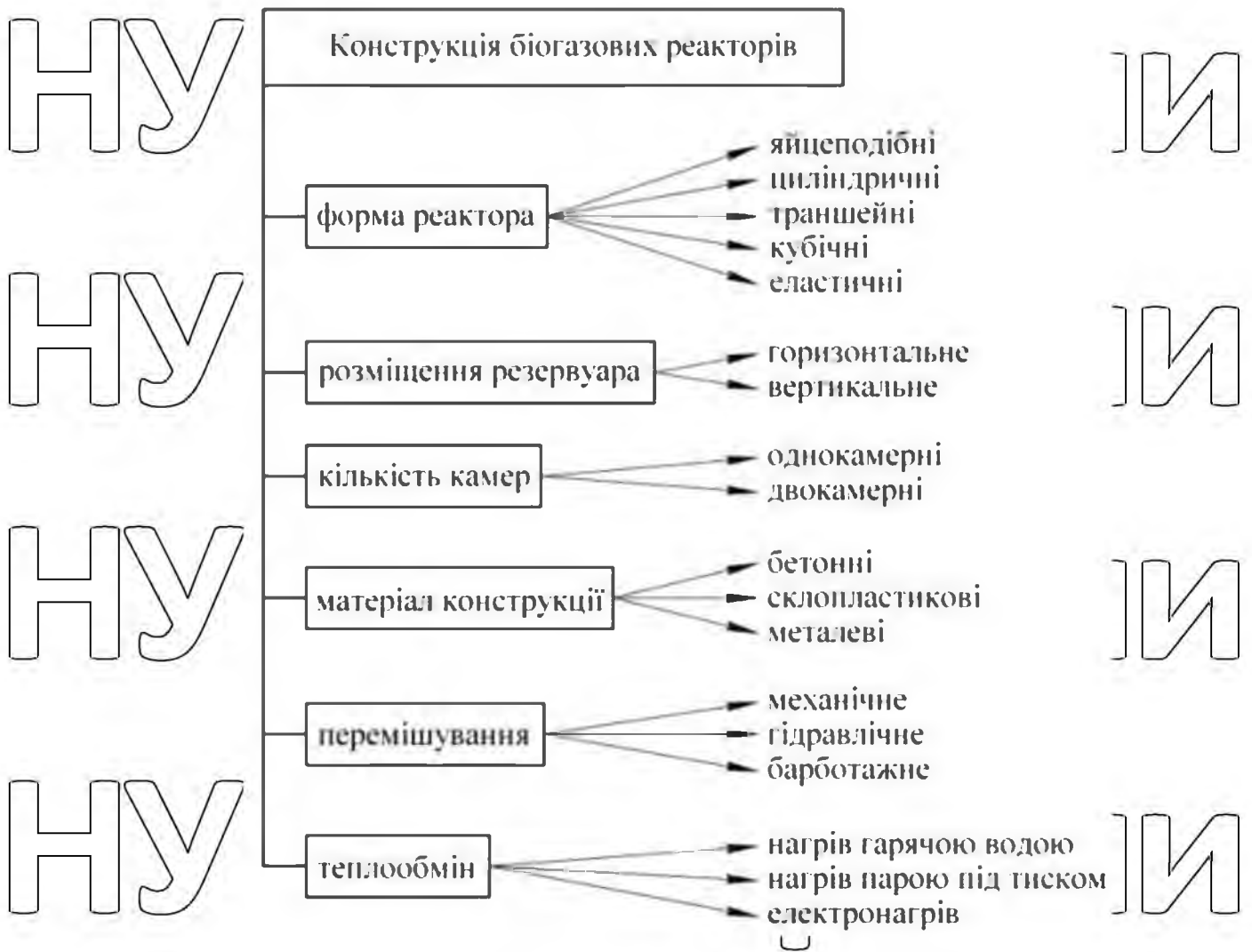


Рис. 1.1. — Класифікація біогазових реакторів за конструктивними ознаками

Реактори є різноманітної форми, які визначаються за місцем розташування, а також експлуатаційними умовами. З огляду на створення найбільш сприятливих умов щодо перемішування рідкого субстрату, накопичення газу, видалення відпрацьованих добрив, а також руйнування кірки, яка утворюється на поверхні, варто застосовувати резервуар, який за формою буде нагадувати яйце (Рис. 1.2). Великі реактори таких форм переважно споруджують з бетону, тому для них особливою є висока вартість виготовлення, а це суттєво обмежує їх застосування. Однак реактори менших

об'ємів щільно нескладно виконати і з склопластика, отже із армованої поліефірної смоли і вони мають меншу вартість.

Для циліндричного резервуара з конусними верхньою та нижньою частинами, так як і для яйцеподібних, характерні незначний простір для накопичення газу, обмежений об'єм плаваючої кірки та зручне вивантаження відпрацьованої маси. Циліндричні резервуари порівняно прості у створенні, а це пояснюється значним досвідом будівництва ємностей для сільськогосподарських цілей (бетонні, сталеві, склопластикові цистерни-бункери для силосу і інших кормів).

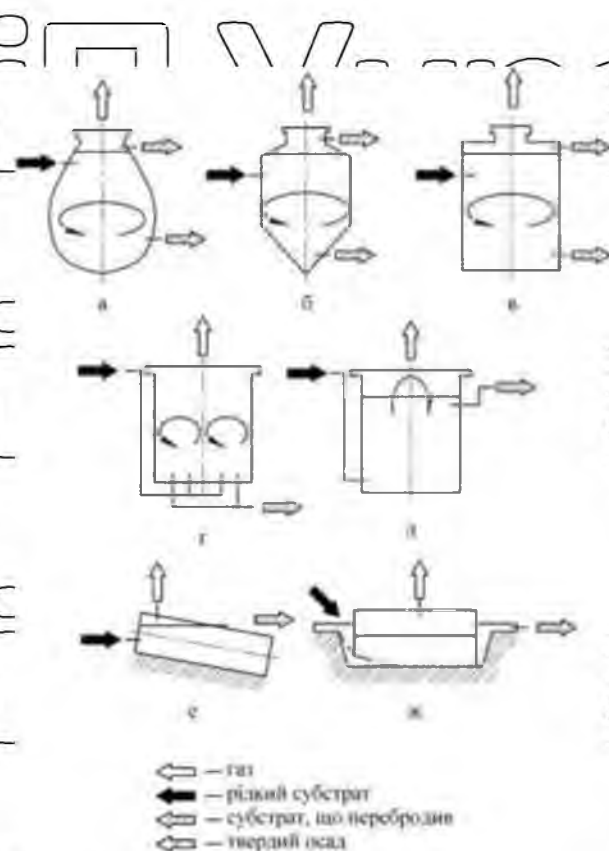


Рис. 1.2 – Найпоширеніші типи резервуарів біогазових реакторів: а – у вигляді яйця, б – циліндричний із конусними верхньою та нижньою частинами, в – циліндричний, г – циліндричний із перегородкою, д – форма паралелепіпеда (з перегородкою), е – циліндричний (розміщений з нахилом), ж – траншея у ґрунті (з кришкою).

У прохолодний період року у реакторах здійснюється завантаження холодної порції біомаси, з низькою температурою, а це призводить до термічного розігрівання середовища. Для сприяння оптимальної температурі матеріалу, що знаходиться у бродильному резервуарі, потрібно подбати про належну теплоізоляцію та додатковий підігрів (Рис. 1.3).

Теплообмінники рекомендується розмішувати у зоні дії перемішуючого пристрою, а це допомагає уникнути осадження твердих частинок на зовнішній поверхні.

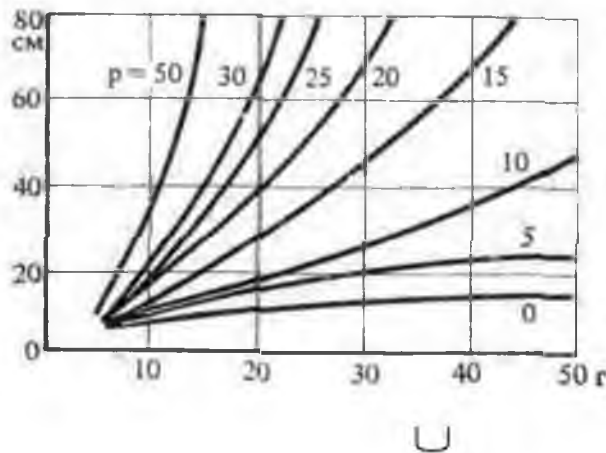


Рис. 1.3 – Оптимальна товщина теплоізоляції в залежності від ціни енергоносія

В реакторі біогазової установки підігрів сировини виконується різноманітними методами:

- внутрішній теплообмінник
- змійовик
- підігрів кожуха
- обігрівом свіжим гноєм
- підігрів суміші, що перемішується

Для оптимальної життєдіяльності анаеробних бактерій температура поверхні нагрівального елемента не може бути більше 60°C. Тому

температурний режим системи теплопостачання біогазового реактора $60^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$, таким чином температура гріючої води максимальна 60°C , зворотної – 40°C . Теплопостачання може бути виконано від газового котла, що працює на природному газі або виробленому біогазі, який попередньо пройшов очищення від шкідливих домішок.

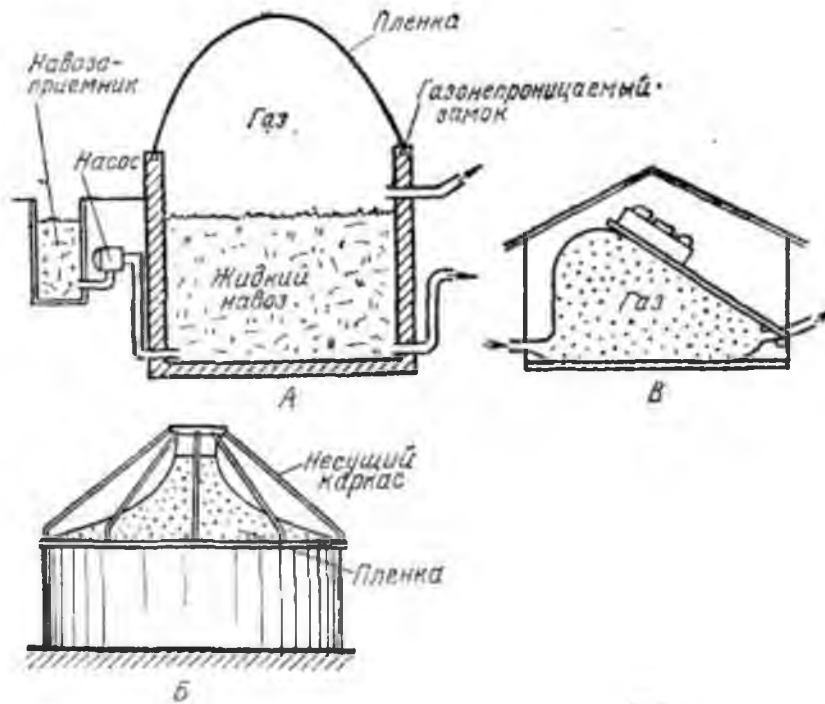
1.2 Газгольдер

В процесі анаеробної ферментації отриманий біогаз починає скупчуватися у верхній частині реактора, де утворюється надлишковий тиск і змінюється протікання реакції отримання нового біогазу. Для акумулювання біогазу застосовують газгольдер, – це сховище біогазу. Є кілька типів газгольдерів, вони класифікуються в залежності від тиску газу, який знаходиться в них та особливості його конструкції. Вони діляться на конструкції із низьким тиском (не більше 5 кПа), середнім тиском (до 300 кПа) та високого тиску (не більше $1,8\text{ МПа}$). Для того, щоб забезпечити газгольдери від надлишкового тиску, який може сформуватися, їх обладнують відсікаючим клапаном та пристроєм від зворотного полум'я.

НУ

НУ

НУ



НИ

НИ

НИ

Рис. 1.4. – Варіанти виконання простих малих газгольдерів:
 а) газонепроникний дзвін над бродильною камерою;
 б) захисний ковпак з натягнутою плівкою;
 в) найпростіший мішок з плівки.

Вибір газгольдера для збереження біогазу потрібно проводити за критеріями вартості, економічності у застосуванні, необхідного об'єму тощо. Для малих фермерських господарств буде достатньо газгольдерів низького тиску, виготовлених з цистерн або других ємностей. В промисловості вибір газгольдера обмежується тільки специфічними вимогами до зберігання і подальшого використання.

Металеві газопроводи необхідно періодично перевіряти на герметичність, так як неочищений біогаз має велику корозійну здатність.

НУБІП України

1.3 Механізм завантаження і вивантаження

Робота БРУ визначає щоденного завантаження сировини, а також вивантаження збродженого гною.

Найпростішим способом завантаження і вивантаження є спосіб переливу, це коли при завантаженні свіжого гною рівень сировини у реакторі збільшується, а через з'єднану переливну трубу така ж кількість збродженої сировини вивантажується в ємність для збору.

Для забезпечення герметичності реактора під час завантаження та вивантаження вхідна і вихідна труби розміщені під нахилом до вертикальної осі так, щоб нижній кінець труби був розташований нижче рівня рідини. Внаслідок цього створюється гідравлічний затвор, який перешкоджає проникненню повітря у реактор.

Для рівномірного поділу свіжої сировини по всьому об'єму реактора, а також ефективності видалення переробленого шлаку труби завантаження і вивантаження розміщені на протилежних сторонах реактора.

Загальна маса, що завантажується може складатись з твердих частинок великих розмірів, скажімо, підстилковий матеріал (тирсу, солому), стебла рослин та інші предмети. А для того, щоб труби не забивались, їх діаметр повинен бути не менше як 300 мм, при цьому завантажувальна труба має бункер для попередньої підготовки сировини.

В момент завантаження свіжої сировини зброжена маса видаляється із реактора автоматично переливом через вивантажувальну трубу. Потім з реактора ця маса попадає в спеціальну ємність, яка служить для тимчасового зберігання переробленої сировини. Також інші ємності можуть бути виготовлені із бетону або металу.

Наступний спосіб завантаження – пневматичний, це коли підготовлена сировина завантажується у реактор під тиском біогазу.

1.4 Сепаратор

Сепаратор розрахований для поділення перебродженої маси на тверду та рідку фракції, який входить до базової комплектації установки отримання біогазу (Рис. 1.5). Деталі сепаратора виготовлені з корозійної та зносостійкої сталі. Суміш поступає довільно або подається з допомогою насоса через

патрубок подачі суміші до завантажувальної камери. А вже з завантажувальної камери за допомогою шнека змінного кроку, виготовленого з зносостійкої сталі, суміш попадає в камеру сепарування.

Камера сепарування є циліндричним ситом, яке виконане також із зносостійкої сталі. Де за допомогою віджиму відбувається розподіл рідкої і

твердої фракції. Рідка фракція виливається через зливний парубок у накопичувальний резервуар, а тверда - через розвантажувальний пристрій залишає сепаратор, а далі скупчується у накопичувальному контейнері.

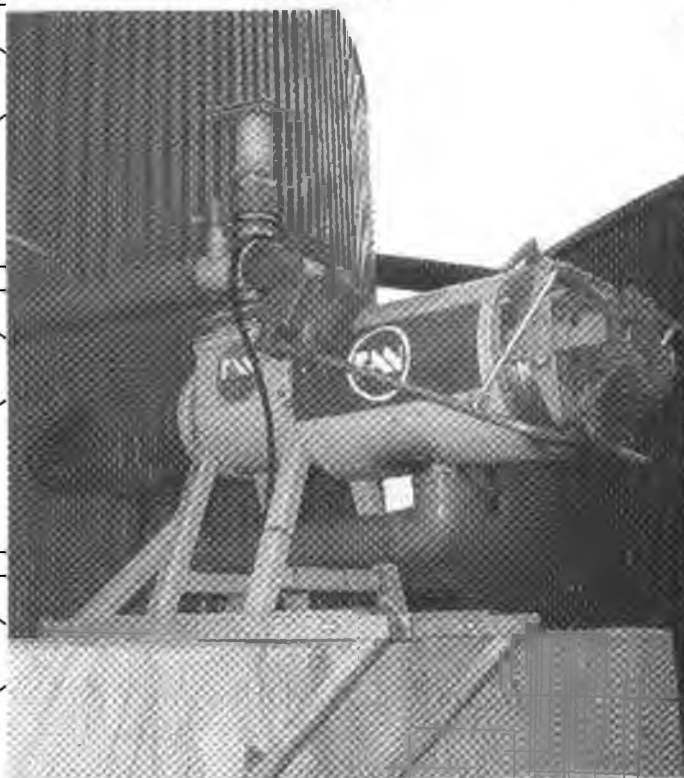


Рис. 1.5 — Сепаратор для відділення твердих речовин від рідкої фракції

1.5 Механізм перемішування сировини

Перемішування сировини у реакторі збільшує ефективність роботи БГУ, а також запобігає осадженню твердих частинок на теплообмінники і дно реактора та перешкоджає утворенню кірки на поверхні.

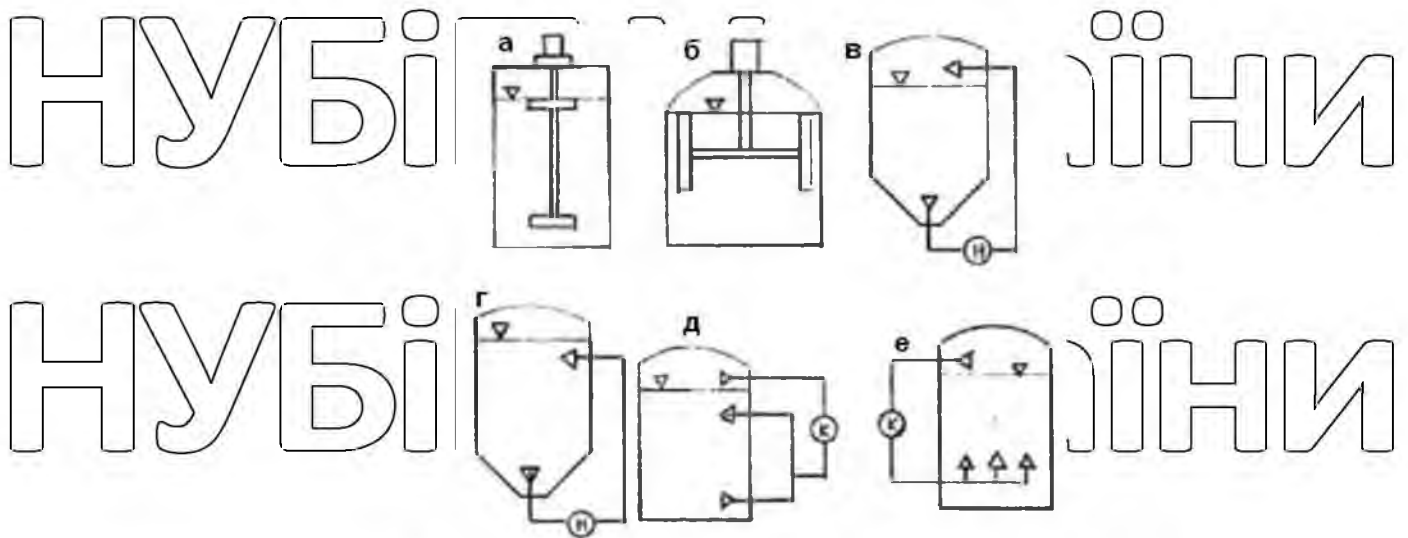


Рис. 1.6. – Способи перемішування сировини у вертикальних реакторах: а, б – механічна мішалка; в, г – перемішування за допомогою насоса; д – перемішування біогазом та рідиною; е – перемішування біогазом.

Перемішування буває постійним чи періодичним в залежності від режиму роботи реактора. На рис. 5 і 6 наведені варіанти перемішування для вертикальних і горизонтальних реакторів.

Загалом перемішування може бути зведено до таких способів:

механічними мішалками, біогазом (що пропускається крізь товщину сировини), а також перекачуванням сировини від верхньої зони до нижньої. Робочими органами механічних мішалок являються шинки, лопаті і планки, які можуть приводитися в дію вручну, як від електродвигунів, так і від повітряного двигуна.

Механічні мішалки із ручним приводом являються найпростішими у виготовленні та експлуатації при застосуванні в реакторах середніх

установок із невеликим виходом біогазу. Вони представляють собою горизонтально або вертикально установлені вал всередині реактора паралельно чи центральній осі. На валу прикріплені лопаті або інші елементи із гвинтовою поверхнею, вони забезпечують переміщення сировини, яка збагачена метановими бактеріями, з місця вивантаження до місця завантаження. Завдяки цьому збільшується швидкість утворення метану і скорочується час перебування сировини у реакторі.

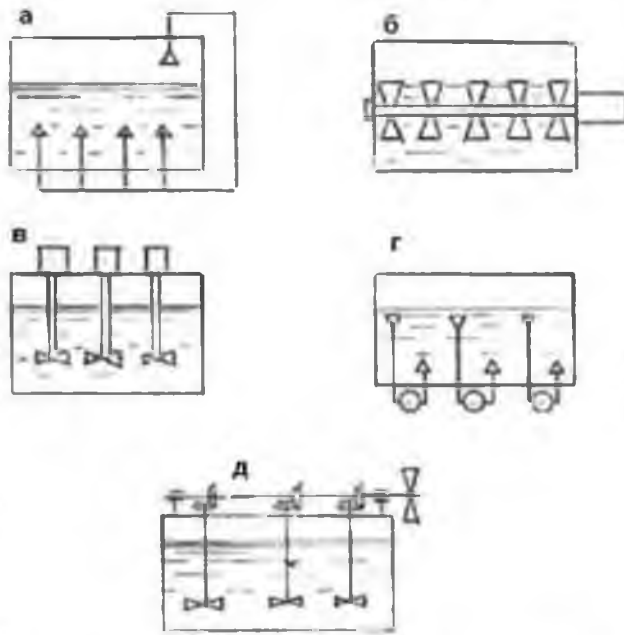


Рис. 1.6. – Способи перемішування сировини у горизонтальних реакторах:

- а) перемішування біогазом;
- б) перемішування механічними лопастями;
- в) перемішування механічними мішалками з електродвигунами;
- г) перемішування за допомогою насоса;
- д) перемішування механічними мішалками від вітряного двигуна.

Гарні результати показує перемішування шляхом пропускання біогазу через товщину сировини тільки у тому випадку, коли в конструкції біогазової

установки є компресор, де відбувається відкачування виробленого біогазу в газгольдер, деяка частина стиснутого біогазу направляється на перемішування сировини у реакторі.

1.6 Насос

Насоси необхідні для подолання різниці між окремими резервуарами біогазової установки, тому в разі необхідності потрібно приводити в рух гідравлічні агрегати.

З насосів, які працюють за деякими принципами витиснення для біогазових установок частіше використовують ексцентрикові шнекові та ротаційні насоси. Перші обладнані ротором із нержавіючої сталі, працюючого в статорі з еластичного матеріалу. Ексцентрикові шнекові насоси самостійно можуть всмоктувати до глибини 8,5 м, виробляючи тиск до 24 бар, але вони не можуть прокачувати великої кількості як відцентрові насоси. Вони є нутливі до роботи насуху, твердим стороннім тілам чи попаданню довгих волокон.

Останнім часом все більшої популярності набувають роторні насоси.

Вони обладнані двома роторами, які рухаються в протилежному напрямку в овальному корпусі. Максимальний тиск коливається в межах 2–10 бар, а подача насоса в таких межах 0,5–4 м³/хв., привідна потужність 7,5–55 кВт.

Якщо порівняти їх з ексцентриковими шнековими насосами з такою самою потужністю споживання, то ці насоси можуть прокачувати більшу кількість твердих сторонніх тіл та речовин, що містять волокна. Тому вони все частіше використовуються на установках, які працюють з збільшеною кількістю волокнистого матеріалу, енергетичними культурами рослин чи розрідженим та подрібненим твердим гноєм, як наприклад субстрат.

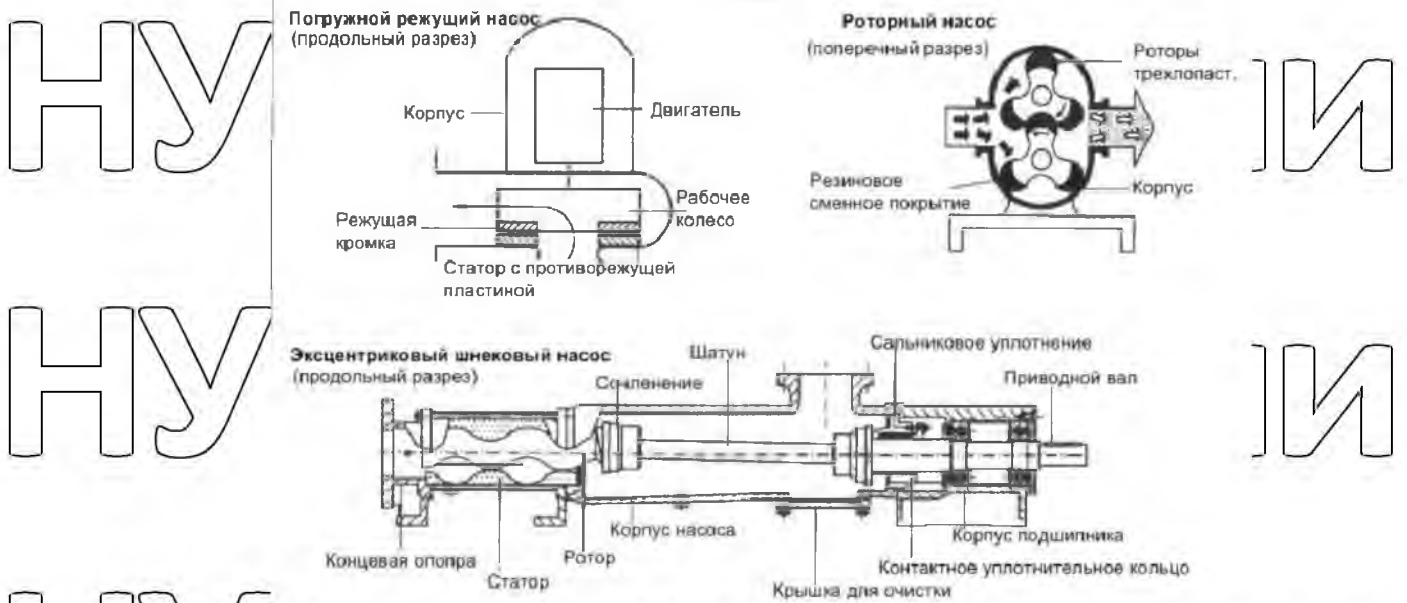


Рис. 1.7. – Приклади насосів, як подають субстрат до біогазової установки

Найважливішими факторами, які визначають потребу в енергії для приводу насосів, є:

- в'язкість субстрату;
- потрібна в кожному випадку об'ємна подача;
- конструкція насосу;
- перетин, число та кривизна колін у трубопроводах.

1.7 Факел

Факельна установка розрахована для миттєвого чи періодичного спалювання біогазу, який виробляється біогазовою установкою, а також полігонами ТПВ при відсутній можливості корисного використання як енергоносія. До складу спалювальної системи входить пальник і додаткові вузли. Пальник зроблений за принципом інжекційного спалювання, який складається з сопла, інжектора з системою контролю подачі повітря, полум'я, труби захисту, штуцера та системи управління

пальником. Система спалювання біогазу виготовлена із нержавіючої сталі. Пальник і вертикально встановлений штуцер тримає несуча конструкція. Система управління пальника знаходиться у шафі, який монтується на несучої конструкції системи спалювання з всіма елементами для контролю і управління запаленням та полум'ям.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Процеси біохімічних перетворень

Біогаз являє собою продукт обміну речовин бактерій, що утворюється завдяки розкладу ними органічного субстрату. Процес розкладання розділяють на 4 етапи, де в кожному беруть участь багато різних груп бактерій:

1. На першому етапі аеробні бактерії перетворюють високомолекулярні органічні субстанції (жири, вуглеводи, білок, целюлозу) з допомогою ензимів на низькомолекулярні сполуки, наприклад цукор, амінокислоти, воду і жирні кислоти.

2. Вже потім розщепленням займаються кислотоутворюючі бактерії. Деякі молекули потрапляють у клітини бактерій, де потім продовжують розкладатися. У такому процесі частково приймають участь анаеробні бактерії, які вживають залишки кисню, а також утворюють необхідні для метанових бактерій анаеробні умови.

3. Далі кислотоутворюючі бактерії з органічних кислот утворюють вихідні продукти для створення метану, саме: оцтової кислоти, двоокису вуглецю і вуглець. Бактерії, які знижують кількість вуглецю є дуже чутливими до температури.

4. На завершальному етапі утворюється метан, двоокис вуглецю та вода у характерних для неї межах як продукт життєдіяльності метанових бактерій з мурашиної і оцтової кислоти, вуглецю та водню (Рис. 1). На

цьому етапі виробляється 90% усього метану, 70% походить з оцтової кислоти. Отже, освіта оцтової кислоти (тобто з етап розщеплення) є фактором, який визначає швидкість утворення метану.

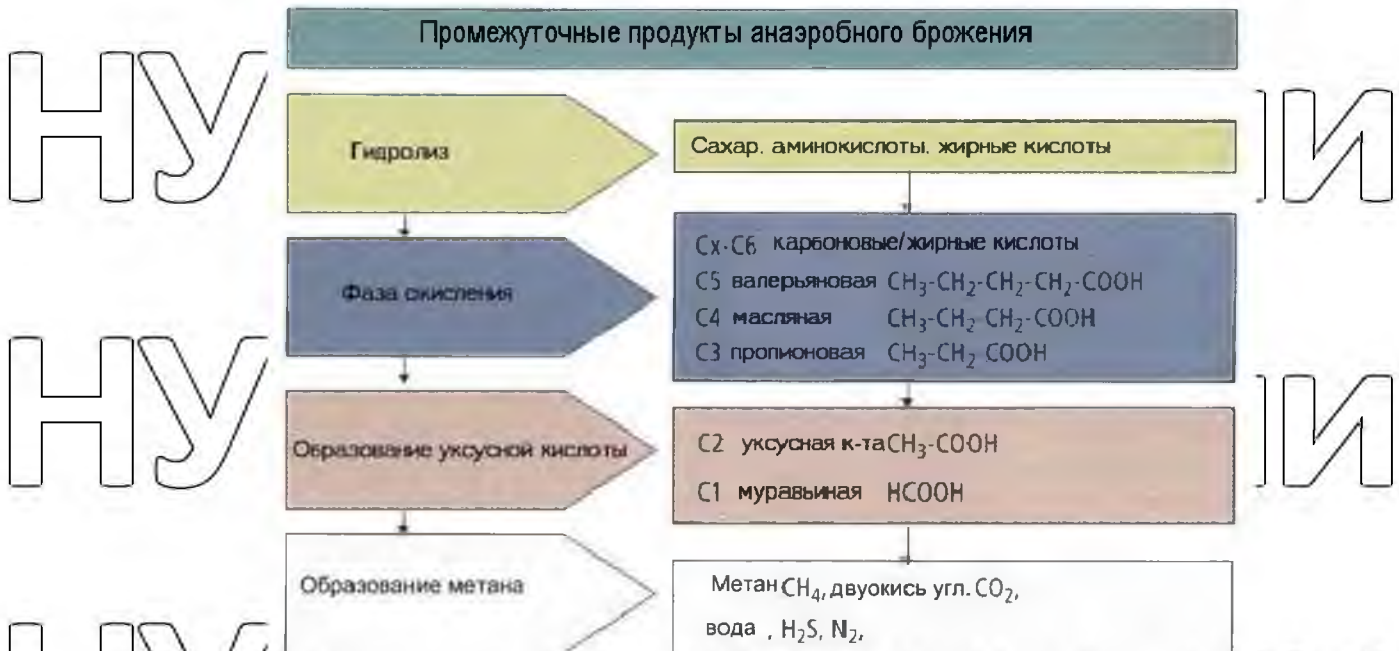


Рис. 2.1. – Продукти обміну речовин (органічні кислоти) анаеробного розкладання

2.2 Фактори, які впливають на процес бродіння

2.2.1 Вологе середовище. Жити і розмножуватися метанові бактерії

можуть, коли субстрати в достатній мірі розчинені у воді (50% мінімум води).

На відміну від аеробних бактерій, грибів і дріжджів вони не будуть існувати у твердій фазі). Отже, для так званих технологій твердих процесів є обов'язкове зволоження матеріалу, адже спочатку несуттєво, субстрат спочатку є вологим або став таким шляхом зрошення чи змішування.

2.2.2 Більш проникнення повітря. Розщеплення органічних

субстратів у анаеробному процесі приймає участь цілий ряд мікроорганізмів.

Приблизно 50% бактерій є аеробними чи факультативно аеробними, які вимагають або добре переносять кисень. Наприклад, метанові бактерії є винятково анаеробними. Якщо у субстраті присутній кисень, як у свіжому гною, то аеробні бактерії спочатку використовують його. Це все відбувається на першому етапі процесу створення біогазу. Тому незначна кількість кисню, що проникає при цілеспрямованому нагнітанні повітря для очищення від сірки чи при відкриванні оглядових отворів, не являється шкідливим. Більш значніше окислювально-відновний потенціал, який являє собою ступінь готовності іонів приймати електрони. Для росту анаеробних бактерій цей потенціал треба щоб знаходився на дуже низькому рівні ($-0,1$ V). Так як кисень має високий окислювально-відновний потенціал ($+1,78$), це спочатку шкодить анаеробним бактеріям. Але якщо є достатньо речовин із низьким окислювально-відновним потенціалом, тоді анаеробний процес відбуватиметься в присутності кисню.

2.2.3 Виняток попадання світла. Світло хоч і не є смертельним для бактерій, але процес воно уповільнює. За допомогою світлонепроникної кришки можна вилучити вплив світла на процес на практиці.

2.2.4 Температура. Метанові бактерії показують свою життєдіяльність у межах температури $0-70$ °C. Якщо наприклад температура вище, то вони починають гинути, винятком є кілька штамів, які можуть жити при температурі середовища до 90 °C. А при мінусовій температурі вони виживають, однак припиняють свою активну діяльність.

Швидкість процесу бродіння сильно залежить від температури. Дуже важливим є : чим вище температура, тим скоріше відбувається розкладання і вище виробництво газу. Отже скорочується час розкладання (Рис. 2.2). При підвищенні температури знижується вміст метану в біогазі. Існує три типові температурні режими, де відповідні штами бактерій добре себе відчувають: психрофільні штами при температурі нижче 25 °C;

- мезофільні штами при температурі 25–45 °С;
- термофільні штами при температурі понад 45 °С.

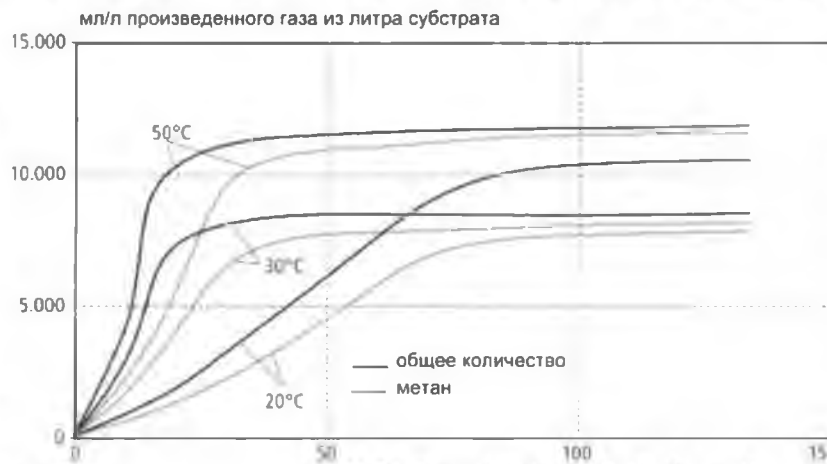


Рис. 2.2. – Вплив температури і часу бродіння на кількість виробленого газу

газу

На (Рис. 2.3) показано вплив температури ферментатора на активність бактерій, де чим вище температура, тим чутливіші бактерії до її коливань, перш за все, якщо вони короткострокові.

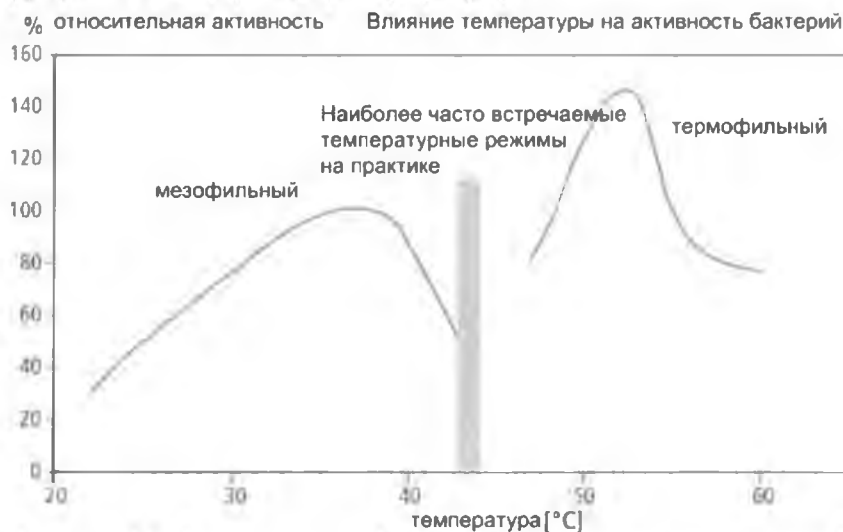


Рис. 2.3. – Вплив температури на активність бактерій. Представлено середню кислотність при окисненні бактеріями глюкози у залежності від температури

2.2.5 Показник рН. Саме тоді, як гідролізуючі та кислотоутворюючі бактерії в кислому середовищі із рівнем рН 4,5–6,3 досягають оптимуму своєї активності, бактерії, які утворюють оцтову кислоту і метан можуть існувати тільки при нейтральному або **слаболужному** рівні рН 6,8–8. Отже для всіх бактерій дійсним є наступне: якщо рівень рН більше оптимального, то вони будуть повільніші в своїй життєдіяльності, а це уповільнює процес утворення біогазу. Для одноступінчатих технологій необхідно витримувати рівень рН для метаноутворення (оптимум 7). На рівень рН може впливати кількість субстрату, що додається та його видом. Субстрати, які дуже швидко окислюються, приводять до різкого падіння рівня рН, отже у їх слід додавати поступово і лише в обмеженій кількості.

Признаками порушення процесу анаеробного зброджування є:

- зниження лужності;
- зменшення величини рН;
- зростання вмісту летючих кислот;
- збільшення дол. CO_2 у газі, який виділяється;
- зниження виходу газу.

2.2.6 Постачання поживними речовинами. Для утворення своїх клітин, бактерії потребують поживні і мінеральні речовини, вітаміни, розчинні сполуки азоту, мікроелементи. Для того, щоб стримати з використувуваних субстратів побільше метану, потрібно забезпечити оптимальне постачання мікроорганізмів поживними речовинами. Ці всі речовини в необхідній кількості містяться у рідкому і твердому гною. Як орієнтовне значення для змішування субстратів дозволяють брати такі співвідношення поживних речовин:

- C : N : P = 75 : 5 : 1 чи 125 : 5 : 1;
 - C : N = 10 : 1 чи 30 : 1;
 - N : P = 5 : 1.

НУБІП України

2.2.7 Велика площа поверхні сировини. Принциповим являється те,

що чим менше субстрат, тим краще. Чим більш волокнистий субстрат і чим більша площа взаємодії для бактерій, тим легше та швидше бактеріям розкласти субстрат. Також його простіше змішувати, перемішувати і підігрівати без утворення плаваючої кірки чи осаду. Подрібнена сировина впливає на кількість виробленого газу через тривалість періоду бродіння. Тому, чим коротше період бродіння, тим краще буде подрібнений матеріал (Рис. 2.4)

НУБІП України

НУБІП України

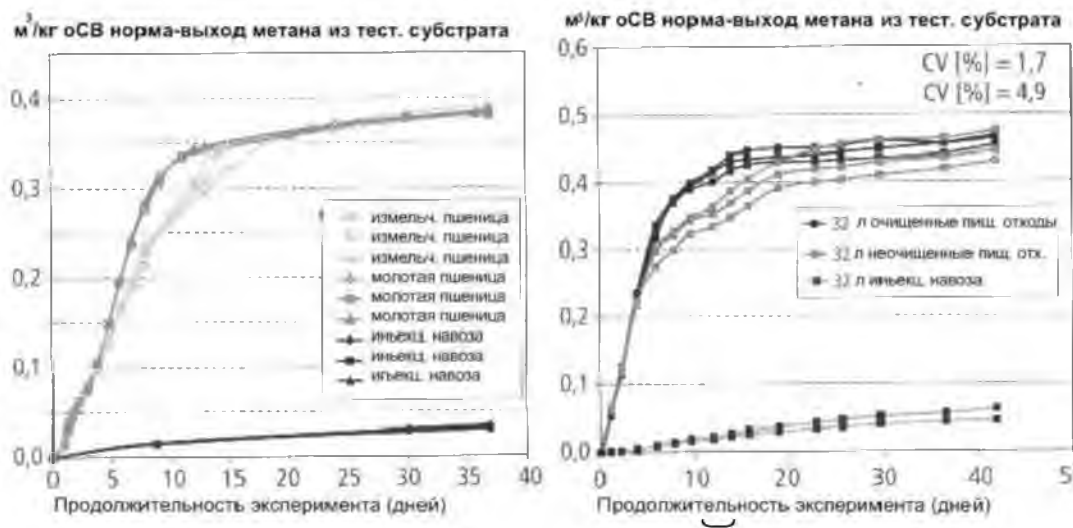


Рис. 2.4 – Вплив подрібнення субстрату на вихід біогазу та часу бродіння (Жельффрих, Окснер, 2003)

При досить тривалому періоді бродіння кількість виробленого газу знову зростає.

НУБІП України

2.2.8 Інгібітори. Коли об'єм одержуваного газу зменшений або процес пов'язаний з уповільненням, то у цього будуть різні причини, однією з таких є інгібітори. Це речовини, які при деяких обставинах в невеликих обсягах зменшують продуктивність розкладання або при токсичних концентраціях зупиняють процес розкладання загалом. До таких речовин, які у великій концентрації зменшують життєдіяльність мікроорганізмів належать важкі метали, їх солі, аміак, лужні та лужноземельні метали, нітрати, детергенти, сульфіди, органічні розчинники, антибіотики.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.1 Граничні концентрації речовин, які перешкоджають процесу метанового бродіння.

Хімічні елементи	Концентрація мг на 1 л субстрату
Мідь	10
Кальцій	8000
Натрій	8000
Калій	8000
Магній	3000
Аміак	1500
Сульфід	200
Нітрати	50

2.2.9 Склад газу. Склад та кількість газу, що утворюється завдяки повному розкладанню речовини, залежить від співвідношення C:H:O:N у вихідному матеріалі, а також від температури процесу бродіння. З найбільш важливих з'єднань, що входять до складу органічної речовини, жири обумовлюють найвищий вихід газу із високим утриманням CH₄, білкові речовини – дещо меншої, але також з високим утриманням CH₄, та вуглеводи трохи небагато газу із найменшим утриманням.

2.2.10 Максимальний вихід газу. З усіх запитань про те, яка кількість газу може виділятися із різноманітних сільськогосподарських відходів, залишків і їхніх сумішей за оптимальних умов зброджування, є дуже розбіжні дані.

Наприклад, якщо віднести вихід газу, що можливий при температурі 32°C, до кількості органічної маси, яка розклалася, то відповідні значення знаходяться в межах $V_{\text{заг}} = 0,8 \dots 1,0 \text{ м}^3$ на 1 кг органічної маси, що розклалася.

Навпаки, вихід газу, який віднесений до одиниці органічної маси, що закладається у реактор, знаходиться в інтервалі $V_{\text{газ}} \in 0,4 \dots 0,5$ м³ на 1 кг внесеної маси. Тому, в залежності від частки спроможної до зброджування органічної маси у реакторі розкладається тільки 40...50% усієї органічної маси, яка закладається в нього.

Співвідношення кількості газу, що виділяється з органічної речовини рідкого/гною дійних корів (Д), бичків на відгодівлі (Б), свиней (С) та курок (К) в процесі бродіння при температурі 33°C, у першому наближенні можна визначити рівним: Д:Б:С:К = 5:7:8:10

2.2.11 Технологічні особливості. Практично досяжний в промисловій установці вихід газу залежить від багатьох чинників, вплив їх обумовлений конструкцією установки та виробничих умов, може бути різноманітним.

Значення мають такі чинники як:

- завантаженість робочого простору (кількість органічної маси, яка завантажується, що припадає на одиницю часу та одиницю чистого об'єму реактора);

- технологічний час циклу шумування (час знаходження у реакторі органічної маси, що закладається у нього);

- інтенсивність перемішування.

2.2.12 Об'ємна навантаження і час перебування в реакторі. Щоб уникнути переогодовування бактерій, краще за все рівномірно подавати субстрат у ферментатор через короткі інтервали часу. А чим легше розкладається матеріал, тим частіше потрібно подавати субстрат. Таким чином вдасться уникнути різкого зниження температури. Наповнення ферментатора один або два рази на день, як це показано раніше, сьогодні буває дуже рідко і це можливо тільки для субстратів із високим буферним ефектом (якими є екскременти тварин) або при сильно малій завантаженні ферментатора. Для установок із великим завантаженням ферментатора, а це

сьогодні зустрічається часто, з метою досягнення великої потужності найважливішою є подача з інтервалом в одну годину.

В цьому співвідношенні об'ємне навантаження (ОН) являється важливим експлуатаційним параметром, який показує, скільки кілограмів органічної сухої речовини (ОСР) дозволяється подати у реактор на м робочого об'єму за одиницю часу. Об'ємне навантаження визначається в кг ОСР/(м³ добу).

$$B_R = \frac{\dot{m} \cdot c}{V_R} \text{ [кг ОСР м}^3 \text{ доба}^{-1}] \quad (2.1)$$

Рівняння 2.1 – Об'ємне навантаження $ON (\dot{m})$ – поданий об'єм субстрату за одиницю часу [кг/добу]; c – концентрація органічної речовини [% ОСР];

V_R – об'єм реактора [м³])

Об'ємне навантаження може вказуватися для кожного ступеня (газонепроникний, ізольований і обігрівасмий резервуар), для всієї системи (сума робочих обсягів всіх ступенів), а також з урахуванням або без урахування повернення матеріалу (рециркулятом). Внаслідок зміни контрольних величин для об'ємного навантаження устанівки частково виходять дуже різні результати. Для можливості інформативного порівняння об'ємного навантаження різних біогазових установок рекомендується розраховувати цей параметр для всієї системи без обліку повернення матеріалу, тобто винятково для сирого субстрату.

Ще одним параметром для розрахунку розміру резервуарів є гідравлічний час перебування (HRT; hydraulic retention time). Це час, протягом якого поданий у реактор субстрат в середньому залишається в реакторі до його видалення звідти. Для розрахунку беруть відношення обсягу

реактора (V_R) до об'єму субстрату, що подається в реактор за добу (\dot{V}).
 Гідравлічний час перебування вказується у добу

$$HPT = \frac{V_R}{\dot{V}} \text{ [доба]} \quad (2.1)$$

Рівняння 2.2 – Гідравлічний час перебування (V_R – об'єм реактора [м^3];
 \dot{V} – об'єм субстрату, що подається в реактор за добу [$\text{м}^3/\text{добу}$])

Реальний час перебування відрізняється від гідравлічного, так як в залежності від перемішування, наприклад, каналотворення у масі, окремі компоненти залишають реактор з різною швидкістю. Між об'ємним навантаженням і гідравлічним часом перебування існує тісний взаємозв'язок

(Рис. 2.5).

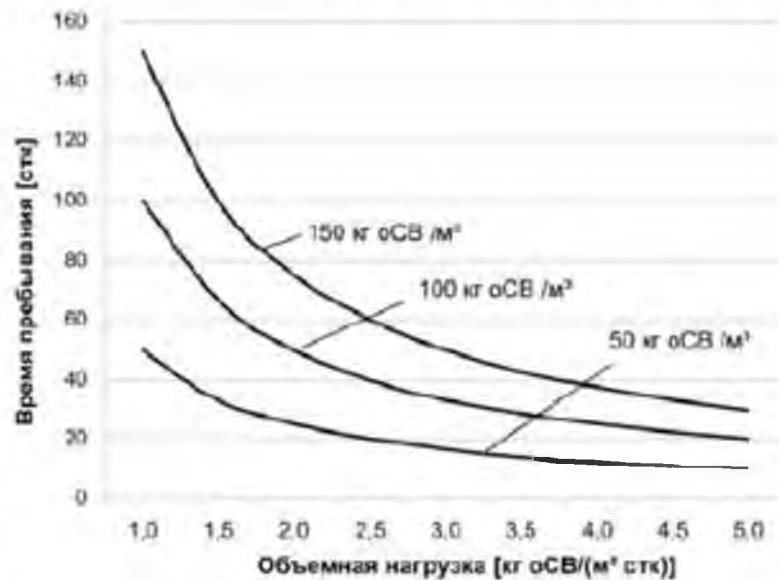


Рис. 2.5 – Взаємозв'язок між об'ємним навантаженням і гідравлічним часом перебування при різних концентраціях субстрату

За умови незмінного складу субстрату із збільшенням об'ємного навантаження у реактор подається більше сировини і відповідно скорочується час перебування. Щоб мати можливість підтримувати процес бродіння, гідравлічний час перебування слід вибирати таким чином, щоб при постійній заміні вмісту реактора вимивалося не більше мікроорганізмів, ніж може дорости за цей час (наприклад, період подвоєння метаногенних архей становить 10 днів і більше). Крім того, слід враховувати, що при незначному часу перебування у мікроорганізмів залишається мало часу для розкладання субстрату, що призводить до недостатнього обсягу отримання газу. Також, важливо адаптувати час перебування до питомої швидкості розкладання використовуваних субстратів. При добовому обсязі подачі разом із розкладанням субстрату і бажаним часом перебування можна розрахувати необхідний об'єм реактора.

Названі експлуатаційні параметри біогазової установки, в першу чергу служать для опису ситуації з навантаженням, наприклад, для порівняння різних біогазових установок. Лише в процесі запуску установки параметри виявляються корисними для управління установкою, що стосується безперервного, повільного збільшення. При цьому, як завжди, увага приділяється об'ємному навантаженню. На установках з великими об'ємами рідини і невеликим вмістом розкладаємої органіки, що подаються (установки для переробки гною) час перебування має важливе значення.

2.2.13 Перемішування. Для досягнення великого обсягу отримання біогазу потрібний інтенсивний контакт бактерій та субстрату, який загалом досягається перемішуванням у резервуарі для бродіння. В реакторі з неперемішуваним вмістом через деякий час починає відбуватися поділ вмісту з одночасним утворенням шарів, що здійснюється через відмінності в щільності деяких компонентів використовуваних субстратів, а також підйому внаслідок утворення газу. При цьому, велика частина маси бактерій знаходиться у нижній частині з більшою щільністю, а розкладаємий субстрат

часто збирається у верхньому шарі. За таких умов контактна зона обмежена прикордонними зонами обох шарів, а розкладання відбувається тільки у незначній мірі. Крім цього, з спливаючих твердих речовин утворюється плаваюча кірка, яка і ускладнює вихід газу.

Таким чином, важливим є сприяння контакту мікроорганізмів та субстрату шляхом перемішування вмісту резервуара для броління. Але дуже сильного перемішування слід уникати. Насамперед, утворюючи оптову кислоту бактерії (активні у процесі ацетогенеза) і археї метаногенеза утворюють тісний симбіоз, а це дуже важливо для стабільного процесу утворення біогазу. Якщо цей симбіоз порушується занадто великими дотичними силами завдяки інтенсивному перемішуванню, анаеробне розкладання може опинитися під негативним впливом.

Тому необхідно знайти компроміс, враховуючи обидві ці умови. На практиці це в багатьох випадках досягається повільно обертаючими мішалками, які генерують тільки незначні дотичні сили, а також тим, коли вміст реактора переміщується з інтервалом (протягом короткого, визначеного заздалегідь інтервалу часу).

2.3 Обґрунтування вибору біогазової установки

Існує багато технологічних схем біогазових установок, які використовуються для того, щоб:

1. забезпечувати господарство **біошламом** (органічним добривом), за деякими показниками являється кращим, ніж мінеральні добрива;
2. забезпечувати біогазом господарство (на власні потреби);
3. біогазові установки, які використовують для забезпечення біогазом та забезпечення господарства біошламом.

Біогазову установку із технологічною схемою (Лист №1) варто вибрати тому, що її схема більш простіша, ніж у інших. Таку біогазову установку можна легко змонтувати в умовах господарства з мінімальним

використанням серійних частин. В цій біогазовій установці з серійних частин застосовується тільки центрифуга, а вже інші частини можна зробити в умовах господарства.

До нашої біогазової установки входить:

- тваринницьке приміщення;
- збірник вхідної сировини;
- біоферментер;
- газгольдер;
- центрифуга;
- метантенк;
- приміщення для розфасовки рідких і твердих органічних добрив.

Для нашої біогазової установки візьмемо ферму великої рогатої худоби на 200 голів з виходом гною рівним близько $10 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Щоб вмістити в себе всю вихідну сировину (гній з ферми), наш збірник вхідної сировини повинен бути об'ємом до 150 м^3 , так як всередині реактора процес ферментації (виділення біогазу) проходить приблизно 20 днів. Тому для нашої біогазової установки можемо вибрати метантенк із об'ємом реактора 100 м^3 .

Таблиця 2.2 Кількість екскрементів, що виділяють тварини в середньому за добу, кг

Тварина	Вихід в кг
ВРХ:	
корови –	45
молодняк –	20
Свиноматки	12
Відгодівельне поголів'я свиней масою від 20 до 90 кг	5
Вівці	2,5
Коні	26
Кури	0,1

Таблиця 2.3 – Температура, яка утворюється термогенами залежить від виду гною

Вид гною	Температура
Кінський	75
Свинячий	70
Коров'ячий	40
Овечий	65
Птахів:	
з підстилкою –	72
без підстилки –	30 – 50
Суміш з коров'ячого (7 частин) і кіньського (3 частини)	66

Для можливості постійно добавляти в реактор гній необхідно встановити центрифугу, яка буде передавати гній із збірника вхідної сировини до метантенку. Вибираємо центрифугу СВД – 25, яка повністю задовольняє нас, тому що процес бродіння, що проходить у метантенку, це

не миттєвий процес, тому центрифуга повністю загрузить бродильний реактор за 4 години, так як продуктивність її становить 25 м³/год.

Для ефективного розподілу та зберігання біогазу вибираємо сухий газгольдер низького тиску об'ємом 100 м³. Він може бути двох типів: дискового або манжетного. Робочий тиск всередині газгольдера 2...5 кПа.

Для нього не буде потрібен масивний фундамент. Такий газгольдер при такій установці обходиться дешевше на 20%, ніж аналогічний, але вже мокрий газгольдер.

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика метантенку

Показники	Об'єм реактора, м ³
Потужність за добу	100
Біогаз, м ³	200
Рідке добриво, т	10
Маса, т	6,5

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика центрифуги

Показники	СВД – 25
Продуктивність за добу, м ³ /добу	25
Потужність, яка споживається, кВт	15
Частота обертання ротора, хв ⁻¹	750
Габаритні розміри, мм	1824×1500×1640
Маса, кг	900

3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Короткий опис функціональної кінематичної схеми

Мішалка призначена для перемішування субстрату, який розміщений всередині метантенку, для того, щоб ферментація і утворення біогазу проходило якініше, швидше та не утворювалася плаваюча кірка. Вона складається з рами, лопатевої мішалки, електроприводу і контрольно-вимірювальних приладів. Лопатева мішалка складається із вала та 8 лопатей.

Основні характеристики мішалки.

1. Встановлена потужність, кВт..... 7,5
2. Електродвигун приводу..... 4AIP112M6CV2
3. Частота обертання мішалки, об/хв..... 19,5
4. Рівномірність перемішування, %..... 90

3.2 Розрахунок навантажувальної діаграми і механічної характеристики робочої машини. Визначення режиму роботи двигуна

Механічна характеристика робочої машини описується таким рівнянням

$$M_c = M_0 + (M_{CH} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x, \quad (3.1)$$

де M_c – момент статичних опорів, Нм;

M_0 – момент зрушення, Нм;

M_{CH} – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості, Нм;

ω_n – номінальна кутова швидкість, об/хв;

ω – задана кутова швидкість, об/хв;

x – показник степеня ($x = 1,2 \dots$).

Виразуємо момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості

НУБІП УКРАЇНИ

$$M_{CH} = \frac{P_{НОМ}}{\omega_{НОМ}}, \quad (3.2)$$

НУБІП УКРАЇНИ

де $\omega_{НОМ} = \frac{\pi \cdot n_n}{30} = \frac{3,14 \cdot 970}{30} = 101,6 \text{ об/хв};$
 $P_n = 7,5 \text{ кВт}; \omega_n = 970 \text{ об/хв};$

$$M_{CH} = \frac{7500}{1016} = 73,8 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$M_0 = 0,4 M_{CH} = 29,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Підставимо добуті значення у рівняння механічної характеристики робочої машини і отримаємо точки для побудови графіка. Так як показник степеня $\chi = 1,2$, то ми можемо відразу сказати, що характеристика має вигляд прямої і тому нам достатньо 4-ох точок, щоб її побудувати.

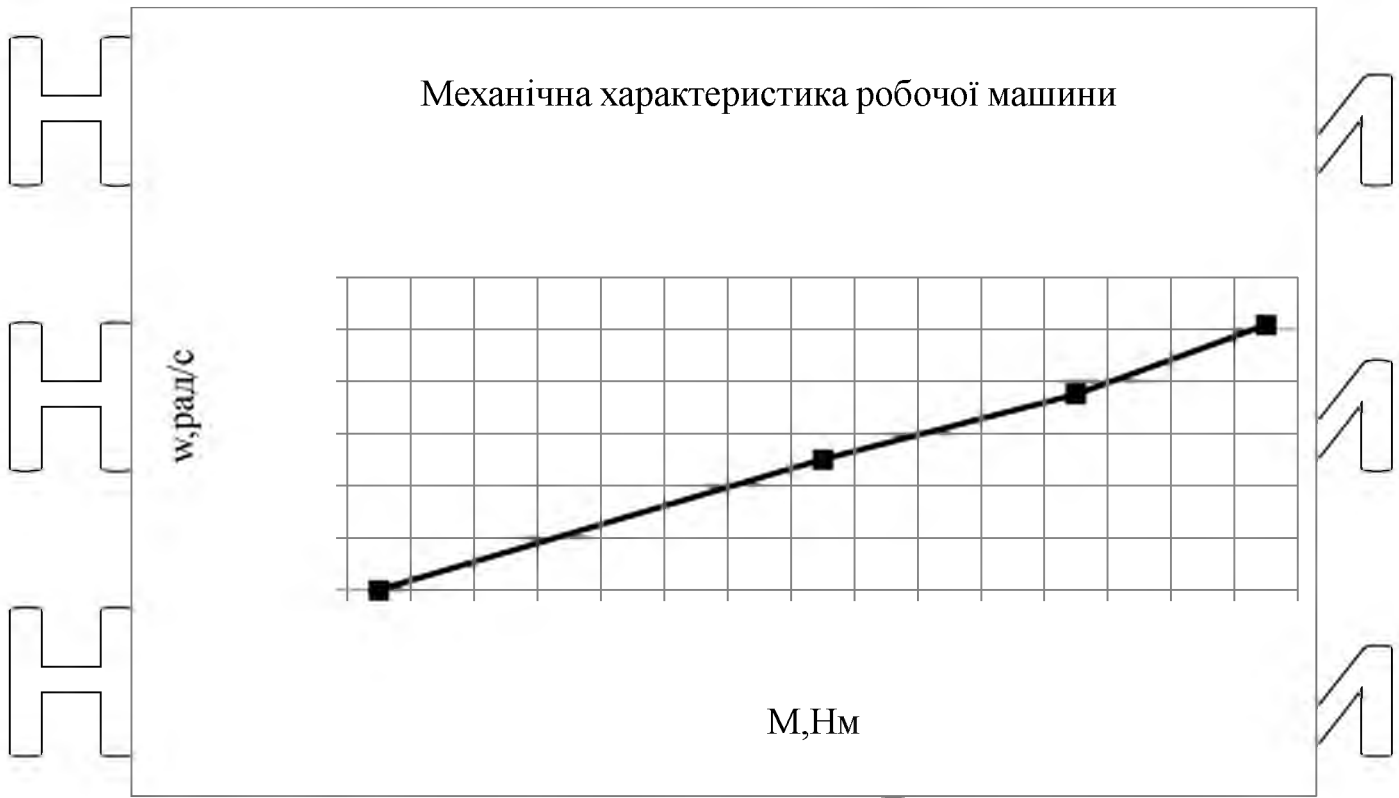
НУБІП УКРАЇНИ

Механічна характеристика робочої машини

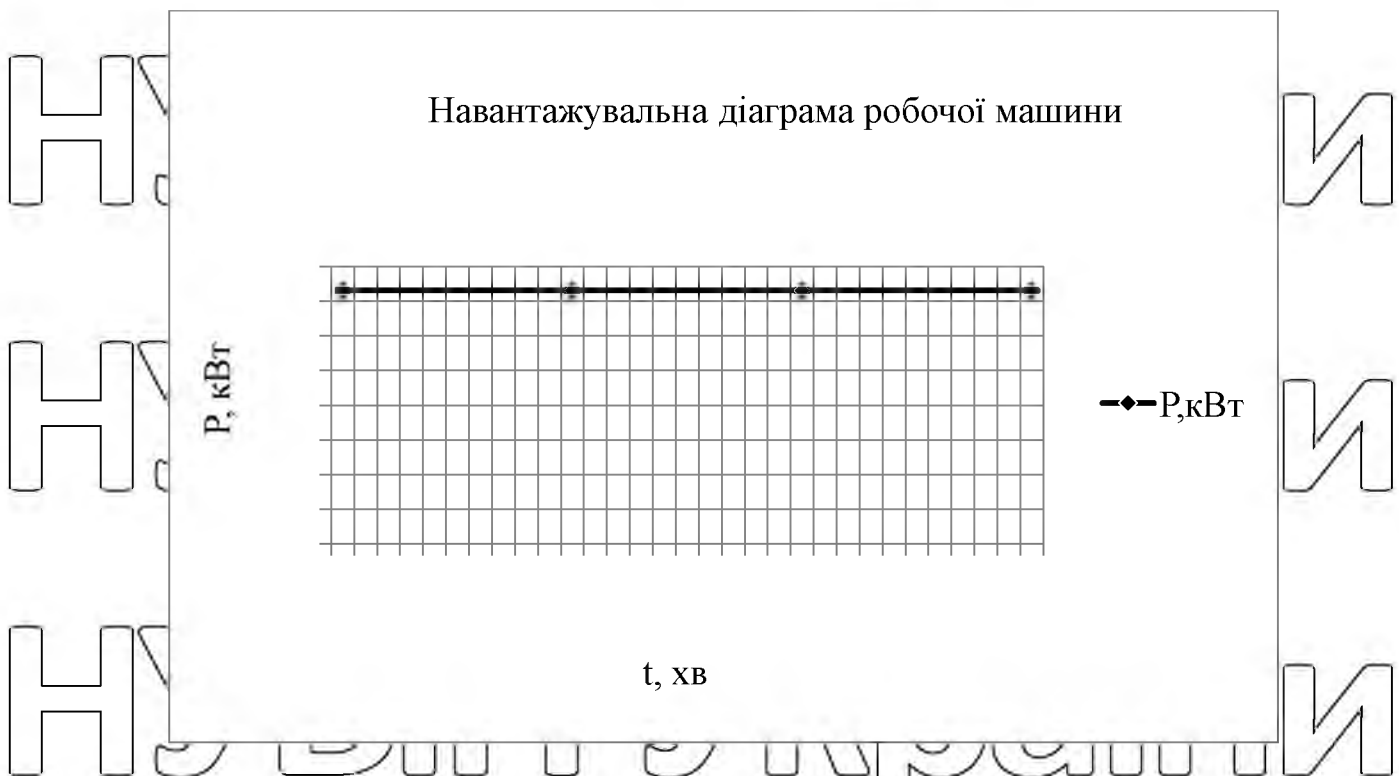
$\omega, \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	0	50	75	101,6
$M_c, \text{Нм}$	29,5	36,6	40	43,8

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ



У зв'язку з тим, що навантаження на валу не має пікових навантажень, то навантажувальна діаграма має вигляд прямої і проходить паралельно осі абсцис.



Вибір режиму роботи електродвигуна залежить в першу чергу від типу виконання роботи машини, від характеру навантаження, а також від тривалості робочого циклу.

З огляду на те, що робочий цикл змішувача триває 40 – 45 хв., а навантаження на валу постійне, то ми вибираємо режим роботи S1 – тривалий.

3.3 Вибір типу передачі та розрахунок її елементів

Для передачі крутного моменту від вала електродвигуна до вала робочої машини необхідно використовувати клино-пасову передачу, редуктор, зубчасті зірочки для передачі крутного моменту прямо на вал робочої машини.

Діаметр шківів, розміщеного на валу електродвигуна, складає $d_1 = 200 \text{ мм}$, а діаметр шківів на вхідному валу редуктора $d_2 = 400 \text{ мм}$

$$i_{\text{клинопас.передача}} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{400}{200} = 2 \quad (3.3)$$

Передавальне число редуктора $i = 10$. На вихідному валу редуктора розміщена зірочка, кількість зубів якої $Z_1 = 16$, а на валу робочої машини зірочка де $Z_2 = 36$.

Передавальне число ланцюгової передачі:

$$i_{\text{ланцюгова}} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{36}{16} = 2,25 \quad (3.4)$$

Загальне передавальне число системи:

$$i_{\text{сист.}} = \frac{\omega_{\text{де}}}{\omega_{\text{роб.машини}}} = \frac{970}{19,5} = 49,75 \quad (3.5)$$

3.4 Попередній вибір електродвигуна за потужністю та частотою обертання

Вибір електродвигуна за потужністю здійснюємо на основі навантажувальної діаграми $P_b = 7,3$ кВт. Далі вибираємо двигун:

4AIP 112 M6 CY2

серія

висота осі обертання

кількість полюсів

кліматичне виконання (У) та категорія

розміщення

У вибраного двигуна:

$$P_H = 7,5 \text{ кВт}; \quad \frac{M_{\text{пуск}}}{M_H} = 2,0; \quad \frac{M_{\text{max}}}{M_H} = 2,2;$$

$$n_H = 970 \text{ об/хв}; \quad \frac{M_{\text{min}}}{M_H} = 1,6; \quad \frac{T_{\text{пуск}}}{T_H} = 7,0;$$

$$I_H = 16,5 \text{ А};$$

$$\cos \varphi = 0,81.$$

З урахуванням ГОСТ 2479 - 79 проводиться вибір електродвигунів за електричними модифікаціями, конструктивним виконанням та ступенем захисту від діючого середовища, умовні позначення якого розшифровуються таким чином:

IM - 1 - 00 - 1

літерна частина
двигун на лапах з підшипниковими щитами
спосіб монтажу – горизонтальний вал

виконання виступаючого вала: циліндричним

кінцем вала

Ступінь захисту в залежності від оточуючого середовища визначається відповідно ГОСТ – 17494 – 72.

У приміщеннях, де відносна вологість близько 100% (особливо вологі, стійке при дії вологи та морозу) вибираємо ступінь захисту IP – 54

IP - 54

буквене позначення;

захист від зіткнення інструменту, дроту або інших

предметів з товщиною понад 0,1 мм з струмоведучими частинами;

захист від бризок, що падають під будь-яким кутом.

Кліматичне виконання SU - 2

SU - 2

сільськогосподарський;

помірний клімат;

для роботи у приміщеннях, де коливанням

температури і вологості повітря неістотно

відрізняються від коливань на відкритому повітрі

Режим роботи по ГОСТ 183 – 74:

S1 – тривалий режим роботи;

Схема з'єднань – зірка;

Номінальна напруга – 380 В;

3.5 Визначення зведеного моменту інерції привода і порівняння його з гранично допустимим для вибраного електродвигуна

Зведений до валу двигуна момент інерції дорівнює сумі моментів інерції робочої машини, ротора та передачі від двигуна до робочої машини

$$I_z \cong I_{р.м.зв} + I_{рот} \quad (3.6)$$

де $I_{р.м.зв}$ – момент інерції робочої машини зведений

$$I_{р.м.зв} = 600 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2);$$

$I_{рот}$ – момент інерції ротора ($I_{р.м.зв} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$);

$$I_z = 600 \cdot 10^{-3} + 5,6 \cdot 10^{-3} = 0,6056 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Гранично допустимий момент інерції приводного механізму, прикладений до валу електродвигуна, визначаємо за такою формулою:

$$I_{макс} = K \cdot K_M \cdot P_n^{\nu} \cdot P^{\gamma}; \quad (3.7)$$

де K , K_M , ν , γ – коефіцієнти, взяті із довідників –

$$K = 0,045, K_M = 0,8, \nu = 1, \gamma = 2;$$

P_n – номінальна потужність електродвигуна, кВт;

P – число полюсів ($P = 6$).

$$I_{макс} = 0,045 \cdot 0,8 \cdot 7,5 \cdot 6^2 = 9,72 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$I_z < I_{макс}$ – тобто умова вибору виконується

3.6 Розрахунок і побудова механічної характеристики і навантажувальної діаграми електродвигуна

Розрахунок та побудову механічної характеристики виконуємо за

рівнянням Клосса:

$$M = \frac{M_K \cdot (2 + q)}{S_K + \frac{S_K + q}{S_K}}, \quad (3.8)$$

де M_K – критичний момент;

M_H – номінальний момент;

μ_K – кратність максимального моменту;

$\omega_{ном}$ – номінальна частота обертання.

$$M_H = \frac{P_H \cdot 10^{-3}}{\omega_H} = \frac{7,5 \cdot 1000}{101,5} = 79,3 \quad (3.9)$$

$$M_K = 2,2 \cdot 79,3 = 174,5 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

S_K – критичне ковзання

$$S_K = \frac{S_H \cdot \sqrt{S_H \cdot \frac{\mu_K - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_H \cdot \frac{\mu_K - 1}{\mu_1 - 1}}}, \quad (3.10)$$

$$S_H \text{ – номінальне ковзання } S_H = \frac{\omega_0 - \omega_H}{\omega_0} = \frac{1000 - 970}{1000} = 0,03;$$

$$\mu_1 \text{ – допоміжна величина, } \mu_1 = \frac{M_K}{M_{ном}} = 1,2;$$

μ_R – кратність пускового моменту, $\mu_R = 1,8$.

$$S_K = \frac{0,03 + \sqrt{0,03 \cdot \frac{2,2 - 1}{1,2 - 1}}}{1 + \sqrt{0,03 \cdot \frac{2,2 - 1}{1,2 - 1}}} = 0,3$$

$$q = \frac{1}{S_K} \frac{S_K - 2M_1}{M_1 - 1} = 6.2 \quad (3.11)$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю

S	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\omega, \text{с}^{-1}$	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0
M, Нм	0	150	171	174	172	169	164	160	153	150	145

Побудова механічної характеристики за характерними точками:

$$S = 0; S_H = 0,03; S_K = 0,3; S_{\min} = 0,8;$$

$$M = 0; M_H = 79,3 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_K = 174,5 \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{\min} = 127 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Побудова механічної характеристики з урахування відхилення напруги:

$$S = 0; S_H = 0,03; S = 1;$$

$$M = 0; M'_H = 114,6 \text{ Н} \cdot \text{м}; M'_{\text{пуск}} = 128,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Побудова механічної характеристики з урахуванням відхилення моментів:

$$S = 0; S_K = 0,3; S_{\min} = 0,8; S = 1$$

$$M'' = 0; M''_K = 141,2 \text{ Н} \cdot \text{м}; M''_{\min} = 91,7 \text{ Н} \cdot \text{м}; M''_{\text{пуск}} = 103,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3.7 Визначення тривалості пуску електродвигуна

Визначення тривалості пуску електродвигуна здійснюємо графо-аналітичним методом:

1. На даному графіку механічної характеристики двигуна побудуємо механічну характеристику робочої машини.

2. Визначаємо динамічний момент $M_\delta = M''_\delta - M_C$.

3. Вісь швидкості розподіляємо на декілька інтервалів. Для кожного інтервалу $\Delta\omega$, вираховуємо середнє значення динамічного моменту $M_{j,p}$.

4. Встановлюємо приріст часу

$$\Delta t_i = \frac{I_{pd} \cdot \Delta \omega_i}{M_{cp}} \quad (3.12)$$

де I_{pd} – приведений момент інерції.

5. Визначаємо час пуску

$$t_{пуск} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \quad (3.13)$$

$$t_{пуск} = 1,01c$$

3.8 Перевірка вибраного електродвигуна за тепловим режимом

роботи під час пуску

$$\Theta_{нагр.макс} = V_t \cdot t_n = 8,08^\circ C \quad (3.14)$$

Перевірка вибраного двигуна за тепловими режимами визначається за такою формулою:

$$\Theta_{нагр.макс} = V_t \cdot t_n = 8,08^\circ C \quad (3.14)$$

де V_t – швидкість нагріву ($V_t = 7 \dots 8^\circ C$). Приймаємо $V_t = 8^\circ C$.

t_n – час пуску.

$$\Theta_{доп} = \Theta_{із} - \Theta_{охол.серед.} = 130 - 40 = 90^\circ C \quad (3.15)$$

Для класу ізоляції В $\Theta_{нагр.макс} = 130^\circ C$.

Допустиме перевищення температури

$$\Theta_{доп} = \Theta_{із} - \Theta_{охол.серед.} = 130 - 40 = 90^\circ C \quad (3.15)$$

де $\Theta_{охол.серед.}$ – температура охолоджувального середовища.

Оскільки допустима температура електродвигуна становить $90^\circ C$, тому умова теплового балансу виконується, а це значить що двигун під час пуску не перегрівається.

$$\Theta_{доп} = \Theta_{із} - \Theta_{охол.серед.} = 130 - 40 = 90^\circ C \quad (3.15)$$

3.9. Вибір апаратів керування, інших елементів схеми, а також електропроводок від ввідного апарата до всіх елементів електропривода

3.9.1 Вибір автоматичного вимикача

Умови вибору:

$$- U_{н.авт.} \geq U_{мережі};$$

$$- I_{н.авт.} \geq I_{н.дв.};$$

$$- I_{уставки} \geq I_{н.дв.};$$

$$- I_{відс.} \geq K_3 \cdot K_{ру} \cdot K_{рІ} \cdot K_I \cdot I_{кд.}$$

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,1$;

$K_{рІ}$ – коефіцієнт, що враховує відхилення пускового струму ($K_{рІ} = 1,2$);

K_I – кратність пускового струму ($K_I = 6$).

$$I_{відс.} = 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 16,5 = 163,3 A$$

Приймаємо автоматичний вимикач – ВА51 31-34:

1. ВА – вимикач автоматичний;
2. серія 51 – неструмообмежувачий;
3. Г – для захисту електродвигунів;
4. номінальна сила струму;
5. кількість полюсів – 3 полюси;
6. вид розчілювачів – комбінований.

3.9.2 Вибір магнітного пускача

Умови вибору:

$$- U_{н.м.п.} \geq U_{мережі};$$

$$- I_{н.м.п.} \geq I_{н.дв.};$$

$$- I_{т.р} \geq I_{н.дв.};$$

$$- U_{конт} = U_{к.керув.}$$

Приймаємо магнітний пускач – ПМЛ 2100 У2 В

1. серія;
2. величина магнітного пускача за струмом – 25 А;
3. виконання магнітного пускача за призначенням і наявністю теплового реле – нереверсивний без теплового реле;

4. здійснення за ступенем захисту і наявністю кнопок, сигнальних ламп – IP 54 з кнопками “Пуск” та “Стоп” та сигнальною лампою;
5. кількість допоміжних контактів та вид струму втягувальної котушки – один контакт замикаючий;

6. кліматичне виконання – для помірного клімату;
7. категорія розміщення;
8. виконання за стійкістю проти спрацювання.

3.9.3 Вибір низьковольтного комплектного пристрою (НКП)

Приймаємо НКП – Я 5126 – 16 7 4 У2

1. Я – ящик;
2. клас НКП – керування 3-фазними асинхронними двигунами з короткозамкнутим ротором;

3. позначення групи в певному класі – це прямий пуск без реверсування і без електричного гальмування;
4. порядковий номер розробки;
5. позначення НКП з номінальною силою струму головних кіл;

6. НКП за номінальною напругою головного кола – 380 В;
7. позначення напруги кіл керування – 220 В;
8. кліматичне виконання;
9. категорія розташування.

НУБІП УКРАЇНИ

3.9.4 Вибір кнопочкового поста

Приймаємо кнопочвий пост серії ПКЕ, що призначений для комутації електричних кіл керування змінного струму до 500 В, номінальний робочий струм $I = 10 \text{ A}$.

Приймаємо ПКЕ – 722 – 2 У2

1. серія;
2. виконання та експлуатаційне призначення – “Пуск”, “Стоп” для монтажу на рівній поверхні;
3. виконання за захистом від оточуючого середовища – IP 54;
4. матеріал корпусу – пластмаса;
5. кількість керуючих елементів;
6. кліматичне виконання та категорія розміщення.

Для силових кіл підбираємо кабель АППВ – $3 \times 2,5$ ГОСТ 6323 – 79 – кабель трижильний із перерізом проводу $2,5 \text{ мм}^2$ тривалодопустимий струм – 18 А, кабель розрахований для монтажу силових та освітлювальних кіл відкритого і закритого прокладання під штукатуркою, розташування у трубах та каналах неспалимих будівельних конструкцій.

Для монтажу кіл керування вибираємо провід ПВ2 – 1×2 ГОСТ 6323 – 79 з гнучкою мідною жилою, одножильний з перерізом 2 мм^2 .

3.9.5 Вибір рециркуляційного насосу

У даному випадку водяний насос ми застосовуємо для того, щоб нагріта вода від газової коліски проходила по змієвику, підтримуючи всередині метантеку постійну температуру субстрагу.

Так для нашої системи підбираємо відцентровий консольний насос з осьовим входом для води типу К – ТУ 26-06-976-77 з наступними характеристиками

Типорозмір	Діаметр робочого коlesa, мм	Подача, м ³ /год	Напір, м	Частота обертання, об/хв	Допуст имий кавітац йний запас, м не більше	Потужність, кВт	ККД, %
K8/186	103	6,7	12	2900	3,8	0,51	43

3.10 Перелік вибраного електрообладнання

Позначення	Назва	Кількість
QH	Автоматичний вимикач ТУ 16. 523. 148 – 80 ВА 51Г25 – 34	1
KM	Магнітний пускач ТУ 16 – 536.381 – 83 ПМЛ 2130У2В	1
SB	Кнопковий пост ТУ 16. 0. 526 001 – 77 ПКЕ – 722 – 2У2	1
M	Електродвигун АИР112М6СУ2	1
HKП	Низьковольтний комплектний пристрій	1
АПВ	Кабель	
ПВ – 2	Гнучкий провід	

3.11 Розрахунок технічного ремонту і планово-запобіжного ремонту

Система планово-запобіжного ремонту та технічного обслуговування електрообладнання направлена на підтримання робоздатності, попередження передчасного спрацювання і виходу із ладу електрообладнання.

Так як на даній біогазовій установці майже відсутнє електрообладнання, тому для обслуговування біогазової установки необхідний один електрик 5-6 розряду.

4 ДЕТАЛЬНА РОЗРОБКА

4.1 Розробка схеми автоматизованого керування біогазовою установкою

У випускній бакалаврській роботі для детальної розробки ми обрали схему розробки автоматизованого керування біогазовою установкою, складовими якої є мішалка, центрифуга, рециркуляційний насос.

Схема забезпечує регулювання та контролювання температури субстрату завдяки встановленого нами регулятора і датчика температури, який знаходиться всередині метантенку, а також забезпечує і контроль рівня субстрату з допомогою регулятора рівня із плоским емісійним датчиком.

У біогазовій установці за наповнення реактора субстратом та відключення центрифуги при наповненні реактора відповідає датчик рівня, який встановлюється всередині реактора на певній висоті. У якості датчика рівня використовуємо електродний датчик з електродами верхнього і нижнього рівня.

Датчик температури у біогазовій установці необхідний для того, щоб контролювати постійну температуру за допомогою гарячої води, яку гріє газова колонка всередині нашої біогазової установки. Підбираємо датчик-реле температури електронний Т419-М1-03Б1. В таблиці 4.1. наведені технічні характеристики реле температури.

Таблиця 4.1

Умовне позначення	Межі уставки температури, що регулюється	Основні похибки	Виконання по напрузі	Зона повертання, °С
T419-M1-03B1	від 0 до +50°С	+1	220 В, 50 Гц	Регулюється від 1 до 50°С

Сам прилад призначений для роботи з мідним термоперетворювачем опору (датчиком) із номінальною статичною характеристикою перетворення 50М (при 0 °С опір терморезистора 50 Ом) за ГОСТ 6651-84.

Матеріал датчика – сталь 20Х-13.

Потужність, яка споживається – не більше 3 ВА.

Максимальна довжина лінії (до якої може бути підключений датчик температури) – 300 м.

Для управління роботою мішалки ми обираємо в якості реле часу електронний програматор КІІ-01, який дозволяє циклічно, із заданими витримками часу, включати і відключати мішалку.

Основні технічні характеристики електронного програматора „Електроніка КІІ-01” такі:

1. Середньо добовий хід програматора при температурі повітря (20 + 5) °С, відносна вологість від 30 до 80%, а атмосферний тиск від 84 до 106,7 КПА (від 630 до 800 мм рт. Ст.), не більше, ±5 с/сут.
2. Миттєвий хід програматора при експлуатації в інтервалі температур від 5 до 40 °С, не більше, ±5 с/сут.
3. Кількість каналів, якими керує програматор, – 3.
4. Дискретність програмування, – 1 хвилину.
5. Кількість команд, які здійснює програматор при включенні або вимкненні електрорадіоприладів, – 16.

6. Дискретність рахування таймера, – 1 с.

7. Максимальний час, опрацьований таймером, – 8 годин.

8. Програматор працює у таких режимах: "програмування", "таймер", "даний час".

У режимі "даний час" програматор забезпечує наступне:

а) відлік часу з відображенням на табло умовного номера включення каналу, днів тижня, годин від 00 до 23, від 00 до 9 хвилин;

б) комутацію у будь-яких сполученнях електрорадіоприладів, які підключені до програматора, при натисканні певних клавіш та відображенні на табло умовного номера включеного каналу;

в) комутації підключених до програматора електрорадіоприладів та подачу звукового сигналу протягом 1 хвилини з тактом в 1 секунду при співпаданні даного часу із встановленим по програмі значеннями;

В режимі "програмування" програматор забезпечує відображення на табло програми включення або виключення електрорадіоприладів, а також огляд введеної програми і її коректування.

А в режимі "таймер" програматор забезпечує установку на індикаторі умовного номера включеного каналу, значення годин від 00 до 07, хвилин від 00 до 99, секунд від 00 до 99, також зворотний відлік часу та комутацію електрорадіоприладів по закінченні відліку.

9. Напруга, яка споживається від мережі змінного струму частотою (50 ± 1) Гц $(220 \pm 22-33)$ В.

10. Потужність, що споживається програматором від кода змінного струму є не більше, – $6 \text{ В} \cdot \text{А}$.

11. Напруга резервного джерела (18 ± 6.0) В (дві батарейки типу "крона вц" або "корунд").

12. Габаритні розміри програматора, не більше, – $270 \cdot 130 \cdot 120$ мм.

13. Маса програматора (без резервного джерела живлення), не більше, – 1 кг.

Для управління центрифугою також застосовуємо електронний програма тор КП-01.

НУВБІП УКРАЇНИ

4.2 Опис роботи схеми

Наша схема автоматизованого керування біогазовою установкою працює у ручному та в автоматичному режимах.

НУВБІП УКРАЇНИ

4.2.1 Робота схеми керування у ручному режимі управління

Переводимо SA у ручний режим керування схемою.

Вмикаємо автоматичний вимикач QF1, QF2, SF подаючи напругу живлення на силову схему.

НУВБІП УКРАЇНИ

Кнопка SB1.2 "Пуск" – це подача напруги живлення у коло керування рециркуляційним насосом (M1): при цьому спрацьовує котушка пускача KM1, який вже замикає свої допоміжні контакти у силовій схемі.

НУВБІП УКРАЇНИ

А кнопкою SB2.2 "Пуск" подаємо напругу живлення в коло керування центрифугою СВД – 25 (M2) і фекальним насосом НШ – 50 – I (M4): таким чином спрацьовують котушки пускачів KM2 та KM4, які також замикають свої допоміжні контакти в силовій схемі. Отже, двигуни M2 та M4 починають працювати.

НУВБІП УКРАЇНИ

Після того, коли запрацює фекальний насос (M4) та центрифуга (M2) кнопкою SB3.2 "Пуск" подаємо напругу живлення у коло керування мішалкою (M3): тоді спрацьовує котушка пускача KM3, котрий замикає свої контакти у силовій схемі електродвигуна.

НУВБІП УКРАЇНИ

4.2.2 Робота схеми у автоматичному керуванні

Переводимо SA у автоматичний режим керування схемою.

Живлення при цьому поступає на електронний програматор КП-01 (A2), де воно замикає свій контакт (KH2), через який поступає на контакти котушки пускача KM3 і при цьому замикає свої контакти у силовій схемі

НУВБІП УКРАЇНИ

живлення електродвигуна. На електронний програматор потрібно задати необхідний час роботи (імпульсу) і час паузи.

Одночасно електронний програматор КПІ-01 замикає своїм контактом (КН3) коло регулювання центрифугою (М2) і фекальним насосом (М4), таким чином напруга подається на контакти котушок реле двох пускачів КМ2 і КМ4, які в свою чергу замикають свої контакти у силовій схемі живлення двигунами М2 та М4.

Електронний програматор КПІ-01 регламентує час роботи центрифуги та фекального насосу.

За допомогою (КН1) вмикається рециркуляційний насос і працює постійно.

При наповненні реактора субстратом до встановленого рівня замикаються контакти датчика рівня, де він спрацьовує і при цьому відключає подачу субстрату до реактора.

У даній схемі є датчик температури для підтримання постійної температури всередині метантенку. Наприклад, при перевищенні заданої температури він вимикає газову колонку, а при зменшенні належної температури - подає імпульс на електромагнітний клапан УА, відкриваючи

подачу газу до горілки, де і починається процес нагрівання субстрату. А для того, щоб контролювати, чи горить у нашій горільці полум'я, необхідно ввести у схему керування пристрій контролю полум'я: це два фоторезистори, при горінні полум'я вони змінюють свій опір та пропускають імпульс на електромагнітний клапан. Але якщо полум'я не горить, фоторезистори не будуть пропускати імпульс на електромагнітний клапан.

4.3 Необхідне обладнання

Фекальний насос НШ – 50 – I – розрахований для викачування рідкого і напіврідкого гною із гноезбірників. Він має дві модифікації: навісний НШ – 50 – I та стаціонарний НШ – 50 – II. В таблиці 4.2. наведена технічна характеристика фекального насосу.

Таблиця 4.2

Параметри	НШ – 50 – I
Подача, т/год	70
Глибина забору, м	3,0
Тиск, кПа	150
Частота обертання робочого органу, об/хв	1500
Встановлена потужність, кВт	10
Габаритні розміри, мм:	
довжина –	4360
ширина –	760
висота –	1300
Маса, кг	596

4.4. Запуск біогазової установки

Робота по запуску БГУ може бути розпочата тоді, коли установка і її елементи в цілому будуть визнані придатними до експлуатації що до вимог безпечної експлуатації.

Призначений для завантаження гній має бути оглянутий на предмет свіжості і наявності твердих частинок. Для запуску установки не рекомендується використовувати гній старше 3 днів.

При значно довшому зберіганні гною у ньому збільшується вміст кислот. Така сировина несприятливо впливає на процес бродіння, тому що змінює оптимальне співвідношення мікроорганізмів у реакторі, через те що нормальний хід процесу може бути порушеним.

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

Після огляду гній завантажують в приймальний бункер, розбавляють водою до вологості 92-95% в літній період та 85% - в зимовий. Для отримання необхідної вологості сировину розбавляють водою. Після отримання однорідності сировину завантажують у реактор, який має бути заповнений не більш, ніж на 2/3 внутрішнього об'єму, а решта порожнини використовується для накопичення біогазу.

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

Ефективна робота БГУ залежить від наявності в реакторі штамів метанотворних мікроорганізмів, більшість яких міститься у свіжому гною

ВРХ.

Для оптимізації процесу бродіння можна застосовувати деякі відомі методи пуску:

- 1) введення у реактор активної закваски від звичайно діючого реактора;
- 2) приєднання реагентів, таких як вапно, луг, вуглекислий газ, та інші;
- 3) наповнення реактора теплою водою та послідовне додавання до неї гнійних стоків;
- 4) заповнення реактора свіжими гнійними стоками;
- 5) наповнення реактора гарячими газами та поступове завантаження гнійних стоків.

Для того, щоб забезпечити стійкий ріст мікроорганізмів в пусковий період, підігрів завантаженої сировини має відбуватися поступово, не більше,

ніж 2-3° на добу, та доводиться до потрібної температури. А в процесі підігріву повинно забезпечуватися посилене перемішування сировини.

Активна життєдіяльність мікроорганізмів в реакторі починається через 7-8 діб. Перший біогаз містить незначну кількість метану та горить нестійко.

Пізніше, утворення метану посилиться, таким чином біогаз почне горіти більш інтенсивно. Реактор довантажується відходами не тільки ВРХ, але і відходами птиці, свиней та фекальними стоками.

4.5. Обслуговування біогазової установки

У період експлуатації БГУ важливе значення має добова доза завантаження свіжого гною та періодичність її внесення. Доза завантаження – це величина непостійна, яка залежить від виду сировини, температури бродіння та концентрації сухої речовини. Для установок, котрі працюють у термофільному режимі, добова доза завантаження досягає 20% повного об'єму завантажувальної сировини.

В процесі роботи в мезофільному режимі малі дози завантаження в 1-5% забезпечують низьке виділення біогазу, а ніж дози в 10-20%.

За рахунок великих доз вміст метану у біогазі скорочується, а вуглекислого газу навпаки збільшується. Таким чином, оптимальною дозою добового завантаження з огляду теплоутворювальної здатності отриманого біогазу вважають 6-10% для мезофільного режиму роботи установки. Добова доза має вноситися у реактор не повністю, а послідовно рівними порціями через однакові інтервали часу 4-6 разів на добу. Завантажувальна порція сировини, по можливості, повинна підігріватися.

Для психрофільного режиму роботи установки, доза завантажувальної сировини має бути не вище 2% при добовому додаванні нової сировини.

Якщо застосовується метод порційного завантаження, то реактор завантажується зразу на 2/3, а сировина перероблюється без додавання свіжого гною продовж 40 і більше днів.

Процес бродіння являє собою складне біохімічне явище. Отже, обов'язковою умовою успішної експлуатації БГУ є створення умов, потрібних для розвитку організмів, які в свою чергу забезпечують процес метанового зброджування.

Різні штами бактерій мають і різні оптимальні температури життєдіяльності. Максимальний об'єм вироблюваного біогазу, наприклад, у психрофільних бактерій спостерігається при температурі $+23^{\circ}$, в мезофільних бактерій – при $+35^{\circ}$, а у термофільних – при $+55^{\circ}$. Коливання температури протягом доби не повинні перевищувати два градуси для психрофільного режиму зброджування, одного градуса – для мезофільного та 0,5 градусів – для термофільного режимів.

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

Окрім підтримки оптимальної температури у реакторі важливе значення також має перемішування сировини, яке в свою чергу дозволяє зберігати однорідність розподілення завантажувальної сировини і її постійний контакт із мікроорганізмами, так само вирівнює температуру по всьому об'єму реактора. Воно не допускає формування кірки на вільній поверхні і нерухомого осаду на дні. За тим, як протікає процес зброджування, можна судити по потужності виділення біогазу, також по кольору збродженої маси на виході із реактора. Відсутність біогазу чи його слабе утворення показує про низьку активність мікроорганізмів, а визначити його можна по сірому кольору збродженої сировини.

А причиною цього може бути і недостатня кількість мікроорганізмів, що призводить до затухання процесу, тому для відновлення вимагається введення поживних розчинів із потенціалом гарного газоутворення.

При надлишку поживних речовин можливе формування кислот та зниження активності мікроорганізмів. У цьому випадку колір збродженої сировини змінюється на чорний, на поверхні може утворюватися біла плівка.

Нейтралізувати мета-кислоти можна за допомогою введення рослинного попелу чи ванняксової води.

Коли зброджена маса стає темно-коричневого кольору і утворюється плівка, тоді необхідно вважати, що проходить нормальний процес бродіння.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4.1. Когенераційні установки

Сьогодні, під терміном «когенераційні установки» мають на увазі установки комбінованого виробництва теплової і електричної енергії, які базуються на теплових (поршневих, газотурбінних) двигунах невеликої (0,5-2 МВт) та середньої (до 30-40 МВт) електричної потужності. Також, і в звичайній паротурбінній ТЕЦ, у когенераційній установці застосовується скидна теплота теплового двигуна з допомогою котла-утилізатора. Він служить: 1) мережевим підігрівачем води у системі опалення та гарячого водопостачання; 2) генератором технологічного пара у виробництві; 3) енергетичного пара для парової турбіни, утворюючи ПГУ.

Скидна теплота відкідних газів двигуна, у деяких технологічних схемах, може використовуватися безпосередньо в технологічному процесі, скажімо для сушки будь-якої сировини. Такого виду схема теж відноситься до когенераційним. Когенераційні установки, як виробляють теплоту та електроенергію, називають також міні-ТЕЦ (МТЕЦ).

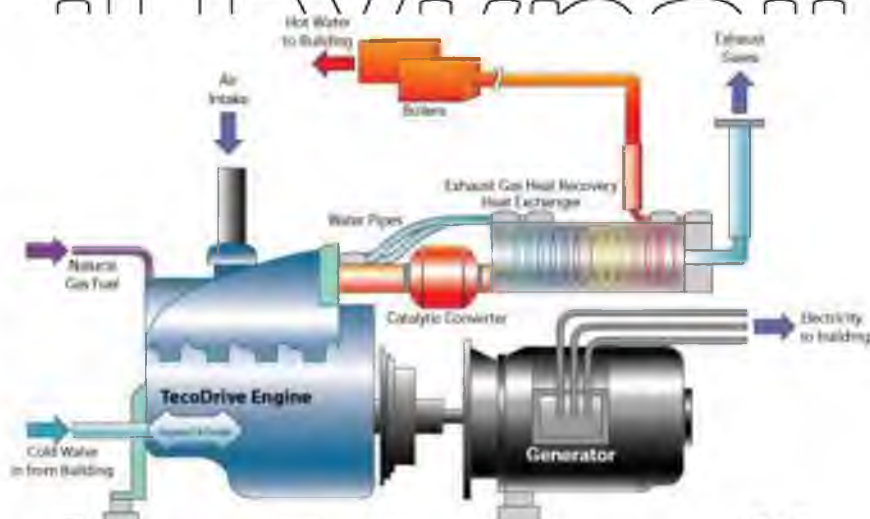


Рис.4.1. – Когенераційна установка

За своєю суттю МТЕЦ абсолютно аналогічні паротурбінних ТЕЦ до складу яких входять системи виробництва теплової і електричної енергії,

теплові та електричні магістралі для доставки енергії споживачам, розподільні мережі, а також системи контролю і управління.

Відрізняються зазначені ТЕЦ тільки масштабами та видом енергії, яка є базовою: якщо наприклад для паротурбінної ТЕЦ базовою є переважно електрична енергія, а вироблення теплової - засобом підвищення ефективності вироблення базового продукту, тобто у МТЕЦ базовою є, як правило, тепла енергія. При тепловому навантаженні визначається електрична потужність когенераційної установки, яка забезпечує максимальний коефіцієнт корисного використання палива протягом року.

За своїм визначенням МТЕЦ являється альтернативою великим централізованим паротурбінним ТЕЦ. В цьому плані використання МТЕЦ служить засобом децентралізації (розукрупнення) теплофікаційних систем, утворення помірно-централізованих систем теплопостачання, забезпечуючи при цьому теплом і електроенергією, а якщо буде потрібно то і холодом окремі адміністративні, громадські будівлі, навчальні заклади, підприємства, житлові комплекси та інші. Такий шлях розвитку енергетики має деякі переваги:

- зменшення втрат при транспорті теплоти та електроенергії за рахунок зменшення відстаней між виробниками і споживачами енергії, за рахунок застосування сучасних засобів захисту та технологій;
- можливість ефективного регулювання теплової та електричної потужності установки в залежності від самого навантаження, доби, часу, сезону, погодних умов;
- використання сучасного високоефективного енергетичного устаткування;
- можливість застосування систем глибокої утилізації (утилізації прихованої теплоти пароутворення з допомогою спалювання вуглеводневого палива);
- використання в КОУ місцевих нетрадиційних видів енергії і енергозберігаючих технологій,

зменшення витрат, потрібних для модернізації чи заміни застарілого обладнання та мереж

Зазначені особливості когенераційних технологій дозволяють знизити витрати палива на вироблення тепла та електроенергії, отже витрати на енергоносії, а також скоротити викиди парникових газів та шкідливих речовин у навколишнє середовище, що є на сьогодні найпотужнішим стимулом для будівництва когенераційних установок.

4.2. Електротехнічна частина когенераційної установки

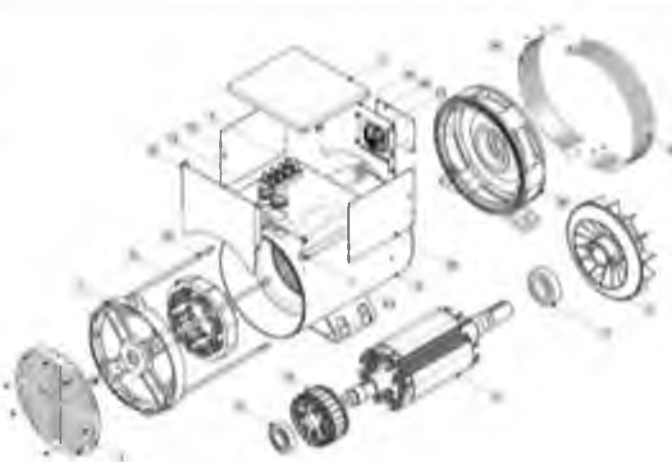
У когенераційних установках загальний ККД досягає 95% (42% - ККД вироблення електричної енергії, 43% - ККД теплової енергії). З цієї причини використання когенераційних установок є раціональним та економічно виправданим. Також важливо відзначити те, що когенераційні установки мають дуже широкий діапазон одиничної електричної потужності - від 50 кВт до 2 МВт. А така універсальність надає технічну можливість застосування когенераційних установок як для невеликих фірм та фермерських господарств, так і для великих компаній. В когенераційній установці для вироблення електричної енергії застосовують трьохфазний силовий генератор.



Рис. 4.2. Трьохфазний генератор MECC ALTE

НУЕ

НУЕ



ІННІ

ІННІ

НУ

НУ

- 1 - Задня кришка
- 2 - Кришка коробки висновка
- 3 - Решетка вентилятора
- 4 - Колодка контактна
- 7 - Задній штифт
- 8 - Корпус електромотора
- 9 - Передній штифт
- 9А - Передній штифт МД 35
- 10 - Статор збудовки
- 11 - обертається задній мех
- 12 - Втулка
- 13 - Якір збудовки
- 14 - Ротор
- 15 - Вентилятор
- 17 - Підшипник на стороні приводу
- 18 - Висувна кришка фазового підшипника

- 19 Задній підшипник
- 20 Коробка висновка
- 22 Шайба кристаліна лова
- 23 - Електроізоляційний резистор
- 24 - Додаткова колодка щикмів
- 28 - Розширений болт кришки
- 39 - Захисна сітка
- 40 - роторні кільця
- 42 - поточитися пристрій
- 49 - Втулка муфти
- 60 - Диски зчеплення
- 97 - Задня кришка коробки висновка
- 98 - Налав резистори
- 99 - Розшири шайба патисного ізоляції
- 104- Панель компонентів

- 75 - Гумова втулка кабелю
- 94 - Задній кожух
- 95 - Внутрішні кришки коробки висновка
- 96 - Передня кришка коробки
- 123 - роторні кільця
- 138а - Передній металевий штифт
- 138b - Задній металевий штифт
- 139а - Колода контактної штифта
- 139b - Передня контактна штифта
- 140 - Мідний штифт
- 141 - Мідна перемітка
- 142 - Опорні столи
- 143 - Розширений болт збудовки
- 16 - Звисаюча кришка фазового підшипника

И

И

Рис.4.3. Трифазний генератор MECC ALTE в розрізі

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 4.1.

Характеристики генератора MECC ALTE ECR28-2L/4

Кількість фах	3
Встановлена потужність	20кВт
Клас захисту обмотки	IP23
Частота обертання об/хв	1500

НУБІП УКРАЇНИ

4.3. Вибір та розробка когенераційної установки

Газопоршневі установки (ГПУ) - це відмінне рішення для забезпечення основного чи додаткового електропостачання у місцях, де подача електрики

НУБІП УКРАЇНИ

обмежена або неможлива з різних причин. У якості палива застосовується скраплений чи магістральний природний газ, біогаз і попутний газ.

Головними перевагами газопоршневих електростанцій є:

- вироблення тепла та електрики,
- економія,
- енергетична незалежність,
- швидка окупність устаткування,
- низька витрата палива.

Для детальної розробки вибираємо установку (ГТУ) PowerLink GR16S-



Рис.4.4. Газопоршнева установка PowerLink GR16S-NC



Рис.4.5 Газопоршнева установка PowerLink GR16S-NG (загальний вигляд)

Газопоршнева електростанція **вихідний** електричною потужністю 16 кВт, призначена для електропостачання споживачів **трифазних** змінним електричним струмом напругою 400 В, частотою 50 Гц.

Електростанція виробляється і поставляється у **щумопогодозахитном** кожусі, а контейнерна електростанція виготовляється в кліматичному виконанні ХЛ1, категорія розміщення 1 «Машини, прилади і інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорія умови експлуатації, транспортування і зберігання в частині впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища» для експлуатації у діапазоні таких температур від плюс 40 °С до мінус 60 °С (313 °К ... 213 °К).

Опис елементів електростанції:

Приводний двигун

- Як правило використовується газопоршневий двигун, який перетворює хімічну енергію газового палива (природний газ) в обертальну енергію колінчастого вала.
- Запуск двигуна здійснюється від електричного стартера, а живлення стартера - від акумуляторної батареї.
- Система охолодження двигуна - рідинна.
- Між двигуном і рамою знаходяться антивібраційні пластини.

Провідення 24В (до акумуляторів) і 220 (силова) змонтовані на двигуні.

Генератор змінного струму

- Генератором змінного струму виступає синхронна електрична машина з явнополюсним ($p=2$) ротором.
- Клас ізоляції H.
- Здійснення за ступенем захисту IP 23.
- Охолодження генератора - повітряне.

Генератор рекомендований для роботи в паралель із мережею чи іншими генераторами.

Для керування когенераційною установкою необхідно обрати модуль керування PLC-920.

- Модуль забезпечує автоматичний пуск, зупинку двигуна, а також захищає систему електропостачання.

- Можливе управління як в автоматичному, так і в ручному режимі, а також можливий режим тестування, що дозволить запустити електроагрегат із метою перевірки системи електропостачання.

- Модуль визначає частоту обертання коленвала двигуна (об / хв) за сигналом на вхід від датчика оборотів або сигналу напруги генератора.

Модуль програмується користувачем із використанням передньої панелі, завдяки захисту з паролем на двох рівнях.

- Можна також контролювати робочі параметри з ПК через вбудований інтерфейсний порт RS-232.

У випадку, коли двигун не запускається з першої спроби, спроба запуску може повторюватися встановлене число раз чи до успішного запуску.

- Модуль контролює роботу електроагрегату та генерує попередження про деякі виявлені відхилення.

- При виявленні несправності, модуль зупинить двигун і з'явиться повідомлення на РК дисплеї.

- Модуль має вхід Remote Start (Віддалений Пуск) для віддаленого управління двигуном.

Конфігуровані входи можуть бути запрограмовані для виконання 28 функцій.

Шість конфігурованих виходів можуть бути запрограмовані для виконання 122 різних функцій.

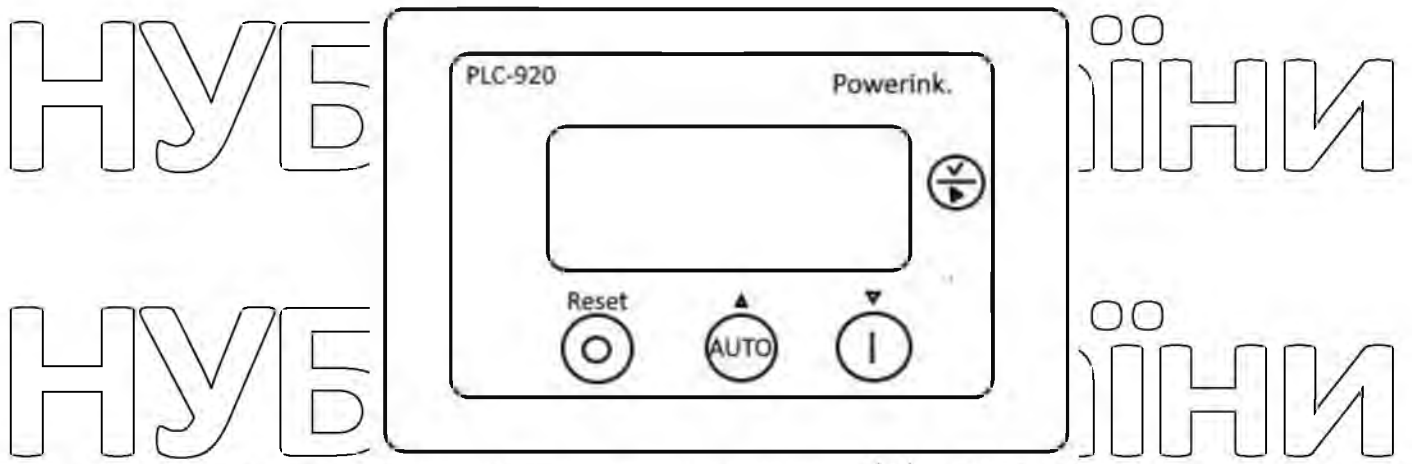


Рис.4.6. - Зовнішній вигляд модуль керування PLC-920.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ НА ОБ'ЄКТІ ТА ВИБІР ЗАХИСНИХ ЗАСОБІВ

НУБІП України

5.1 Заходи безпеки при експлуатації

При експлуатації біогазової установки потрібно звернути увагу на наступне:

1. Вдих біогазу у великих кількостях протягом тривалого часу може викликати отруєння, так як сірководень, котрий міститься в біогазі, дуже отруйний. Неочищений біогаз пахне тухлими яйцями, але вже після очистки не має ніякого запаху. Таким чином всі приміщення, де знаходяться побутові прилади, які використовують біогаз, необхідно регулярно провітрювати.

Газові труби потрібно постійно перевіряти на герметичність та захищатися від пошкоджень. Витік газу треба виявляти за допомогою мильної емульсії чи спеціальних приладів. Тобто застосування відкритого вогню для виявлення витіку газу забороняється.

2. Біогаз в суміші з повітрям у пропорції від 5% до 15% при наявності джерела спалаху із температурою 600°C або більше може призвести до вибуху. Відкритий вогонь є небезпечним при концентраціях біогазу у повітрі понад 12%. Тому забороняється куріння і розведення вогню біля установки. Під час проведення зварювальних робіт відстань до газового обладнання має бути не менше 10 метрів. Для проведення ремонту після зливу сировини з біогазових установок, реактор повинен провітрюватися, бо існує небезпека вибуху суміші біогазу та повітря.

3. Тиск газу, що подається до газопроводу до місця споживання, не повинен бути вищим 0,15 МПа (1,5 кг/см²), а перед газовими приладами має бути не більше 0,13 кг/см². Сам реактор повинен бути обладнаний засувками, гідро-затворами, які наприклад могли б відключити його від магістрального скиду надлишкового тиску у газовій системі при перевищенні ним норми.

НУБІП України

4. Електрообладнання, яке використовується, має бути заземлене, а опір проводу для заземлення повинен бути не більше 4,0 Ом.

5. Основні джерела санітарної небезпеки - це присутність в рідкому гною та гнійних стоках яєць гельмінтів, бактерій груп кишкової палички і іншої патогенної мікрофлори. Отже необхідно дотримуватися запобіжних заходів для попередження зараження, а також не рекомендується споживати їжу у приміщеннях ферми та поряд з біогазовими установками.

6. Реактор та сховище для біодобрив повинні будуватися так, щоб уникнути небезпеки падіння людини всередину.

Газгольдер повинен розміщуватися у віддаленні від електроприладів, відкритого полум'я та джерел іскроутворення.

В робочому приміщенні забороняється курити і проводити зварювальні роботи. Якщо в зоні, що охороняється можливий вихід газу, треба виключити можливість виникнення осередків загоряння.

У процесі виробництва та при зберіженні, необхідно стежити за герметичністю резервуарів, а також встановлювати їх у вертикальному положенні в місці, що добре вентилується

Прийняття їжі, питва та зберігання продуктів харчування біля установки забороняються.

У рамках цього документу було б неможливим показати всі норми та положення до техніки безпеки. Тому рекомендується дотримуватися запроваджувати наступне

Таблиця 6.1 – Зразок інструкції для біогазової установки в разі поломки

Зразок інструкції по обслуговуванню біогазової установки у випадку поломки

Газгольдер

НУВБІП України

- Припинити подачу газу
- Випустити газ із газгольдера
- Доступ для персоналу лише після належного

провітрювання; обов'язкову присутність третьої людини

НУВБІП України

(яка має знаходитися поблизу вхідного отвору газгольдера) та наявність страховки у вигляді рятувального троса

Опалення

НУВБІП України

- Увага! Якщо вода витікає із системи опалення, то це небезпека опіку!

Машинне відділення та генератор

НУВБІП України

- Припинити подачу газу за межі машинного приміщення
- Відключити роботу техніки за допомогою вимикача, який знаходиться поза машинного відділення

- У випадку необхідності вдатися до примусового провітрювання (наприклад, поява запаху газу)

НУВБІП України

- При появі запаху газу відказатися від включення освітлення, відкритого полум'я та іскроутворення! Є небезпека вибуху!

Електротехніка

НУВБІП України

- Роботи із електроустаткуванням мають право проводити тільки фахівці

Трубопроводи для гною і шибери, насоси і міксери

НУВБІП України

- Невідкладно усувати засмічення

- При поломці системи насосів: зачинити всі шибери; після повної зупинки насоса, треба відключити подачу електроенергії та поставити запобіжники з метою несанкціонованого включення. Насамперед це стосується проведення робіт у попередніх резервуарах і бродильних резервуарах!

Котловани і шахти

- Увага: при проникненні та під час перебування в котлованах і каналах потрібно переконатися, що не існує небезпеки задухи/отруєння і кисню для дихання достатньо
- Обладнання має бути надійно захищене від включення
- Необхідно слідкувати за належним провітрюванням
- В разі недостатнього провітрювання з'являється небезпека отруєння, задухи, пожежі та вибуху.

– Надійне підрунтя, гарна доступність та достатня витримка наземних частин установок.

Уникати різниці в потенціалі шляхом з'єднання всіх електропровідних компонентів установки крізь вирівнюючу електропроводку та загальне заземлення.

– Теплоізоляція бродильних резервуарів як мінімум має бути на рівні середньої займистості (B2), у радіусі 1 м навколо отвору витікання біогазу вона повинна бути із важкозаймистих матеріалів (B1).

– Для електроприладів в середині бродильного резервуара потрібно використовувати захищаючий від вибуху матеріал.

– Газгольдери, згідно з вимогами, повинні бути непроникними та стійкими до впливу тиску, ультрафіолету, температури. Нестійкі у

формі пливкові накопичувачі мають бути захищені захисною пливковою від несприятливих погодних умов. Наприклад, робочий тиск перевищує 100 мбар (1000 мм НД), то в силу вступають норми по роботі із резервуарами під тиском.

Таблиця 6.2 – Зразок інструкції для відключення біогазової установки

Зразок інструкції з відключення біогазової установки

1. Призупинити подачу субстрату в бродильну камеру, паркан продовжувати. Кількість подаваного субстрату не повинна перевищувати кількості виробленого газу.
2. Якщо кількість подаваного субстрату буде більше кількості виробленого біогазу, то система газозабора відключиться, а вироблений газ виведеться в атмосферу, наприклад через спустощення пристрою із запірною рідиною.
3. Відокремити газгольдер від бродильної камери для того, щоб уникнути відтоку газу.
4. Відключити насоси, мішалки та поставити запобіжники від повторного включення.
5. Уникаги появи займання вогнищ у захисній зоні навколо бродильної камери.
6. Перед входженням, а також під час перебування у бродильній камері треба переконатися, що не має небезпеки задухи/отруєння, а є достатня кількість кисню, обладнання повинно бути поставлено на запобіжники від випадкового включення. Потрібно забезпечити достатню вентиляцію, а в разі недостатньої вентиляції може виникнути небезпека задухи, пожежі і навіть вибуху.

Спустошені резервуари все ще містять залишки субстрату. Їх треба повторно розбавити холодною водою, а вже потім викачати. Холодна вода знижує активність бактерій та метаноутворення.

Обережно! Сірчані відкладення у ферментаторі легко спалахують, які є високотоксичними!

– Навколо газових накопичувачів та бродильних резервуарів потрібно передбачити захисні зони, до чинного заборонаю розпалювання вогню, іскріння та куріння. На все це повинні вказувати жовті із чорним шрифтом таблички. Розміри захисної зони коливаються між 1,5 і 20 м, залежно від обсягу накопичування газу, типу будови резервуара та використаних будівельних матеріалів.

5.2 Правила охорони здоров'я людей

5.2.1 Характер дії і токсичність. Метан у нормальних умовах є удушливий газ із незначною дією на організм, який може викликати припинення дихання, перешкоджаючи надходженню кисню.

5.2.2 Перша допомога. Постраждалого необхідно якнайшвидше винести із приміщення і транспортувати у положенні на боці.

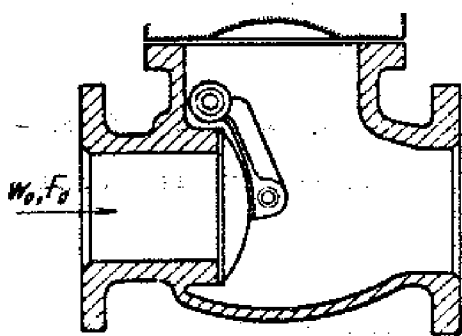
5.2.3 Лікарська допомога. Вдихання кисню, ін'єкції лобеліна та по можливості антидоти, як при отруєнні CO.

5.3 Небезпека вибуху газгольдера (у результаті надлишкового тиску)

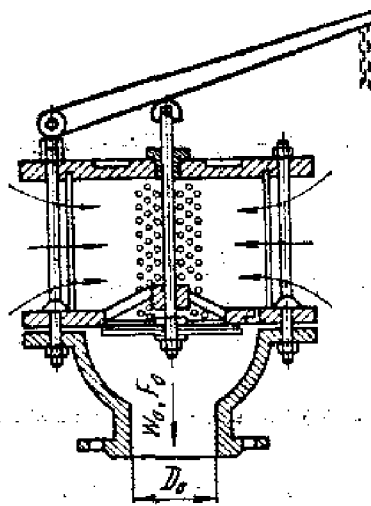
Якщо, наприклад газ, що знаходиться під надлишковим тиском, несподівано розширюється (у випадку дефекту оболонки), це постійно є небезпечною.

Робочий тиск біогазу має бути наближеним до нижньої межі мінімального тиску, необхідного для роботи апаратури, тобто орієнтовно 0,7...1,0 кПа. Нинішні мережі природного газу працюють з тиском у газового приладу 2 кПа.

Для захисту газгольдера від перевищення тиску всередині нього необхідно поставити на нього механічний випускний клапан, що складається з прижимної пружини і розрахований на тиск 6 кПа.



1. Обратный клапан



2. Всасывающий клапан с сеткой

6 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ У РОБОТІ ЗАХОДІВ

6.1 Узагальнення результатів досліджень

Узагальнення результатів досліджень дозволило охарактеризувати наступні технологічні режими удосконаленого процесу метанового зброджування безпідстилкового гною ВРХ:

– вологість початкової біомаси, %:

оптимальна – 91,7;

сприйнятна – 91,0...92,5;

– витримка часу початкової біомаси у гнойових каналах до завантаження у мікробіологічний реактор, діб:

безпідстилкового гною корів – 1...5,5;

безпідстилкового гною ВРХ на відгодівлі – до 1;

температура ферментації, °С – 32...40;

– тип мікроорганізмів – спільнота анаеробних мікроорганізмів, що притаманна шлунку ВРХ;

– експозиція ферментації, діб – 5;

– питомий вихід біогазу із одиниці об'єму, що навантажується, м³/м³ – 10,3...12,8;

– ступінь біоконверсної органічної речовини, % – 18,27...20,24.

Проведені дослідження за вибраними напрямками допомогли досягти основної мети роботи – це зростання ефективності метанового зброджування безпідстилкового гною ВРХ, зниження матеріальних і енергетичних витрат при виробництві товарного біогазу та органічних добрив у складі біоконверсного комплексу.

6.2 Результати техніко-економічної оцінки

Розглянуті технології для молочнотоварної ферми у складі біогазової установки з врахуванням технологічних операцій із вилучанням гнойової біомаси та внесенням отриманих органічних добрив у ґрунт.

У результаті техніко-економічної оцінки встановили, що впровадження удосконаленого процесу та нового обладнання призводить до зменшення капіталовкладення на 62,33%. Додатковий річний економічний ефект від виконання окремих заходів нового варіанту технології містить: економію енергетичних ресурсів, що отримується шляхом отримання додаткової кількості товарного біогазу – 2,21 тис. грн.; економію за рахунок зниження витрат на внесення отриманих органічних добрив – 22,17 тис. грн..

Прогнозований річний економічний ефект від впровадження удосконаленого технологічного процесу складає 87,03 тис. грн. (за цінами 2012 року)

Література

1. Баадер В. **Биогаз: теория и практика** / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер; Пер. с нем. и предисл. М.И. Серебрянского. – М.: Колос, 1982. – 148 с.

2. **Биогаз – 87** : Тез. докл. Совещ. по техн. биоэнергетике / [Отв. ред. М.Е. Бекер]. – Рига: Ин-т микробиологии, 1987. – 110с.

3. Таргоня В.С. **Обґрунтування основних параметрів метанового збродження безпідстилкового гною ВРХ** / Автореф. дис. канд. с.г. наук/ Білоцерків. держ. аграр. ун-т.– Біла Церква, 1999

4. Баротфи И, Рафаи П. **Энергоберегающие технологии и агрегаты на животноводческих фермах** / Пер. с венг. Э. Шандора, А.И. Залушкина.– М.: Агропромиздат, 1988. – 228с.

5. Аксенов Б.В., Некрасов В.Г. **Перспективы использования биогазовых энергетических установок в сельском хозяйстве Казахской ССР** : (Информ. обеспечение науч.-техн. Программ). [Аналит. обзор] / Б.В. Аксенов, В.Г. Некрасов; Каз. НИИ НТИ и техн. экон. исслед. – Алма-ата : КазНИИНТИ, 1987. – 30с.

6. Марченко О.С., Дацішин О.В., Лавріненко Ю.М. та ін. **Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві** : За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995. – 416с.

7. Омельченко О.О., Ткач В.Д. **Довідник з механізації тваринницьких ферм та комплексів**: 2-е вид., доп. і перероб. – К.: Урожай, 1982. – 272с.

8. Гулько Т.В., Драганов Б.Х., Шишко Г.Г. **Газификация и газоснабжение сельского хозяйства**: – М.: ИРИП Фермер, 1994. – 296с.

9. Рагушняк Г. С., Джеджула В. В., Анохіна К. В. **Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання**

10. Барбара Эдер Хайнц Шульц **Биогазовые установки практическое пособие**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України