

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С. Гулого
Кафедра технологічного обладнання
та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту

Завідувач кафедри

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Мирончук В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р

«__» _____ 20__ р.

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійної програми
«Обладнання переробних і харчових виробництв»
на тему:
«Апаратурне забезпечення утилізації бурякового
жому в біогазовій установці»

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗОХ-5-1

Черненко Володимир Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник: **Лементар Святослав Юрійович**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультант: **Бойко Юрій Іванович**

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач

_____ (підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Обладнання переробних і харчових виробництв»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

*Завідувач кафедри ТОКТП
проф. Мирончук В.Г.*

« ____ » _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу здобувача

Черненка Володимира Сергійовича

1. Тема роботи Апаратне забезпечення утилізації бурякового жому в біогазовій установці

затверджена наказом по університету від «9» листопада 2020 р. № 934-кв

Керівник роботи Лементар С.Ю. доц., к.т.н.

2. Строк подання здобувачем роботи «1» лютого 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: технічний паспорт обладнання;

кресленники обладнання; навчальна, нормативна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити): анотація, зміст, вступ, порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне, соціальне обґрунтування, характеристика вхідної сировини і готової продукції, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологія виготовлення деталі, вимоги до монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи з охорони праці; охорона довкілля; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу:

загальний вигляд апарату чи машини з технічною характеристикою (2 аркуші); креслення збіркових одиниць з необхідною кількістю проєкцій, розрізів, перетинів та креслення вузлів деталей, конструкція яких розроблена студентом (3 аркуші); креслення ключової деталі складальної одиниці у відповідності з технологією процесу її виготовлення (1 аркуш).

6. Консультанти розділів роботи

<i>Розділ</i>	<i>Консультант</i>	<i>Підпис, дата</i>	
		<i>Завдання видав</i>	<i>Завдання приймав</i>
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>к.т.н., доцент Бойко Юрій Іванович</i>		

Дата видачі завдання: «14» жовтня 2020р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів</i>	02.10.2020р.	
2	<i>Вступ</i>	13.10.2020р.	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	24.10.2020р.	
4	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування</i>	26.10.2020р.	
5	<i>Характеристика вхідної сировини і готової продукції</i>	06.11.2020р.	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання</i>	08.11.2020р.	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	10.11.2020р.	
8	<i>Розрахункова частина</i>	13.11.2020р.	
9	<i>Технологія виготовлення деталі</i>	17.11.2020р.	
10	<i>Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту</i>	20.12.2020р.	
11	<i>Опис системи управління</i>	26.12.2020р.	
12	<i>Заходи з охорони праці; Охорона довкілля</i>	05.01.2021р.	
13	<i>Висновки</i>	10.01.2021р.	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	30.01.2021р.	
15	<i>Подача роботи на кафедру</i>	01.02.2021р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Черненко В.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Лементар С.Ю.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота передбачає розробку лінії виробництва біогазу з органічних відходів цукрового заводу, насамперед жому. Проектом передбачається встановлення резервуару для зберігання жому протягом 3...5 діб, подрібнювача з ножовим барабаном та пластинчатим решетом і метантенку (реактору гідролізу), який спроектовано таким чином, щоб він міг вміщувати необхідну кількість жому.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки, в якій наведено порівняльний аналіз обладнання для виробництва біогазу з органічних відходів, техніко-економічне обґрунтування доцільності встановлення біогазової установки, проаналізовано характеристики сировини для переробки та процес утворення біогазу, проведено всі необхідні технічні розрахунки. Роботою передбачено розроблення рекомендацій щодо монтажу обладнання для виробництва біогазу із органічних відходів поблизу цукрового заводу, охорони праці та техніки безпеки при обслуговуванні метантенку та подрібнювача. Розроблено систему автоматизованого управління лінією.

В графічній частині наведено апаратурну схему лінії, кресленики метантенку та подрібнювача, окремих складальних одиниць обладнання та креслення ключової деталі у відповідності з технологією процесу її виготовлення.

Ключові слова: біогаз, метантенк, подрібнювач, синтез.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С. Ю.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	180223.ДП.02.00 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

ANNOTATION

Qualification work involves the development of a biogas production line from organic waste from the sugar plant, primarily pulp. The project envisages the installation of a pulp storage tank for 3... 5 days, a shredder with a knife drum and a plate sieve and a methane tank (hydrolysis reactor), which is designed so that it can hold the required amount of pulp.

Qualification work consists of a calculation and explanatory note, which provides a comparative analysis of equipment for biogas production from organic waste, feasibility study for biogas plant, analyzed the characteristics of raw materials for processing and the process of biogas formation, all necessary technical calculations. The work provides for the development of recommendations for the installation of equipment for the production of biogas from organic waste near the sugar plant, labor protection and safety in the maintenance of methane tanks and shredders. An automated line control system also has been developed.

The graphic part shows the hardware scheme of the line, drawings of the methane tank and the shredder, individual assembly units of equipment and drawings of the key part in accordance with the technology of the manufacturing process.

Key words: biogas, methane tank, shredder, synthesis.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ
2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ
4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ
5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА
6. ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ
7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ
9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ
11. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ	180233.ДП.02.00.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Мирончук В.Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

ВСТУП

На сьогодні питання утилізації жому цукрових заводів залишається невирішеним. Щорічно на цукрових заводах утворюється значна кількість жому, який повністю не використовується для годівлі худоби. Зазвичай його частина направляється в жомосховища, де він швидко закисає та втрачає свої властивості. Причиною цього є відсутність можливості повного використання свіжого жому за короткий період.

Проблема підвищення ефективності використання жому є актуальною та може вирішуватись за наступними напрямками: консервування жому або одержання нових видів продукції (харчові добавки, біогаз, пектин). Будівництво поряд з цукровим заводом станції для біологічної обробки відходів виробництва (жом і бадилля буряка) дозволить отримувати з них біогаз та органічні добрива.

Існує декілька переваг використання жому цукрових буряків як сировини для виробництва біогазу. З одного боку, вихід метану досягає 400-468 LN кг-1 ЛТР (летючих твердих речовин) зі збільшенням виходу біогазу додатково з волокнистого субстратного кофактору. З іншого боку, буряковий жом вже досліджено на придатність у якості сировини для виробництва біогазу, у зв'язку з великою кількістю легкорозщеплюваних компонентів, які можуть швидко дигеруватися мікроорганізмами. Отже, етапи анаеробного дигерування (гідроліз, кислотогенез, ацетогенез та метаногенез) можуть швидко вступати в дію. Особливо це стосується сировини з високим вмістом лігніну або целюлози, так як перший етап анаеробного дигерування — гідроліз — є довготривалим процесом, який може тривати до декількох днів, допоки не розщепляться складні структури.

Сьогодні проблема ефективності використання жому та проблема вичерпності енергоресурсів є досить актуальними. Україна, нажаль є

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	180233.ДП.02.00.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Мирончук В. Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

залежною країною від імпорту енергоносіїв, хоча і має потужний агропромисловий комплекс. АПК не використовує широкі можливості для виробництва біопалива, тому темпи розвитку біоенергетики у нас помітно відстають від європейських чи американських.

Важливою перевагою електроенергії біогазових заводів, порівняно з сонячною та вітровою енергією, є можливість виробляти енергію, орієнтуючись на споживчий попит. Тобто, з'являється можливість для вирішення енергетичного дефіциту, викликаного погодними умовами, виробляючи електроенергію саме тоді, коли це необхідно та коли на ринку електроенергії найкращі умови для її продажу, що особливо вигідно для виробників біогазу.

При встановленні біогазового комплексу, який працюватиме на відходах цукрового заводу, з'являється реальна можливість не лише істотно скоротити витрати на енергію, але і збільшити ефективність підприємства, отримати додатковий прибуток, та утилізувати органічні відходи.

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Резервуар біогазової установки є її основною частиною і вимоги до нього досить високі. До основних вимог належать: гідравлічні, технологічні, теплотехнічні, економічні та естетичні.

За формою резервуари бувають:

- яйцеподібні;
- циліндричні;
- кулеподібні;
- з конусом доверху; донизу; з обох боків;
- у вигляді траншеї;
- кубічні;
- еластичні.

Найоптимальнішими за своїми гідравлічними та експлуатаційними характеристиками є яйцеподібні резервуари. Далі за якість протікання процесу йдуть резервуари з конусами та циліндричні резервуари. Ці форми дозволяють зменшити гідравлічний опір при перемішуванні субстрату, уникнути застійних зон, через відсутність кутків, локалізувати місця збирання шламу та біогазу. Основним матеріалом для виробництва резервуарів є бетон і полімерні матеріали.

За конструктивними особливостями біогазові установки поділяють на одно- та багатореакторні. Багатореакторні установки дозволяють досягти безперервного циклу бродіння та мають велику продуктивність, що дозволяє забезпечити потреби великого господарства біогазом.

Найпростіші за своїм виконанням циліндричні, кубічні та кулеподібні резервуари виробляють з старих металевих діжок, цистерн та інших ємностей, що використовуються в промисловості.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ		180233.ДП.02.01.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/17

Біогазовий реактор – основа будь-якої біогазової установки, тому до його конструкції висуваються досить жорсткі вимоги. Корпус біогазового реактора повинен бути досить міцний при абсолютній герметичності його стінок. Обов'язковими є надійна теплоізоляція стінок та їх властивість протистояти корозії. При цьому потрібно передбачити можливість завантаження та вивантаження реактора, а також доступ до його внутрішнього простору для обслуговування [3]. Принцип роботи всіх біогазових установок однаковий: після збору й підготовки сировини, що полягає в доведенні її до потрібної вологості в спеціальній ємності, вона подається в реактор, в якому створюються умови для оптимізації процесу анаеробного бродіння [15].

Практично досяжний в промисловій установці вихід газу залежить від багатьох факторів, вплив яких обумовлюється конструкцією установки та виробничими умовами. Суттєве значення впливу конструктивних параметрів мають такі фактори [3, 4]:

- завантаження робочого простору (кількість завантаженого субстрату, що припадає на одиницю чистого об'єму реактора, а також продуктивність його завантаження);
- технологічний час циклу анаеробного бродіння (час перебування в реакторі органічної маси, яка в нього закладена);
- інтенсивність перемішування субстрату в об'ємі реактора.

Більшу продуктивність мають багатореакторні установки, в яких забезпечується безперервний цикл анаеробного бродіння.

Класифікацію біогазових реакторів за конструктивними ознаками наведено на рис. 1.1.

Форми реакторів різноманітні. З точки зору створення найбільш сприятливих умов для перемішування рідкого субстрату, накопичення газу, видалення відпрацьованих добрив та руйнування кірки, що утворюється на поверхні, доцільно використовувати резервуар, який за формою нагадує яйце (рис. 1.2). Великі реактори такої форми зазвичай споруджують із бетону,

тому для них характерна висока вартість виготовлення, що суттєво обмежує їх використання. Проте реактори менших об'ємів зовсім нескладно виконати із склопластика, тобто із армованої поліефірної смоли, до того ж вони мають меншу вартість.

Для циліндричного резервуара з конусними верхньою та нижньою частинами, як і для яйцеподібних, характерні невеликий простір для накопичення газу, обмежений об'єм плаваючої кірки, а також зручне вивантаження відпрацьованої маси. Однак в подібних реакторах створюються менш сприятливі умови для переміщення рідкого субстрату. В індивідуальних господарствах корпус реактора вищевказаної форми, але меншої місткості, виготовляють із сталі або склопластика. В реакторах із склопластика створюються кращі умови для переміщення субстрату [3].

Циліндричні резервуари відносно прості у виготовленні, що пояснюється значним досвідом будівництва ємностей для сільськогосподарських цілей (сталеві, бетонні, склопластикові цистерни-бункери для силосу та інших кормів) [14].

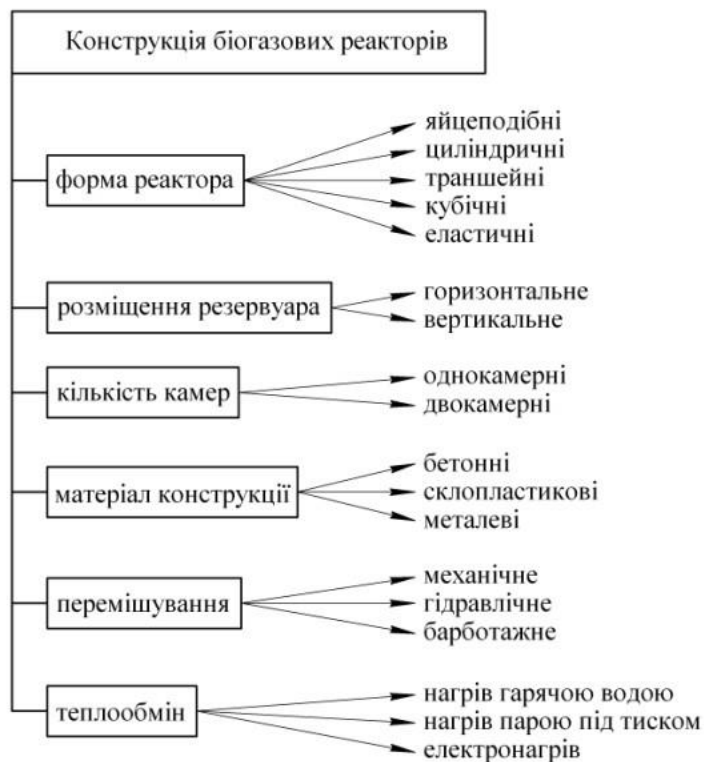


Рис. 1.1 – Класифікація біогазових реакторів за конструктивними ознаками

Проте порівняно з резервуарами попередніх форм в циліндричному резервуарі неможливо організувати достатні умови для переміщення субстрату в установці, а тому при цьому доводиться враховувати високі витрати на видалення осаду та руйнування плаваючої кірки, що пов'язано зі збільшенням витрат енергії на перемішування біомаси.

У простих, зокрема в невеликих біогазових установках, які споруджуються власними силами, бродильна камера має форму паралелепіпеда (басейн або яма з кришкою). Для підвищення ефективності такий реактор перегороджують вертикальною стінкою, створюючи головну бродильну камеру та камеру для остаточного зброджування та осадження шламу. Проте установки такого типу не дозволяють досягти високого ступеню розкладення субстрату, оскільки в них практично неможливо забезпечити рівномірне перемішування біомаси, управління завантаженням робочого об'єму камери та дотримання часу перебування маси в реакторі, що є необхідним для отримання максимальної кількості газу. Руйнування плаваючої кірки та осаду пов'язано зі значними витратами [14].

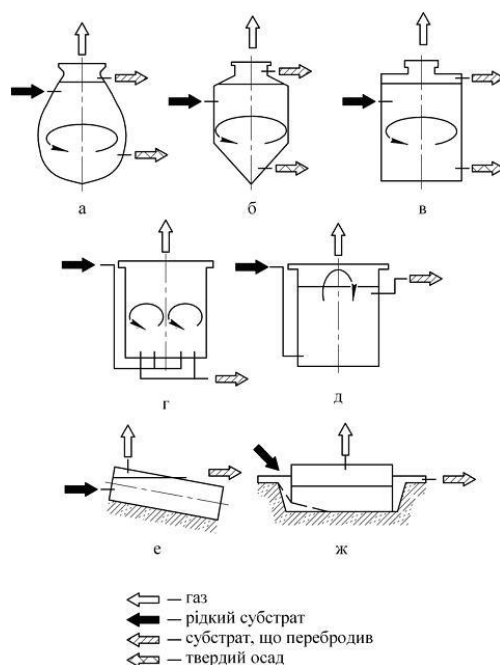


Рис. 1.2 – Найбільш поширені типи резервуарів біогазових реакторів: а – у вигляді яйця, б – циліндричний з конусними верхньою та нижньою частинами, в – циліндричний, г – циліндричний з перегородкою, д – у вигляді паралелепіпеда (з перегородкою), е – циліндричний (розміщений з нахилом), ж – траншея в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

На рисунку 1.3 зображено типову конструкцію біореактора, що використовується в Україні та інших країнах.

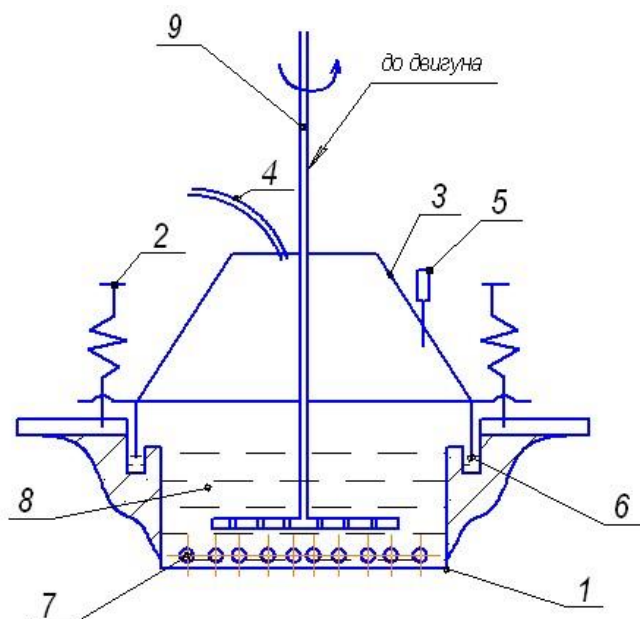


Рис. 1.3 – Типова конструкція біореактора:

1 – корпус, 2 – напрямні ковпака, 3 – ковпак, 4 – газовідвідна трубка, 5 – манометр, 6 – гідрозатвори, 7 – нагрівальний елемент, 8 – субстрат, 9 – мішалка.

Якщо резервуар циліндричної форми розділити поперечною вертикальною перегородкою на дві камери, то можна організувати систему отримання біогазу з почерговим використанням камер резервуара (рис. 1.4). Будівництво резервуара з перегородкою буде дешевшим, ніж спорудження двох окремих резервуарів. При такому компонуванні зменшується значення теплоізоляції зовнішніх стінок резервуара, а в перегородку, що виготовлена із досить теплопровідного матеріалу, нескладно вмонтувати будь-який нагрівальний пристрій, який надасть установці конструктивні переваги.

У горизонтально розташованому резервуарі субстрат переміщується в поздовжньому напрямі. Для невеликих установок застосовуються циліндричні реактори із сталі чи склопластика. Горизонтальні резервуари великої місткості, виготовлені із бетону, мають форму паралелепіпеда.

Нахилене розташування таких резервуарів полегшує відтік відпрацьованої маси до вивантажувального отвору. Така конструкція зручна для розміщення простого перемішувального механізму.

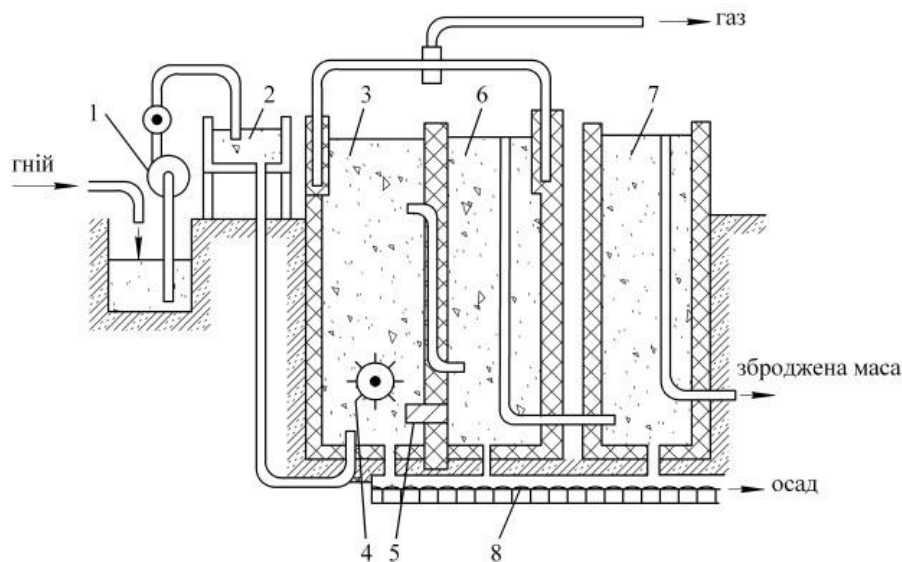


Рис. 1.4 – Двокамерна біогазова установка проточного типу:
 1 – насос; 2 – приймальна камера; 3 – бродильна камера; 4 – пристрій для перемішування; 5 – підігрівач біомаси; 6 – камера остаточного збродження; 7 – збірник збродженої маси; 8 – шнек

Резервуар у вигляді викопаної в ґрунті траншеї дозволяє обробляти велику кількість субстрату. Як будівельний матеріал для стінок реактора використовують, як правило, бетон.

Значного поширення отримали траншейні біогазові установки (рис. 1.5).

Із приміщення, де утримують худобу, гній, розбавлений водою, надходить в біогазовий реактор, в якому відбувається бродіння. В установці передбачені механічне перемішування субстрату та грейфер для вивантаження збродженого гною.

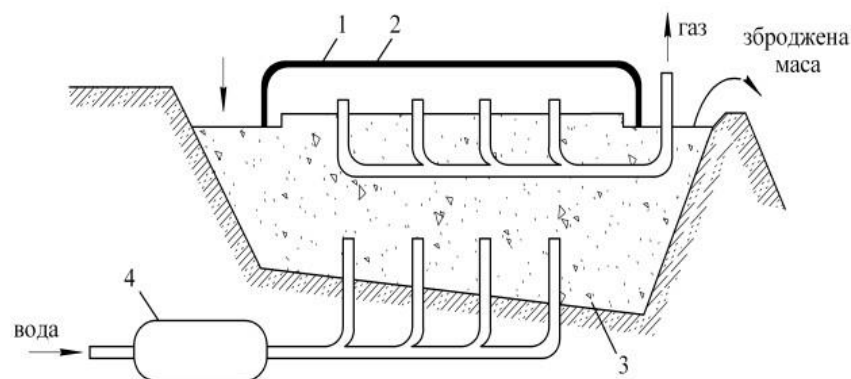


Рис. 1.5 – Траншейна біогазова установка:

1 – еластичний збірник біогазу; 2 – плити із пінопласту; 3 – бродильна камера; 4 – нагрівач (бойлер)

Особливу увагу привертають еластичні реактори (рис. 1.6), які широко використовуються в країнах Південно-Східної Азії.

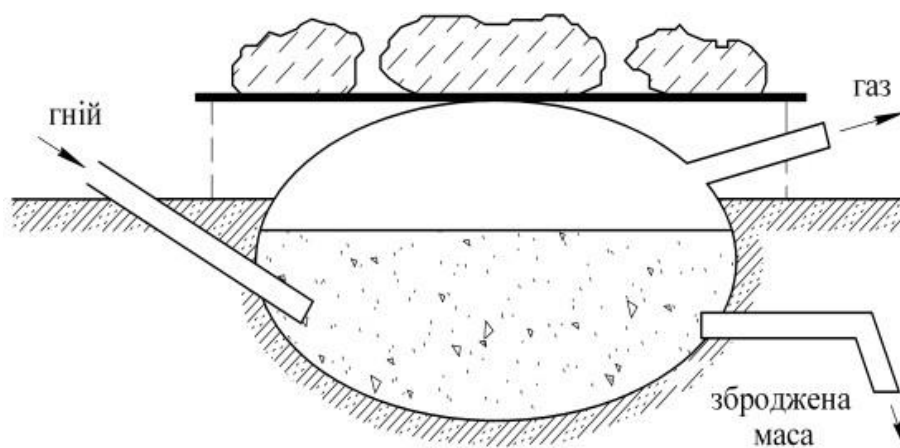


Рис. 1.6 – Еластичний біогазовий реактор

Подібні реактори (ємності) виготовляють із міцної прогумованої тканини або із синтетичної плівки. Для організації роботи таких біогазових реакторів їх доводиться або заглиблювати в ґрунт, або розміщувати всередині досить міцного огороження [4].

Необхідними умовами для перероблення органічних відходів всередині реактора біогазової установки є [3, 4, 5]:

- створення безкисневого режиму;
- дотримання температурного режиму;
- доступність поживних речовин для бактерій;
- вибір оптимального часу бродіння та своєчасне завантаження і вивантаження сировини;
- дотримання кислотно-лужного балансу;
- дотримання співвідношення вмісту вуглецю і азоту;
- правильна пропорція твердих частин в сировині та перемішування;
- відсутність інгібіторів процесу.

Класифікацію факторів оптимізації напрямків процесу анаеробного бродіння наведено на рис. 1.7.



Рис.1.7 – Класифікація факторів оптимізації напрямків процесу анаеробного бродіння

Біогазова установка, що добре функціонує, приносить ряд переваг своєму власнику, суспільству та навколишньому середовищу в цілому. Серед них:

- можливість економити кошти, що раніше витрачалися на паливо та електроенергію;
- економія коштів, які витрачаються на купівлю добрив та гербіцидів;
- можливість отримання додаткових коштів:
 - продаж біогазу та біопалива;
 - додаткові кошти при підвищенні врожайності сільськогосподарських культур за рахунок використання біодобрив;
 - додаткові кошти при розведенні худоби та птахів за рахунок кормових добавок із переробленої сировини;
- швидка окупність установок:
 - біогазова установка з підігрівом сировини будь-якої потужності окуповується приблизно за рік експлуатації;

- зменшується ризик респіраторних та очних захворювань за рахунок очищення повітря в результаті зменшення кількості органічних відходів в місцях їх складування;

- покращується епідеміологічна обстановка внаслідок загибелі частини мікроорганізмів, що містяться у відходах;

- покращується стан здоров'я за рахунок отримання екологічно чистої сільськогосподарської продукції при використанні екологічно чистих добрив; економія часу, місця та виробничих потужностей:

- економія часу, що витрачається на збирання, транспортування, сушіння палива та місця, яке воно займає;

- економія часу при використанні біодобрив, що витрачається на прополку бур'яну, який вноситься із звичайним гноєм, оскільки його насіння гине під час процесу бродіння в реакторі біогазової установки;

екологічна вигідність:

- зменшення викидів метану в атмосферу (парникового газу), який утворюється при зберіганні гною під відкритим небом;

- зменшення викидів вуглекислого газу та продуктів згоряння вугілля, дров та інших видів палива;

- зменшення забруднення повітря азотистими сполуками, що мають неприємний запах;

- зменшення забруднення водних ресурсів гнійними стоками;

- збереження лісів від вирубування;

- зменшення використання хімічних добрив.

На інтенсивність процесу зброджування і, як наслідок, утворення біогазу впливають чотири групи факторів:

1. Біологічні;
2. Фізичні;
3. Хімічні;
4. Організаційно-технологічні.

До біологічних факторів належать:

- склад зброджуваної біомаси (вміст білків, жирів, вуглеводів, лігнінів);
- склад мікрофлори (кількість і групи мікроорганізмів відповідної стадії розкладання);

- умови життєдіяльності мікроорганізмів (вміст шкідливих домішок).

Фізичні фактори включають:

- температуру зброджування;
- тиск у біогазовій установці;
- гідравлічний режим.

Хімічні фактори визначаються:

- кислотністю середовища (величина рН);
- вмістом ЛЖК у зброджуваній масі;
- обсягом і складом біогазу, що утворюється.

Організаційно-технологічні фактори передбачають:

- дозу добового завантаження нових порцій зброджуваної маси;
- навантаження за беззольною речовиною;
- вміст у біомасі речовин, що не піддаються переробці.

Авторами запропонована конструкція реактора з циліндричним резервуаром і конусами доверху та донизу [6]. Конструкція біореактора з прошарком між утепленим корпусом та робочим резервуаром (рис. 1.8) дозволяє підвищити термічний опір стінки резервуара без додаткових капіталовкладень на ізоляційний матеріал.

Перевагою також є покращення процесу бродіння шляхом утилізації теплоти щойно виробленого біогазу на підігрівання біомаси в зимових умовах. Також міжкорпусний простір виконує роль газгольдера, в якому відбувається тимчасове зберігання виробленого біогазу. В результаті досягається і покращення процесу анаеробного бродіння, що призводить до збільшення виходу біогазу і зниження енерговитрат.

Реактор (рис. 1.8) містить утеплений корпус 1. До корпусу за допомогою верхньої 4 та нижньої 2 опорних газорозподільних решіток кріпиться робочий резервуар 3. В верхній частині робочого резервуара 3 закріплено

газопровід 5. Газопровід 5 сполучає низ утепленого корпусу та верх робочого резервуара 3. У нижній частині робочого резервуара 3 розміщено нагрівальний елемент 6 та мішалку 8. У верхній частині утепленого корпусу розміщено патрубок відведення біогазу 7, який приєднано до резервуара накопичення.

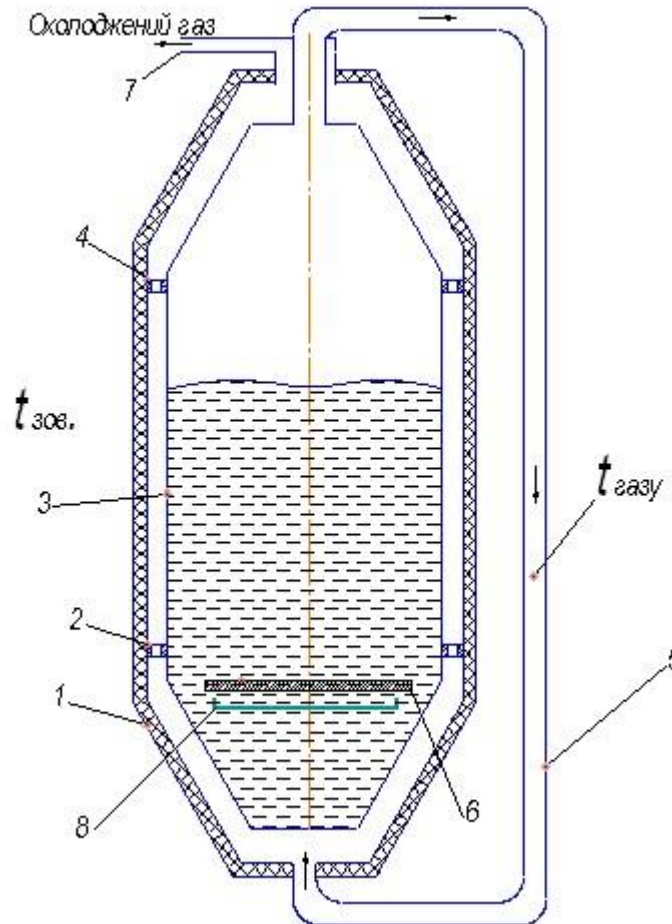


Рис.1.8 – Біогазовий реактор з утепленням корпусом

Процес вироблення біогазу протікає таким чином. У холодний період року в реакторах дискретного типу відбувається завантаження холодної порції біомаси, яка має досить низьку температуру і призводить до термічного розшарування середовища. Нижня зона стає холодною, а верхня – перегрівається. Газ при виході з робочого резервуара 3 має температуру процесу $t_{газу}$, яка згідно з вимогами повинна бути в межах вибраного режиму.

Ця надлишкова температура перевищує температуру навколишнього середовища $t_{зов}$.

Температура середовища в робочому резервуарі 3 нерівномірна та її потрібно підтримувати на заданому технологічному рівні. Для досягнення меж температурних режимів слугує нагрівальний елемент 6, а для якісного перемішування суміші - мішалка 8. Температура суміші коливається в об'ємі нерівномірно: від перегріву навколо нагрівального елемента $t_{нагрів}$ в верхній зоні до неприпустимого переохолодження в нижній зоні.

Біогаз за допомогою газопроводу 5 направляється в нижню зону, де розподіляється в міжкорпусному просторі за допомогою опорних газорозподільних решіток 2 та 4 і рівномірно обтікає внутрішню частину робочого резервуара. При цьому він віддає своє тепло нижній холодній частині середовища шляхом теплопровідності через металеву стінку. При перегріві отриманий біогаз забирає надлишкове тепло з верхньої зони.

При цьому досягається термостабілізація всього процесу, що покращує процес бродіння і збільшує вихід газу. Також газ виконує роль додаткового теплоізолятора. Біогаз виводиться з міжкорпусного простору за допомогою патрубка відведення газу 7. Міжкорпусний простір виступає як газгольдер для тимчасового зберігання газу.

При накопиченні біогазу в міжкорпусному просторі за потреби відбувається його відбір на потреби господарства. Для запобігання критичних режимів у верхній частині встановлюють манометр із запобіжним клапаном та термометр.

1.1. Газгольдери.

Вибір газгольдера для зберігання біогазу потрібно здійснювати за критеріями вартості, економічності у використанні, потрібного об'єму тощо. У малих фермерських господарствах буде доцільним обмежитись газгольдерами низького тиску, які можна виготовити з цистерн або інших

емностей. У промисловості вибір газгольдера може обмежуватися лише специфічними вимогами до зберігання та подальшого використання.

Потрібно пам'ятати, що біогаз – це отруйний газ, що може викликати отруєння людини при його протіканні з газгольдерів назовні. Окрім отруйності небезпеку викликає надлишковий тиск, що може утворитися у газгольдері при відсутності контролю з боку оператора установки. При концентрації метану у повітрі приміщення біля 5...15% утворюється вибухонебезпечна суміш [3]. Тому приміщення, де знаходяться газгольдери, повинні відповідати вимогам пожежної безпеки, бути обладнані вентиляцією. Система газопостачання повинна складатися з таких елементів: пристрій від зворотного полум'я, редуктор, комплекс очищення біогазу від домішок, газоаналізатор, що зв'язаний з відсікаючим клапаном. Неочищений біогаз має велику корозійну здатність, тому металеві газопроводи потрібно періодично перевіряти на герметичність.

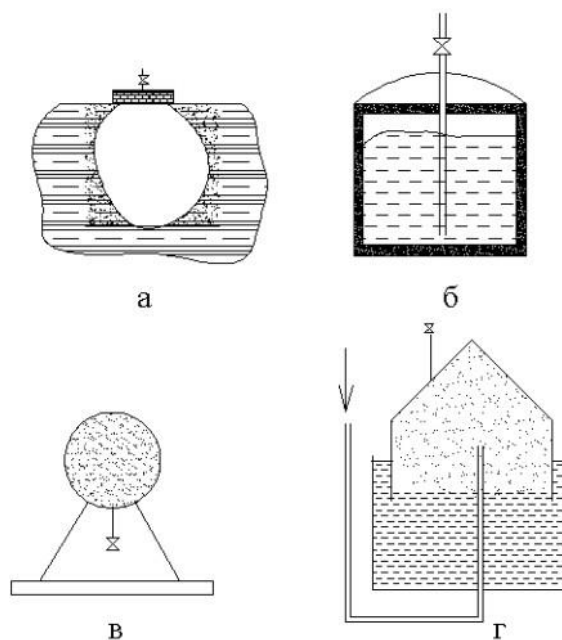


Рис.1.9. Основні типи газгольдерів

а – газгольдер – порожнина у землі; б – газгольдер для зрідженого газу; в – циліндричний газгольдер високого тиску; г – газгольдер низького тиску

1.2. Подрібнювачі

Подрібнювач ІРТ-165-01 складається з нерухомого щита 4 над бункером, завантажувального бункера 2, днища 11, ротора 10, горизонтального 8 і похилого 6 транспортерів, карданної телескопічної передачі 14, механізму гідроприводу, мультиплікатора шасі 13, містка 1 для технічного обслуговування, механізмів управління.

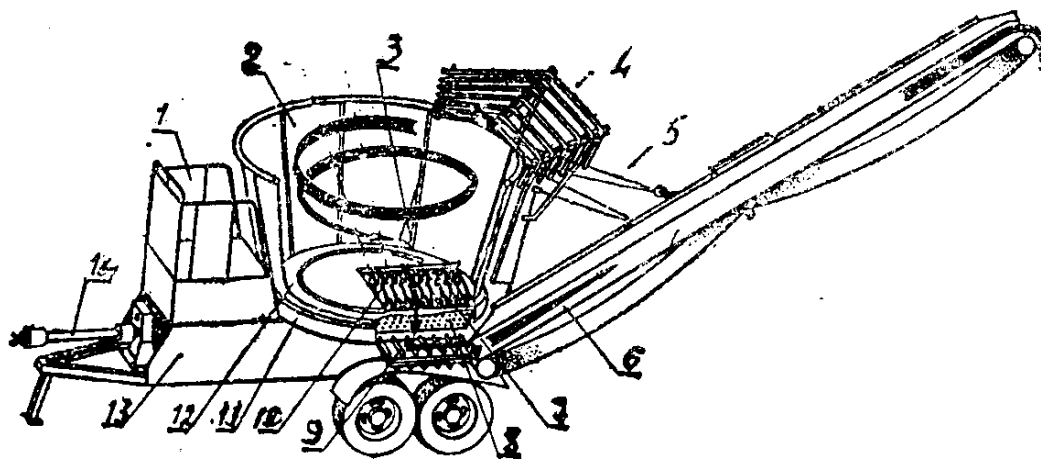


Рис. 1.10. Схема подрібнювача ІРТ-165-01:

1- місток; 2-бункер; 3-лопатки бункера; 4-нерухомий щит; 5-стяжки транспортера; 6-похилий транспортер; 7-гребінки; 8-горизонтальний транспортер; 9-решето; 10-ротор; 11-днище бункера; 12-спрямовуюча спіраль; 13-шасі; 14-карданний телескопічний вал.

Нерухомо встановлений над бункером щит призначений для збільшення площі бункера, зняття нависаючої над його краєм маси, подачі її в бункер, а також огороження транспортера від попадання на нього не подрібненої маси.

Подрібнювач рослинних матеріалів ІРМ-50 (рис.1.11) і ІРМА-15 (рис.1.12) служать для переробки грубих і соковитих кормів, а також приготування їх сумішей.

Матеріал, що переробляється, подається в бункер подрібнювача ІРМ-50 механізованим живильником ПЗМ-1,5М або КТУ-10А з фрезбарабанами.

Подрібнюючі апарати молоткового типу з противорізами, встановленими на деках. В ІРМ-50 (рис.1.11) один барабан, в ІРМА-15 (рис.

1.12) два , послідовно розташовані один за одним молоткових барабана. На робочих гранях молотків і противоріжущих елементів є повздовжні канавки V-образного профілю, що утворюють ріжучі кромки.

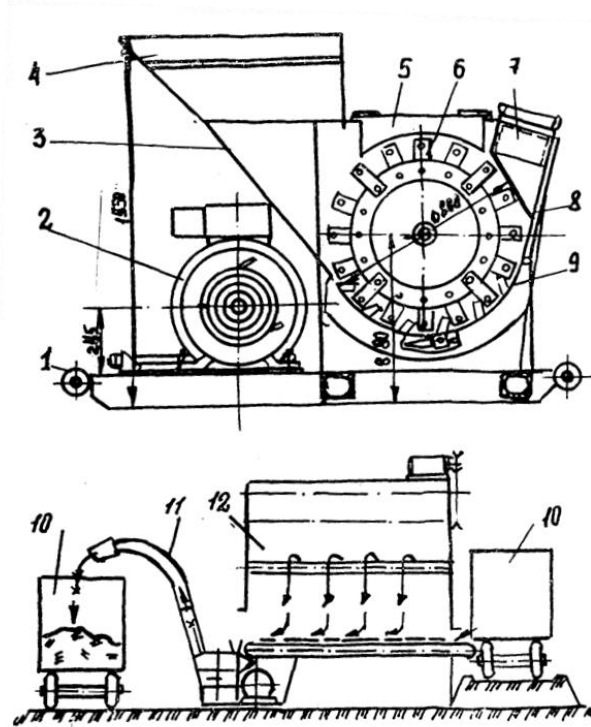


Рис. 1.11. Подрібнювач рослинної маси IPM-50 і схема технологічної лінії з цим подрібнювачем: 1 - рама; 2 - електродвигун; 3 - щиток; 4 - бункер; 5 - кришка; 6 - молоток; 7,8 - рамки; 9 - дека; 10 - транспортні засоби; 11 - подрібнювач IPM-50; 12 - живильник ПЗМ-1,5М.

Противорізи IPMA-15 закріплюються жорстко або шарнірно. В IPM-50 осі шарнірно встановлених противорізів утримуються від провертання важелями і зрізаючими штифтами. При попаданні твердих предметів такі противорізи провертаються, утопаючи в гніздах деки. Це оберігає робочі органи від поломок. В IPMA-15 шарнірно встановлені противорізи підпружинені. На деці другого барабана IPMA-15 противорізів в два рази більше, ніж на деці першого, і розташовані вони в шаховому порядку так же і з тим же кроком, що і на барабані. На другому підбарабан'є крок розташування їх відповідно менше. Якість подрібнення регулюють установкою на деках потрібної кількості противорізів і зміною з допомогою

клинопасового варіатора частоти обертання барабана в межах 1300...1900 хв-1. Для поліпшення перетирання продукту дека ІРМ-50 має рифлені планки.

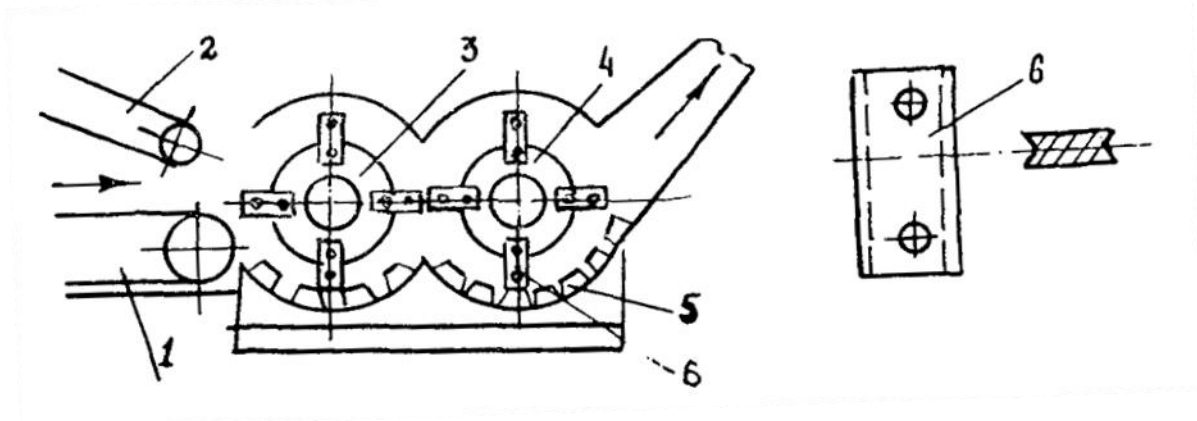


Рис.1.12. Схема подрібнювача рослинної маси ІРМА-15: 1 - живильний транспортер; 2 - притисний транспортер; 3 - перший ротор; 4 - другий ротор; 5 - дека з противорізами; 6 - молоток.

Подрібнений корм відводять по вивантажувальному рефлектору в транспортний засіб. При використанні подрібнювача ІРМА-15 в потокових лініях для термохімічної обробки корму, де подрібнену масу транспортують на висоту 5...10 і на відстань до 10...15 м, на валу другого ротора закріплюють крильчатку вентилятора.

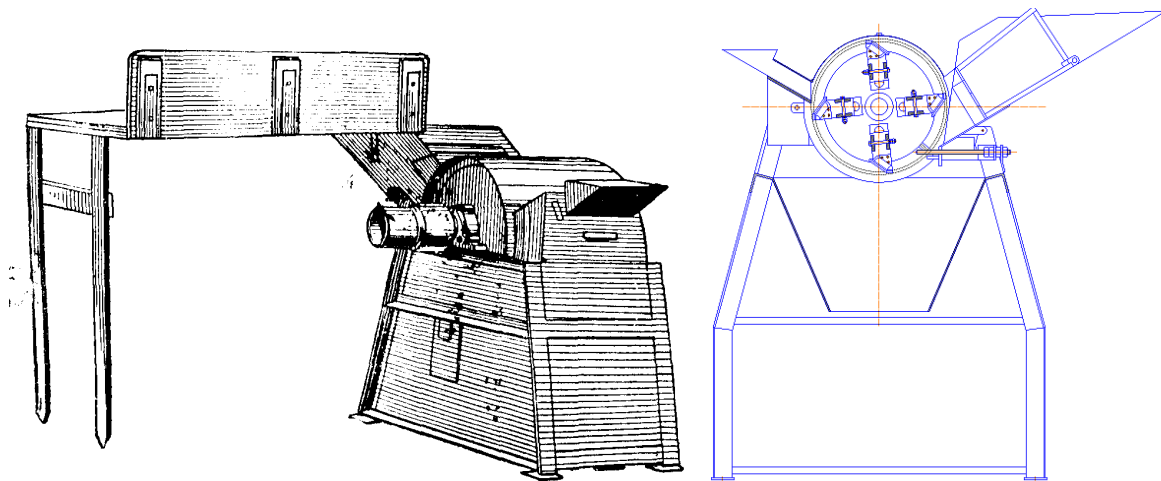
Подрібнювач грубих кормів ІК-3 призначений для переробки кормів. На подрібнювачі можна виконувати, наступні операції:

а) подрібнення грубостебельчастих кормів: кукурудза, сорго, всіх видів соломи, грубого сіна і др.;

б) різання зеленої маси на силос при силосуванні в траншею всіх видів кормів, включаючи кормову капусту;

в) різання корнеплодів, кормового буряка, турнепсу і др.;

г) приготування сінної дерті (дрібнонарізаного сіна);



а б
*Рис.1.13. Подрібнювач грубих кормів ИК-3 :
а - загальний вигляд, б – повздовжній .*

Число обертів ножового барабана складає 950...1200 об/хв, необхідна потужність 4...7 кВт. Машина працює з механічним приводом.

Основними вузлами подрібнювача є: ножовий барабан, противоріжуча дека, передній лоток для подачі оброблюваної маси, задній лоток для подачі макухи, кожух ножового барабана, зварна металева рама, змінне решето і приставний стіл.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ

Біогазові технології вирішують ряд соціально-економічних і природоохоронних задач, знижують негативний вплив теплового забруднення на навколишнє середовище. Особливістю біогазових технологій є те, що вони не є чисто енергетичними, а представляють комплекс, що охоплює рішення як енергетичних, так і екологічних, агрохімічних, промислових і інших питань, і в цьому складається їхня висока рентабельність і конкурентоздатність. У результаті утилізації жому в біогазових установках, а не складування його в жомосховищах, є можливість отримувати нові види продукції, зокрема біогаз та біодобрива, що так необхідні рослинам. Харчові відходи і жом, що накопичуються на підприємствах, є безкоштовною сировиною для біогазової установки.

Енергія, отримана з біогазу, належить до поновлюваної, оскільки походить з органічного поновлюваного субстрату. Відомо, що викопні енергоносії на Землі закінчуються, отже існує велика необхідність в альтернативних джерелах, що додає ще більшого значення виробництву біогазу на біогазових установках. Крім того, енергетичне використання біогазу в порівнянні зі спалюванням природного газу, зрідженого газу, нафти і вугілля є нейтральним стосовно CO.

Аргументом для промислових підприємств на користь будівництва біогазової установки може бути можливість виведення своїх відходів у біогазову установку та отримання енергії. Принципово при будівництві біогазової установки варто врахувати такі аспекти:

1. Біогазові установки можуть допомогти зберегти ефективність діючого підприємства.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ	180233.ДП.02.02.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> <i>1/2</i>	

2. Інвестиція в біогазову установку пов'язана з довгостроковим капіталовкладенням. Тому будівництво установки повинне бути добре розраховане з урахуванням перспективи.

3. Важливо провести розрахунки по довгостроковому доступу до сировинної бази.

4. Рентабельність установок, незважаючи на високу винагороду за вироблену енергію все рівно легко втратити. Оскільки покупка електроенергії є гарантованою, крім витрат на сировину. Тому варто розробляти концепції з високою ефективністю використання теплової енергії.

5. Метанові бактерії вимагають до себе багато уваги. Це значить, що успішна експлуатація біогазової установки вимагає спеціальних знань.

6. Експлуатація неможлива без нагляду і проведення профілактичних робіт.

Використання в промисловості біоенергетичних установок дозволить одночасно вирішити п'ять найважливіших проблем:

- екологічну (повна утилізація відходів виробництв);
- енергетичну (одержання й утилізація біогазу);
- агрохімічну (одержання біодобрих);
- соціальну (поліпшення умов праці і створення нових робочих місць);
- економічну (зниження платежів і одержання прибутку від реалізації біодобрих та біогазу).

Висновок: В Україні є всі можливості та необхідні ресурси для виробництва біогазу і біодобрих з відходів харчових і промислових підприємств. Ця проблема є нагальною в умовах дефіциту загальноприйнятих джерел енергії (нафтопродуктів, вугілля, деревини й ін.). Виробництво біогазу сприятиме енергозабезпеченості харчових і промислових підприємств в умовах економічної кризи.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Промислове використання в енергетиці України мають такі види біопалива : біомаса, яку використовують методом прямого спалювання у котлах; біогаз, який може бути отриманий з відходів харчових підприємств та сільського господарства, шляхом анаеробного зброджування; а також біоетанол та дизельне біопаливо.

Крім сировинної бази в Україні є і технологічна та промислова база для розвитку промисловості з виробництва біогазу, біодизелю, біоетанолу та тепла.

Біогаз - це горюча газова суміш, що складається з 50 - 70% метану (CH₄), яка утворюється з органічних субстанцій у результаті анаеробного й мікробіологічного процесів . Також до складу біогазу входять 30 - 40 % вуглекислого газу (CO₂) і невеликі кількості сірководню (H₂S), аміаку (N₂), водню (H₂) та оксиду вуглецю(CO).

У зв'язку з досить високим вмістом енергії, біогаз можна використовувати як енергоносіє для виробництва електроенергії і тепла. Вміст енергії в біогазі прямопропорційно залежить від кількості метану. З одного м³ метану можна одержати майже десять (9,94) кіловат-годин енергії. Якщо припустити, що в біогазі міститься 60% метану, то з одного м³ біогазу можна отримати близько 6 кіловат-годин електроенергії.

Біологічне утворення метану це натуральний природний процес, який протікає скрізь, де у вологому, без доступу кисню середовищі, під дією метаноутворюючих бактерій розкладається органічний матеріал.

Процес утворення біогазу можна розділити на чотири фази (рис. 3.1) в кожній з яких участь беруть багато різних груп бактерій:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементав С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ		180233.ДП.02.03.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/4

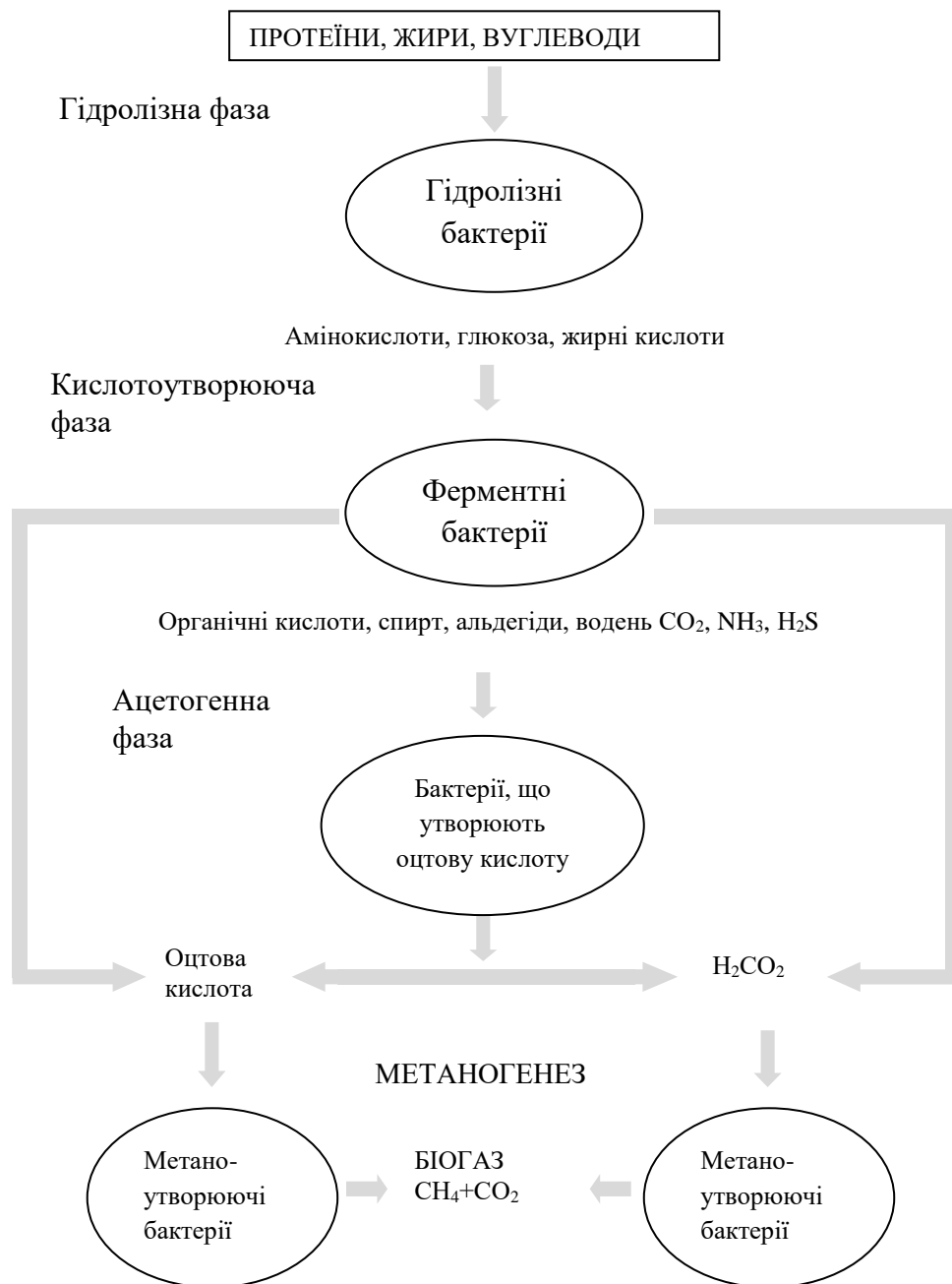


Рис 3.1. Фази утворення біогазу

На першому етапі аеробні бактерії перебудовують високомолекулярні органічні субстанції (білок, вуглеводи, жири, целюлозу) за допомогою ензимів на низькомолекулярні сполуки, (цукор, амінокислоти, жирні кислоти і вода). Ензими, виділені гідролізними бактеріями, прикріплюються до зовнішньої стінки бактерій і при цьому розщеплюють органічні складові субстрату на малі водорозчинні молекули. Полімери (багатомолекулярні утворення) перетворюються на окремі молекули. Цей процес, що отримав назву гідроліз, має повільний плин і залежить від позаклітинних ензимів

таких як. целюлоза, протеази, амілази і ліпази. На процес гідролізу впливає рівень рН (4,5-6) і час перебування в резервуарі.

Далі розщепленням займаються кислотоутворюючі бактерії. У цьому процесі частково беруть участь анаеробні бактерії, що вживають залишки кисню і утворюють тим самим необхідні для метанових бактерій анаеробні умови. При рівні рН 6-7,5 виробляються в першу чергу нестійкі жирні кислоти (карбоніві кислоти: оцтова, масляна, мурашина, пропіонова), низькомолекулярні алкоголі (етанол) та гази: двоокис вуглецю, вуглець, сірководень, аміак. Цей етап називають фазою окислення (рівень рН знижується);

Після цього кислотоутворюючі бактерії з органічних кислот створюють вихідні продукти для утворення метану, а саме: оцтову кислоту, двоокис вуглецю і вуглець. Такі бактерії, що знижують кількість вуглецю, є дуже чутливими до температури.

На останньому етапі утворюється метан, двоокис вуглецю і вода як продукт життєдіяльності метанових бактерій з оцтової та мурашиної кислоти, вуглецю і водню. 90% всього метану виробляється на цьому етапі, 70% походить з оцтової кислоти. Таким чином, утворення оцтової кислоти (тобто 3 етап - розщеплення) є фактором, що визначає швидкість утворення метану. Метанові бактерії виключно анаеробні. Оптимальний рівень рН становить 7.

Основними складовими біогазу є метан (містить 50 – 85%), вуглекислий газ (містить 15 – 50 %) та інші гази в набагато менших пропорціях. Біогаз утворюють спільно три види бактерій, що харчуються біомасою: гідролізні бактерії, що виробляють їжу для кислотоутворюючих бактерій, які в свою чергу забезпечують їжею метаноутворюючі бактерії, що формують біогаз.

Ферментація вихідного органічного матеріалу (наприклад, жому), продуктом якого і буде біогаз, проходить без доступу зовнішньої атмосфери і називається анаеробною. Інший продукт такої ферментації – компостний

перегній – використовується як добриво для полів і городів, а вироблені в компостних купах біогаз і теплова енергія, зазвичай не використовуються.

Вихід біогазу залежить від вмісту сухої речовини і виду використовуваної сировини.

Максимальна кількість біогазу становить 1300 м³ з вмістом метану до 87% можна отримати з жиру. Розрізняють теоретичний (фізично можливий) і технічно-реалізований вихід газу.

Використання ензимів, бустерів для штучної деградації сировини (ультразвукових або рідинних кавітаторів) та інших пристосувань дозволяє збільшувати вихід біогазу на звичайнісінькій установці з 60% до 95%

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

Для утилізації жому та відходів харчових виробництв було розроблено технологічну лінію для отримання біогазу (рис.4.1).

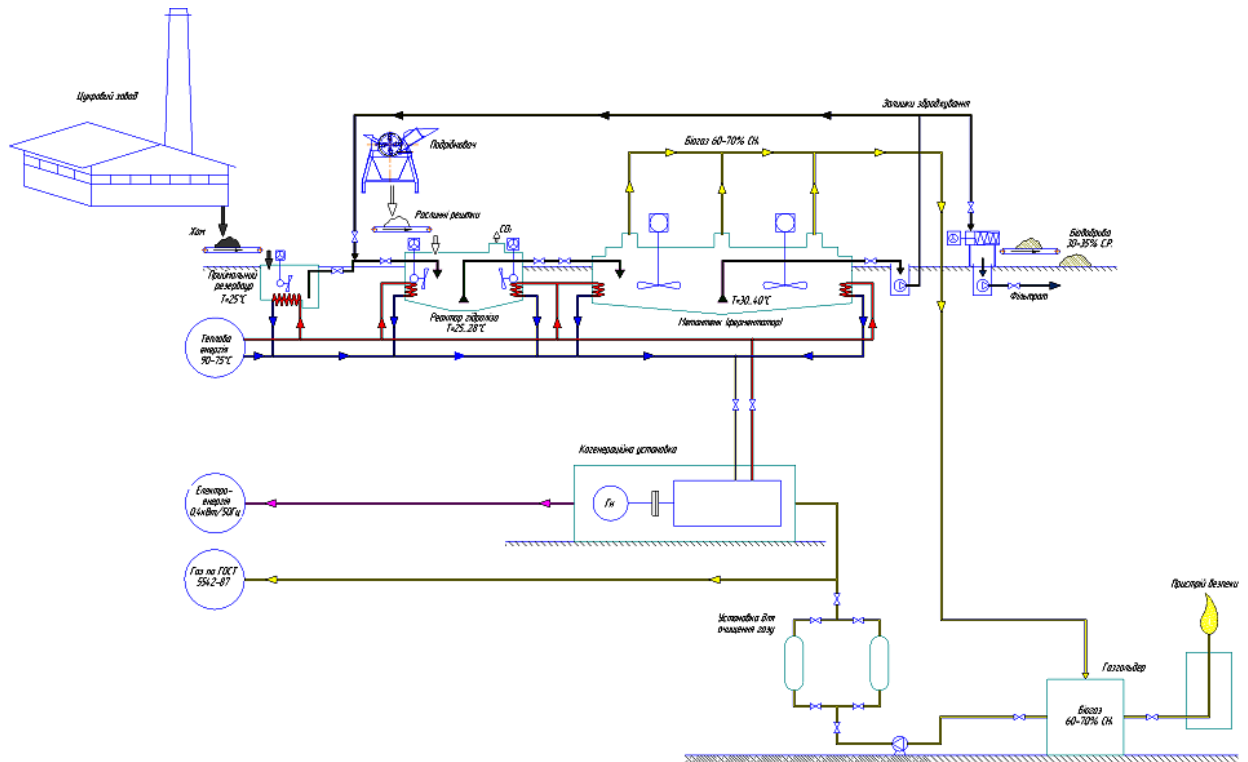


Рис. 4.1. Технологічна лінія одержання біогазу

З цукрового заводу жом транспортується в приймальний резервуар, який розрахований на 2-5 діб накопичення. З приймального резервуару жом подається на подрібнювач (рис.4.2.) для подрібнення.

При подрібненні сухих грубостебельчастих кормів, різанні силосу і коренеплодів, приготуванні сіної дерті і кормових сумішей, дробленні мінеральних добрив, що злежалися, маса, що переробляється, подається через передній лоток до ножового барабана, ножі якого захоплюють її, рубають і дроблять.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Лементар С.Ю.	Вид документа	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Черненко В.С.	Назва, додаткова назва ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	180233.ДП.02.04.ПЗ			
	Документ затверджено Миранчук В. Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 1/4

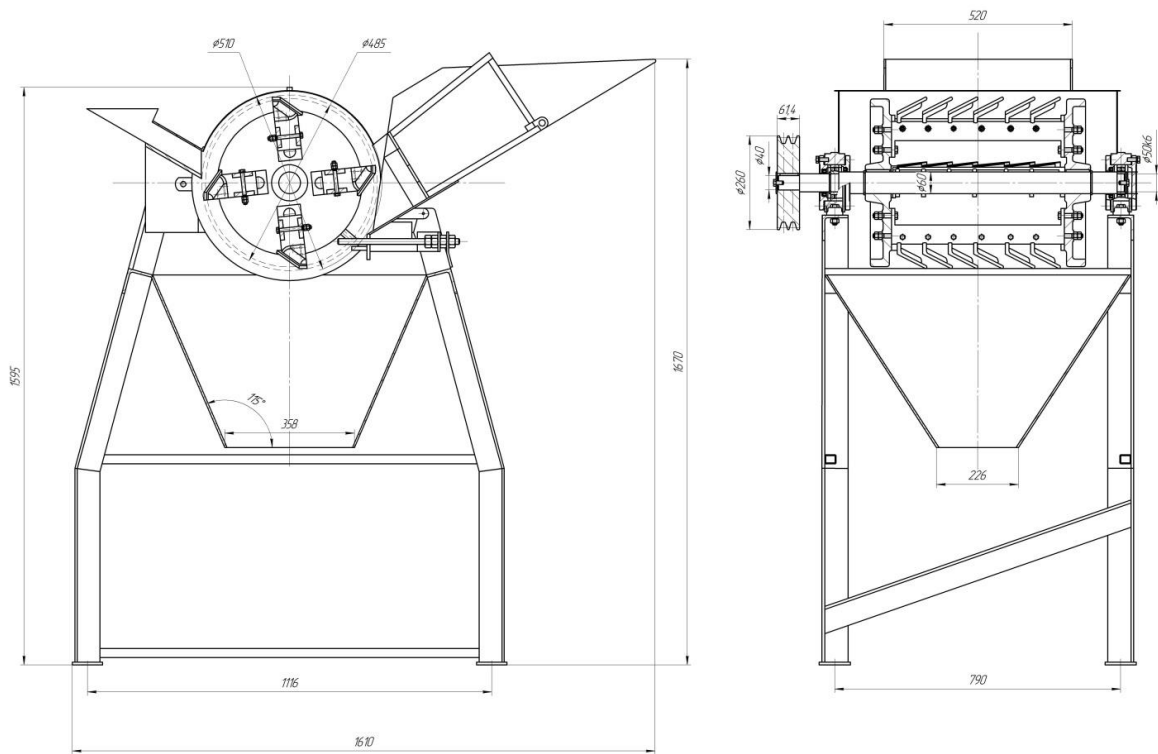


Рис. 4.2. Подрібнювач

При різанні сухих стебел, коренеплодів і дробленні добрив машина працює з планчастим решетом. Необхідний ступінь подрібнення досягається установкою відповідного планчастого решета. Подрібнена маса поступає під барабан і вивантажується на стрічковий транспортер, для переміщення до реактора гідролізу. Після чого перекачується насосами в реактор гідролізу (метатенк), де знаходиться на протязі 5 днів. В цьому реакторі проходить перший етап зброджування – гідроліз, і починається другий – окислення.

Також в цей реактор додається суха суміш для отримання потрібної вологості для оптимального режиму зброджування. Суху суміш отримуємо шляхом подрібнення відходів цукрового виробництва.

В метатенк (рис. 4.3) субстрат подається дозовано, що допомагає чітко контролювати процес метаноутворення.

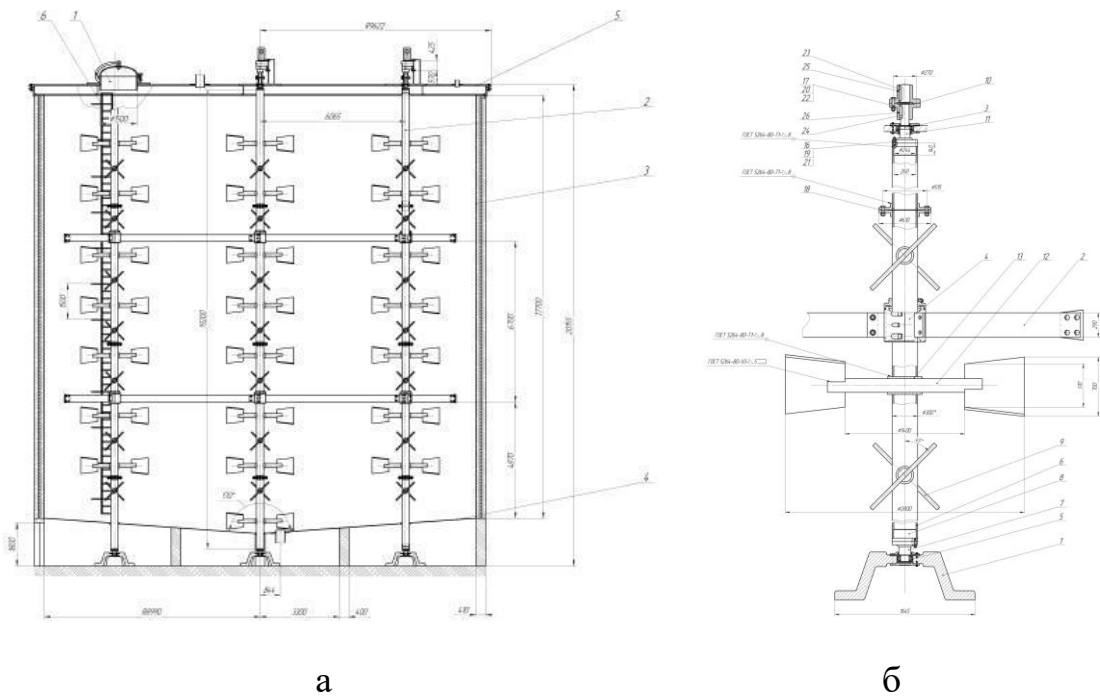


Рис. 4.3 Метатенк:

а – поперечний розріз; б – перемішуючий пристрій

Підігрів реактора ведеться теплою водою. Температура води на вході в реактор 60 °С. Температура води після реактора біля 40°С. Система підігріву – це мережа трубок знаходяться усередині стінки реактора, або на її внутрішній поверхні. Так як біогазова установка комплектується когенераційною установкою (теплоелектрогенератором), то вода від охолодження генератора використовується для підігріву реактора.

Температура води після генератора 90°С. Тепла вода з температурою 90°С змішується з водою 40°С і поступає в реактор з температурою 60 °С. Вода спеціально підготовлена і рециркуляційна. В зимовий період біогазовій установці вимагається до 70 % вторинного тепла відведеного від теплоелектрогенератора. В літній – близько 10 %. Витрати теплової і електричної енергії на потреби самої установки складають від 5 до 15 % всієї енергії, яку дає біогазова установка.

Всю роботу по зброджуванню відходів виконують анаеробні мікроорганізми . В біореактор мікроорганізми вводяться один раз при

першому запуску. Далі ніяких добавок мікроорганізмів і додаткові витрати не потрібні. Введення мікроорганізмів проводиться одним з способів: введення концентрату мікроорганізмів; або додавання біомаси іншого діючого реактора. Спосіб додавання біомаси через використовується частіше через меншу вартість.

На виході маємо два продукти: біогаз і біодобрива.

5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок метантенків

5.1.1. Визначення потрібних розмірів та кількості метантенків

При продуктивності заводу 3000т/добу вихід жому складає 2400т/добу. Частину жому потрібно відвантажувати на корм худобі. Нехай ця частка складає 900 т/добу. Тоді для утилізації залишається 1500 т/добу.

Одним з ключових чинників будь-якого мікробіологічного процесу є час перебування мікроорганізмів в середовищі. Для забезпечення ефективного розкладання складних органічних речовин до CH_4 і CO_2 потрібно, щоб мікроорганізми знаходилися в достатній кількості, а час їх перебування в середовищі був достатнім для забезпечення метаболізму субстрату.

Отже, по цьому параметру потрібно розраховувати об'єм реактора. За рекомендаціями джерела [7] час перебування субстрату в реакторі гідролізу становить 4...7 днів, а в метантенку 5...8 днів.

Приймаємо, що процес буде проходити протягом 5 днів в реакторі гідролізу і протягом такого ж часу в метантенку. Тобто вони будуть мати однаковий об'єм.

Кількість жому, що потрібно утилізувати за 5 днів складає:

$$M = 1500 \text{ т/добу} \cdot 5 \text{ діб} = 7500 \text{ т} = 7500000 \text{ кг} \quad (5.1)$$

Враховуючи, що реактори слід заповнювати субстратом на 90% збільшимо необхідний об'єм на 10 %.

$$V = \frac{1,1 \cdot M}{\rho} = \frac{1,1 \cdot 7500000}{450} = 18333,33 \text{ м}^3 \quad (5.2)$$

де: ρ - густина жому, кг/м^3 ; $\rho = 400 \dots 500 \text{ кг/м}^3$.

Для встановлення в технологічній лінії було прийнято 5 реакторів гідролізу та 5 метантенків. Тому загальний об'єм жому, що потрібно утилізувати поділимо на 5 і отримаємо необхідний об'єм одного метантенка:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	Назва, додаткова назва		180233.ДП.02.05.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>	РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА					
		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/18		

$$V' = \frac{V}{5} = \frac{18333,33}{5} = 3666,67\text{м}^3 \quad (5.3)$$

Провівши аналітичний огляд конструкцій метантенків було обрано циліндричну форму реакторів, діаметри яких можуть знаходитися в межах 6...24м. Приймаємо реактор з діаметром 18 м.

Визначаємо необхідну висоту циліндричного резервуару:

$$V' = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4} \rightarrow H = \frac{4 \cdot V'}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 3666,67}{3,14 \cdot 18^2} = 14,42\text{м} \quad (5.4)$$

З урахуванням того, що в реактори потрібно додавати сухих органічних речовин приймаємо $H = 18\text{м}$.

Для забезпечення оптимальних умов зброджування вологість субстрату в реакторах має становити 88% [1]. Вологість жому після дифузійних установок складає приблизно 92%.

Для отримання в реакторі потрібної вологості додаємо сухої суміші, що складається з сільськогосподарських решток (качанів кукурудзи, стебел, соломи, сіна та інших сільськогосподарських відходів).

Визначимо необхідну кількість сухих решток:

1 кг жому 92% вологи (920г води) 8% С.Р. (80г С.Р.)

1 кг сухої суміші 20% вологи (200г води) 800%С.Р. (800г С.Р.)

З даної пропорції отримуємо, що на 1 кг жому потрібно додавати 200гр. сухої суміші.

Необхідна кількість сухої суміші на 5 днів складає:

$$7500000\text{кг} \cdot 0,2 = 1500000\text{кг} = 1500\text{т}$$

5.1.2. Розрахунок перемішуючого пристрою

Перемішування вмісту метантенка необхідне проводити з метою забезпечення ефективного використання всього об'єму метантенка, виключення утворення застійних зон, запобігання розшарування осаду, утворення кірки, вирівнювання температурного поля. Крім того, перемішування повинне сприяти вирівнюванню концентрацій метаболітів, що утворюються в процесі бродіння і є проміжними субстратами для

мікроорганізмів або інгібіторами їх життєдіяльності, а також підтримці тісного контакту між бактеріальними ферментами і їх субстратами і т.д. Таким чином, перемішування призначено для підтримки однорідності середовища.

Важливою умовою при виборі конструкції перемішуючого пристрою є в'язкість середовища, що перемішується. В якості перемішуючого пристрою обираємо лопатеву мішалку, з межами використання по в'язкості 0,1...50 Па·с.

Для забезпечення перемішування всього об'єму метантенка встановлюємо 5 вертикальних мішалок, які потрібно вмикати на 1 год періодично (4-6 разів на добу).

Визначимо приблизну продуктивність однієї мішалки:

$$\Pi = \frac{3666,67}{5} = 733,33 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (5.5)$$

Розрахуємо параметри перемішуючого пристрою, орієнтуючись на схему (рис. 5.1), щодо основних конструктивних параметрів мішалки.

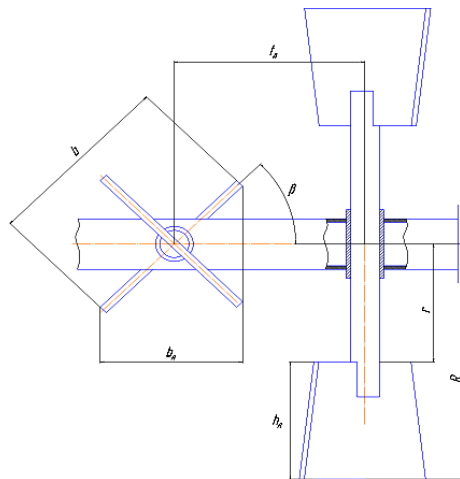


Рис. 5.1. Схема до розрахунку основних конструктивних параметрів мішалки

Продуктивність мішалки визначається за формулою:

$$\Pi = 3600 \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot b'_l \cdot k_n \cdot k_3 \cdot n \quad (5.6)$$

де R , r – відповідно зовнішній і внутрішній радіуси, м; b'_l – проекція ширини лопаті на напрям обертання, м; k_n – коефіцієнт повернення суміші, який

залежить від кількості лопатей із зворотним кутом їх установлення, $k_n=0,7$; k_3 – коефіцієнт заповнення метантенка, $k_3=0,9$; n – частота обертання лопатей:

$$n = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{0,42}{2 \cdot 3,14} = 0,067 \frac{\text{об}}{\text{с}} \quad (5.7)$$

де ω – кутова швидкість обертання лопатей, приймаємо $\omega = 0,42 \text{ рад/с}$.

З формули для визначення продуктивності шляхом математичних перетворень визначаємо зовнішній радіус обертання лопатей, при цьому прийнявши, що $r=R/2$;

$$b'_л = b_л \cos \beta = 0,42R \cos 45, \quad (5.8)$$

де $b_л$ - ширина лопаті; β – кут між лопаттю та горизонтальною площиною в момент виходу лопаті за поверхню розділу, $\beta = 40 \dots 45^\circ$.

Тоді:

$$R = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot \pi}{1604 \cdot \pi \cdot k_n \cdot k_3 \cdot n}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 733,33}{1604 \cdot 3,14 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,067}} = 1,4 \text{ м} \quad (5.9)$$

Критична швидкість вала, об/с

$$n_{кр} \leq \sqrt[3]{\frac{(f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \cdot g}{R}} \quad (5.10)$$

$$n_{кр} \leq \sqrt[3]{\frac{(0,45 \cdot \cos 45 + \sin 45) \cdot 9,81}{1,4}} = 1,93 \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

де f – коефіцієнт тертя, $f=0,45$.

Геометричні розміри мішалки визначаються із таких співвідношень:

$$h_л = 0,5R = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ м}, \quad (5.11)$$

$$b_л = 0,42R = 0,42 \cdot 1,4 = 0,588 \text{ м}, \quad (5.12)$$

$$t_л = 0,75R = 0,75 \cdot 1,4 = 1,05 \text{ м}, \quad (5.13)$$

Площа проекції лопатей на радіальну площину, м^2 :

$$S = \pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot \psi = 3,14 \cdot (1,4^2 - 0,7^2) \cdot 0,08 = 0,37 \text{ м}^2 \quad (5.14)$$

де ψ – коефіцієнт довжини лопатей по колу, $\psi = 0,08$ (табл. 4.1 [8]).

Середній радіус, м:

$$R_{cp} = \frac{R + r}{2} = \frac{1,4 + 0,7}{2} = 1,05 \text{ м} \quad (5.15)$$

Швидкість руху матеріалу вздовж осі змішувача, м/с:

$$v_1 = R_{cp} \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \beta = 1,05 \cdot 0,42 \cdot 1 = 0,441 \text{ м/с} \quad (5.16)$$

Тиск суміші на лопать в осьовому напрямку, Па:

$$q_1 = C \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot v_1^2 = 6 \cdot 368,8 \cdot 1,092 = 2416,38 \text{ Па} \quad (5.17)$$

де $C=3\dots 9$ – коефіцієнт опору. Значення коефіцієнта C залежать від складу і консистенції суміші і можуть змінюватися в широких межах, тому потужність електродвигуна лопатевого змішувача вибирають із запасом;

$$\rho_{\text{сум}} - \text{густина суміші жому та сухих решток; кг/м}^3; \quad \rho_{\text{сум}} = \rho_{\text{ж}} \cdot 0,8 + \rho_{\text{с.с.}} \cdot 0,2 = 450 \cdot 0,8 + 44 \cdot 0,2 = 368,8 \text{ кг/м}^3$$

Осьове зусилля на одну лопать, Н:

$$P_1 = \pi \cdot C \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot \omega^2 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot R_{cp} \cdot (R^2 - r^2) \cdot \psi = 3,14 \cdot 6 \cdot 368,8 \cdot 0,42^2 \cdot \operatorname{tg} 45 \cdot 1,05 \cdot (1,4^2 - 0,7^2) \cdot 0,08 = 151,34 \text{ Н} \quad (5.18)$$

Колове зусилля на одну лопать, Н:

$$P_K = 2 \cdot \pi \cdot C \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot \omega^2 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot R_{cp}^3 \cdot (R - r) \cdot \psi = 2 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 368,8 \cdot 0,42^2 \cdot \operatorname{tg} 45 \cdot 1,05^3 \cdot (1,4 - 0,7) \cdot 0,08 = 159 \text{ Н} \quad (5.19)$$

Осьове зусилля, що діє на лопатевий вал, Н:

$$P_B = P_1 \cdot k_L \cdot k_3 = 151,34 \cdot 14 \cdot 0,9 = 1906,88 \text{ Н} \quad (5.20)$$

де k_L - кількість парних лопатей на кожному валу, $k_L=14$ (табл. 4.1 [8]).

Визначаємо потужність електродвигуна привода для обертання лопатевих валів.

Потужність на подолання опору суміші в осьовому напрямку, Вт:

$$N_1 = \pi \cdot C \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot \omega^3 \cdot \operatorname{tg}^3 \beta \cdot R_{cp}^3 \cdot (R^2 - r^2) \cdot \psi \cdot i \cdot k_3 = 3,14 \cdot 6 \cdot 368,8 \cdot 0,42^3 \cdot 1^3 \cdot 1,05^3 \cdot (1,4^2 - 0,7^2) \cdot 0,08 \cdot 28 \cdot 0,9 = 1766 \text{ Вт} \quad (5.21)$$

де i – загальне число лопатей на валу, $i=28$.

Потужність для подолання сили тертя суміші по поверхні лопатей, Вт:

$$N_2 = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot C \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot \omega^3 \cdot \operatorname{tg}^2 \beta \cdot R_{cp}^2 \cdot (R^2 - r^2) \cdot \psi \cdot i \cdot k_3 \cdot f = \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 368,8 \cdot 0,42^3 \cdot 1^2 \cdot 1,05^2 \cdot (1,4^2 - 0,7^2) \cdot 0,08 \cdot 28 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 560,64 \text{ Вт} \quad (5.22)$$

де $f=0,5...0,65$ – коефіцієнт тертя суміші по сталі. Потужність для подолання опору суміші по поверхні корпусу, Вт

$$N_3 = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot C \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot \omega^3 \cdot \text{tg} \alpha \cdot (R^5 - r^5) \cdot \psi \cdot i \cdot \varphi$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 368,8 \cdot 0,42^3 \cdot 0,466 \cdot (1,4^5 - 0,7^5) \cdot 0,08 \cdot 28 \cdot 0,5$$

$$= 933,2 \text{ Вт (5.23)}$$

Сумарна розрахункова потужність електродвигуна, кВт,

$$N = \frac{\lambda \cdot (N_1 + N_2 + N_3)}{1000 \cdot \eta} = \frac{1,2 \cdot (1766 + 560,64 + 933,2)}{1000 \cdot 0,9} = 4,5 \text{ кВт}$$

(5.24)

$\lambda = 1,1...1,3$ – коефіцієнт запасу потужності, що враховує можливість заклинювання лопатевого вала; $\eta = 0,8...0,9$ – ККД передачі привода.

5.1.3. Розрахунок привода мішалки

Розрахункова потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв.розр.}} = \frac{N_{\text{вих}}}{\eta_{\text{прив}}} \quad (5.25)$$

де $\eta_{\text{прив}}$ - коефіцієнт корисної дії привода

$$\eta_{\text{прив}} = \eta_{\text{муф}} \cdot \eta_{\text{оп.прив.вала}} \cdot \eta_{\text{п.під.}}^2 \quad (5.26)$$

де $\eta_{\text{муф}}$ – коефіцієнт корисної дії муфти $\eta_{\text{муф}} = 0,99$

$\eta_{\text{п.під.}}$ – коефіцієнт корисної дії пари підшипників $\eta_{\text{п.під.}} = 0,99$

$\eta_{\text{оп.прив.вала}}$ - коефіцієнт, який враховує втрати в опорах приводного вала,
 $\eta_{\text{оп.прив.вала}} = 0,99$

$$\eta_{\text{прив}} = 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,99^2 = 0,96$$

Тоді

$$N_{\text{дв.розр.}} = \frac{4,5}{0,96} = 4,69 \text{ кВт}$$

Частота обертання вала:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30 \cdot 0,42}{3,14} = 4 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (5.27)$$

З каталогу фірми SEW EURODRIVE [14] обираємо необхідний мотор – редуктор з такими параметрами:

RF167 R97 DV132 S4

$$N = 5,5 \text{ кВт}; n = 4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}; M = 12700 \text{ Н} \cdot \text{м}; i = 376; S_f = 1,4$$

5.1.4. Розрахунок вала мішалки

Розрахуємо діаметр вала в небезпечному перерізі під дією сили кручення.

Крутний момент на вал передається від мотор – редуктора і дорівнює $M = 12700 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Визначаємо діаметр вала в небезпечному перерізі з умови міцності при крученні:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{0,2[\tau_{кр}]}} \quad (5.28)$$

де $[\tau_{кр}]$ - допустиме напруження на кручення, $[\tau_{кр}] = 40 \text{ МПа}$.

$$d = \sqrt[3]{\frac{12700 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 40}} = 126 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр вала суцільного $d = 100 \text{ мм}$.

Для трубчастої ділянки вала приймаємо такі діаметри: $D_{зв} = 300 \text{ мм}$, $d_{вн} = 260 \text{ мм}$. Зробимо перевірочний розрахунок на міцність при крученні трубчастої ділянки вала:

$$\tau_{кр} = \frac{M}{W_\rho} \leq [\tau_{кр}] \quad (5.29)$$

де $W_\rho = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \cdot (1 - \alpha^4)$ - полярний момент опору площі для трубчастого поперечного перерізу вала; α - визначається відношенням внутрішнього діаметра до зовнішнього діаметра розраховуваного вала;

$$\alpha = \frac{d_{\text{ВН}}}{D_{\text{ЗВ}}} = \frac{260}{300} = 0,867 \quad (5.30)$$

Тоді

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot D^3 \cdot (1 - \alpha^4)} \leq [\tau_{\text{кр}}] \quad (5.31)$$

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{16 \cdot 12700}{\pi \cdot 0,3^3 \cdot (1 - 0,867^4)} = 5509865 \text{Па} = 5,5 \text{МПа} \leq [\tau_{\text{кр}}] = 40 \text{МПа}$$

5.1.5. Розрахунок шпонки на валу мішалки

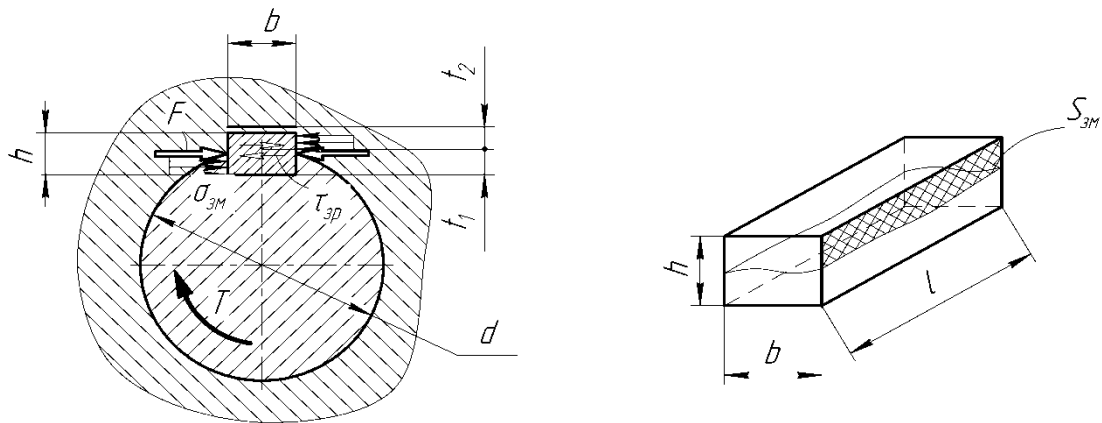


Рис. 5.2. Ескіз шпонки

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок і пазів є зминання від крутного моменту M , Н·мм:

$$\sigma_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot M}{d \cdot l_p (h - t_1)} \approx \frac{4 \cdot M}{d \cdot l_p h} \leq [\sigma_{\text{зм}}] \quad (5.32)$$

де l_p - робоча довжина шпонки, рівна прямолінійній робочій частині бокової грані.

Для шпонок у виконанні А по СТ СЭВ 189-75(виконання 1 по ГОСТ 10748-79):

$$l_p = l - b, \text{ мм} \quad (5.33)$$

Для шпонок зі сталі 45 приймають при неперервному використанні, при середньому режимі роботи $[\sigma_{\text{зм}}] = 130 \dots 180$ МПа. Приймаємо $[\sigma_{\text{зм}}] = 180$ МПа.

На валу встановлено шпонка, яку перевіряємо на напруження зминання:

Шпонка 28×25×140 ГОСТ 10748-79, діаметр вала $d = 100,0$ мм.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot M}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 12700 \cdot 10^3}{100 \cdot 112 \cdot (25 - 10,4)} = 155 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 180 \text{ МПа}$$

де: $l_p = 140 - 28 = 112$ мм M – крутний момент, $M = 12700$ Н·м.

Отже, встановлена шпонка витримує навантаження.

5.1.6. Підбір муфти

Експлуатаційною характеристикою муфт є передаваний крутний момент M і діаметр вала d , на який насаджується муфта. Конкретний типорозмір муфти обирається від умов експлуатації по таблицях згідно залежності:

$$T_p = K_k \cdot M_{ном} \leq M, \quad (5.34)$$

T_p - розрахунковий крутний момент; K_k - коефіцієнт запасу, обирається в залежності від виду привода, $K_k = 1,0 \dots 1,25$. $M_{ном}$ - номінальний крутний момент на валу.

$$M_p = 1,2 \cdot 12700 = 15240 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для встановлення обираємо муфту фланцеву ГОСТ 20761-96 [16] з передаваним крутним моментом 16000 Н·м.

5.2. Розрахунок подрібнювача

5.2.1. Кінематичний і силовий розрахунок приводу та вибір електродвигуна подрібнювача

Потужність на валу барабана подрібнювача, $N_2 = 6$ кВт

Число обертів валу ножевого барабана, $n_2 = 1200$ об/хв

Крутний момент на валу ножевого барабана становить:

$$N_2 = T_2 \cdot \omega_2 \rightarrow T_2 = \frac{N_2}{\omega_2} \quad (5.35)$$

де T_2 – крутний момент на валу ножевого барабана;

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 1200}{30} = 125,6 \text{ с}^{-1} \quad (5.36)$$

де n_2 – частота обертів валу ножевого барабана.

Тоді:

$$T_2 = \frac{6000}{125,6} = 47,77 \text{Н} \cdot \text{м} \approx 0,5 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Розрахункова потужність на валу двигуна становить:

$$N_{\text{дв.розр}} = \frac{N_2}{\eta_{\text{прив}}}, \quad (5.37)$$

де $\eta_{\text{прив}}$ - коефіцієнт корисної дії привода

$$\eta_{\text{прив}} = \eta_{\text{нас.пер.}} \cdot \eta_{\text{н.підш.}} \quad (5.38)$$

де $\eta_{\text{нас.пер.}}$ – коефіцієнт корисної дії пасової передачі; $\eta_{\text{з.цил.пер.}} = 0,95$ $\eta_{\text{н.підш.}}$ –

коефіцієнт корисної дії пари підшипників; $\eta_{\text{н.підш.}} = 0,99$;

$$\eta_{\text{прив}} = 0,95 \cdot 0,99 = 0,9405$$

$$\text{Тоді } N_{\text{дв.розр.}} = \frac{6000}{0,9405} = 6380 \text{Вт} = 6,38 \text{кВт}$$

Обираємо трьохфазний асинхронний двигун з коротко замкнутим ротором – 4А132S4У3.

$$N_{\text{дв.кат.}} \geq N_{\text{дв.розр.}}$$

$$\text{Характеристики двигуна: } N_{\text{дв.кат.}} = 7,5 \text{кВт} \quad n_{\text{дв.асинхр.}} = 1430 \text{хв}^{-1}$$

Визначаємо передаточне число привода:

$$u_{\text{прив}} = \frac{n_{\text{двиз.}}}{n_2} = \frac{1430}{1200} = 1,19 \quad (5.39)$$

Потужності на окремих валах привода буде становити:

$$N_1 = N_{\text{дв.розр.}} = 6380 \text{Вт}$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{нас.пер.}} \cdot \eta_{\text{н.підш.}} = 10950 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 6000 \text{Вт}$$

Частота обертання валів привода складає:

$$n_1 = n_{\text{дв.асинх.}} = 1430 \text{хв}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{\text{нас.пер.}}} = \frac{1430}{1,19} \approx 1200 \text{хв}^{-1}$$

Кутові швидкості на окремих валах привода:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1430}{30} = 149,67 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_{\text{нас.пер.}}} = \frac{149,67}{1,19} = 125,6 \text{ c}^{-1}$$

Крутні моменти на валах привода:

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{6380}{149,67} = 42,63 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = T_1 \cdot u_{\text{нас.пер.}} \cdot \eta_{\text{н.відш.}} = 42,63 \cdot 1,19 \cdot 0,9405 = 47,77 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

5.2.2. Розрахунок пасової передачі

Вихідні дані для розрахунків: $T_1 = 42,63 \text{ Н} \cdot \text{м}$

$$n_1 = 1430 \text{ об/хв}$$

$$u = 1,19$$

Обираємо тип шківів:

тип «В» з розмірами: $b_p = 19 \text{ мм}$; $h = 13,5 \text{ мм}$; $b_0 = 22 \text{ мм}$; $y_0 = 4,8 \text{ мм}$; $F_1 = 2,3 \text{ мм}^2$

Діаметр меншого шківів у відповідності з рекомендаціями [9, стор.26, табл.2.12] приймаємо $d_{p1} = 200 \text{ мм}$.

Діаметр більшого шківів розраховуємо за формулою:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot u \cdot (1 - \varepsilon) = 200 \cdot 1,19 \cdot (1 - 0,02) = 233,24 \text{ мм} \quad (5.40)$$

де $\varepsilon = 0,02$ – коефіцієнт ковзання пасів.

Стандартний діаметр за ДСТУ 17383-73 [9, стор.30, табл.2.21] $d_{p2} = 250 \text{ мм}$.

Фактичне передаточне число визначаємо за формулою:

$$u = \frac{d_{p2}}{d_{p1} \cdot (1 - \varepsilon)} = \frac{250}{200 \cdot (1 - 0,02)} = 1,28 \quad (5.41)$$

Швидкість пасів визначається за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 1430}{60 \cdot 1000} = \frac{14,97 \text{ м}}{\text{с}} \quad (5.42)$$

Частота обертання ведомого вала розраховується за формулою:

$$n_2 = \frac{d_{p1} \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_{p2}} = \frac{200 \cdot 1430 \cdot (1 - 0,02)}{250} = 1121,12 \text{хв}^{-1} \quad (5.43)$$

Міжосьова відстань визначається за формулою:

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} = 0,95 \cdot 250 = 237,5 \text{мм} \quad (5.44)$$

Розрахункова довжина паса розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} L &= 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a} = \\ &= 2 \cdot 237,5 + \frac{3,14}{2} (200 + 250) + \frac{(250 - 200)^2}{4 \cdot 237,5} = 1184,1 \text{мм} \end{aligned} \quad (5.45)$$

Стандартна довжина паса [9,стор.26] $L = 1250$ мм.

За стандартною довжиною L уточнюємо дійсну міжосьову відстань за формулою

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2L - \pi(d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8}, \quad (5.46) \\ a &= \frac{2 \cdot 1250 - 3,14(200 + 250) + \sqrt{[2 \cdot 1250 - 3,14(200 + 250)]^2 - 8(250 - 200)^2}}{8} = 270,6 \text{мм} \end{aligned}$$

Мінімальна міжосьова відстань для зручного монтажу і зняття пасів:

$$a_{min} = a - 0,01L = 270,6 - 0,01 \cdot 1250 = 258,1 \text{мм} \quad (5.47)$$

Максимальна міжосьова відстань для створення натягу і підтягування паса при витяжці:

$$a_{max} = a + 0,025L = 270,6 + 0,025 \cdot 1250 = 301,85 \text{мм} \quad (5.48)$$

Кут обхвату на меншому шківу визначається за формулою:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} = 180^\circ - 60^\circ \frac{250 - 200}{270,6} = 169^\circ > [\alpha_1] = 110^\circ$$

Вихідна довжина паса $L_0 = 3750$ мм. Відносна довжина $\frac{L}{L_0} = \frac{1250}{3750} = 0,33$.

Коефіцієнт довжини [9,стор.29,табл.2.19] $C_L = 0,86$

Вихідна потужність при $d_{p1} = 200\text{мм}$ та $v = 14,97\text{м/с}$
[9,стор.28,табл.2.15] $N_0 = 5,8\text{кВт}$.

Коефіцієнт кута обхвата [9,стор.29,табл.2.19] $C_\alpha = 0,98$

Поправка до крутного моменту на передаточне число [9,стор.29,
табл.2.20] $\Delta T_u = 5,8$

Поправка к потужност визначається за формулою:

$$\Delta N_u = 0,0001 \cdot \Delta T_u \cdot n_1 = 0,0001 \cdot 5,8 \cdot 1430 = 0,8294\text{кВт} \quad (5.49)$$

Коефіцієнт режиму роботи [9,стор.20,табл.2.8] $C_p = 0,73$

Допустима потужність на один пас визначається за формулою:

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_u) \cdot C_p \quad (5.50)$$

$$[N] = (5,8 \cdot 0,98 \cdot 0,86 + 0,8294) \cdot 0,73 = 4,17\text{кВт}$$

Розрахункове число пасів визначається з формули:

$$z = \frac{N}{[N]} = \frac{7,5}{4,17} = 1,8\text{шт} \quad (5.51)$$

Коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження [9,стор.29] $C_z = 0,95$

Дійсне число пасів в передачі розраховуємо за формулою:

$$z' = \frac{z}{C_z} = \frac{1,8}{0,95} = 1,9\text{шт} \quad (5.52)$$

Приймаємо число пасів $z' = 2\text{шт}$.

Сила початкового натягу одного клинового паса розраховується за формулою:

$$S_{01} = \frac{780 \cdot N}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot z'} + q \cdot v^2 = \frac{780 \cdot 7,5}{17,97 \cdot 0,98 \cdot 0,73 \cdot 2} + 0,3 \cdot 14,97^2 = 340,23\text{Н} \quad (5.53)$$

q – погонна маса паса, кг/м; $q = 0,3\text{кг/м}$ [9,стор.26,табл.2.12].

Зусилля, що діє на вали передачі розраховується за формулою:

$$Q \approx 2 \cdot S_{01} \cdot z' \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 340,23 \cdot 2 \cdot \sin \frac{169}{2} = 1355\text{Н} \quad (5.54)$$

Розміри обода шків [9, стор.30, табл.2.21]

$$L_p = 19\text{мм}; h = 14,3\text{мм}; b = 5,7\text{мм};$$

$$e = 25,5\text{мм}; f = 17\text{мм}; r = 1,5\text{мм};$$

$$h_{\min} = 10\text{мм}; \alpha_1 = 36^\circ \quad \alpha_2 = 36^\circ$$

Зовнішні діаметри шківів визначаємо за формулою:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \cdot b = 200 + 2 \cdot 5,7 = 211,4\text{мм} \quad (5.55)$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b = 250 + 2 \cdot 5,7 = 261,4\text{мм} \quad (5.56)$$

Ширина обода шківів визначається за формулою:

$$M = (z' - 1) \cdot e + 2f = (2 - 1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17 = 59,5 \quad (5.57)$$

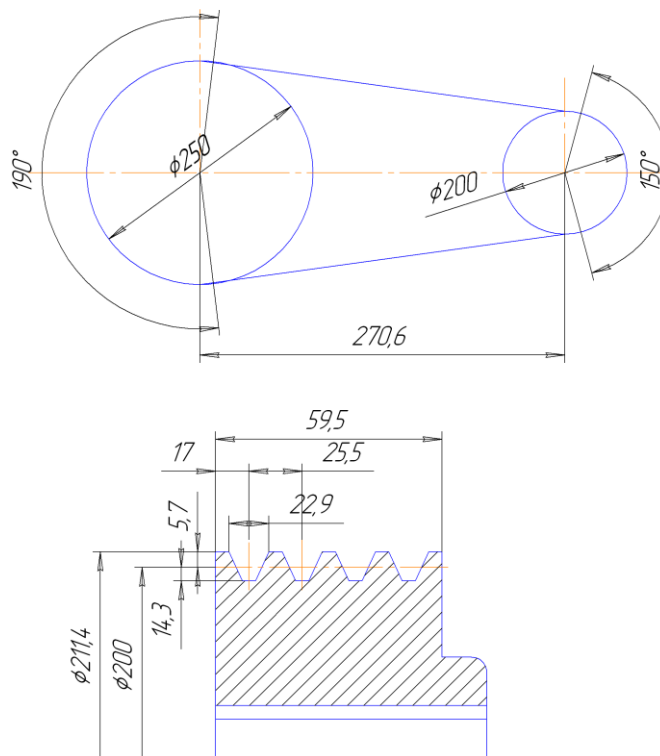


Рис.5.3. Ескіз пасової передачі

5.2.3. Розрахунок вала подрібнювача

Визначимо реакції опор на горизонтальній площині ХУ:

$$\sum M_A = 0: -F_{nac} \cdot 0,35 - F_{oc} \cdot \frac{0,375}{2} + R_B \cdot 1,2 = 0$$

$$R_B = \frac{F_{r1} \cdot 0,35 + F_{oc} \cdot 0,1875}{1,2} = \frac{1355 \cdot 0,35 + 135,87 \cdot 0,1875}{1,2} = 416,44\text{Н}$$

$$\sum M_B = 0: R_A \cdot 1,2 - F_{oc} \cdot \frac{0,375}{2} - F_{nac} \cdot 1,55 = 0$$

$$R_A = \frac{F_{nac} \cdot 1,55 + F_{oc} \cdot 0,1875}{1,2} = \frac{1355 \cdot 1,55 + 135,87 \cdot 0,055}{1,2} = 1771,44H$$

$$\sum F_Y = 0:$$

$$R_{AY} - F_{nac} - R_{BY} = 0$$

$$1771,44 - 1355 - 416,44 = 0$$

Визначимо величини згинальних моментів на площ. ХУ в точках С, А, D, В:

$$M^C = 0H \cdot m$$

$$M^A = -F_{nac} \cdot 0,35 = -1355 \cdot 0,35 = -474,25H \cdot m$$

$$M^D = -F_{nac} \cdot 0,95 + R_A \cdot 0,6 = -224,4H \cdot m$$

$$M^B = -F_{nac} \cdot 1,55 \cdot R_A \cdot 1,2 - F_{oc} \cdot 0,1875 = 0H \cdot m$$

Для побудови епюри еквівалентного моменту визначимо його величину у відповідних точках за формулою:

$$M_{екв} = \sqrt{M^2 + \alpha \cdot T^2},$$

$$\text{де, } \alpha = \frac{[\sigma_{-1}]}{[\sigma_0]} = \frac{78,26}{95} = 0,82.$$

$[\sigma_{-1}]$ - допустиме знакозмінне напруження для вала,

$$[\sigma_{-1}] = \frac{\sigma_{-1}}{[n]} = \frac{270}{3,45} = 78,26MPa$$

σ_{-1} - знакозмінне напруження $\sigma_{-1} = 270MPa$ (для обраного матеріалу);

$[n]$ - допустимий коефіцієнт запасу міцності, $[n] = 3,0 \dots 3,5$

$[\sigma_0]$ - допустиме пульсуюче від нуля напруження, $[\sigma_0] = 95MPa$

[9, стор.173, табл.5.3].

$$M_{екв}^C = \sqrt{0,82 \cdot 42,63^2} = 38,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{екв}^A = \sqrt{474,25^2 + 0,82 \cdot 42,63^2} = 475,82 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{екв}^D = \sqrt{54,71^2 + 0} = 224,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{екв}^B = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначимо діаметр тихохідного валу в небезпечному перерізі за формулою:

$$d_A = \sqrt[3]{\frac{M_{екв}^{\max}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} = \sqrt[3]{\frac{475,82 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 78,26}} = 39,32 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр валу в небезпечному перерізі $d_A = 40 \text{ мм}$.

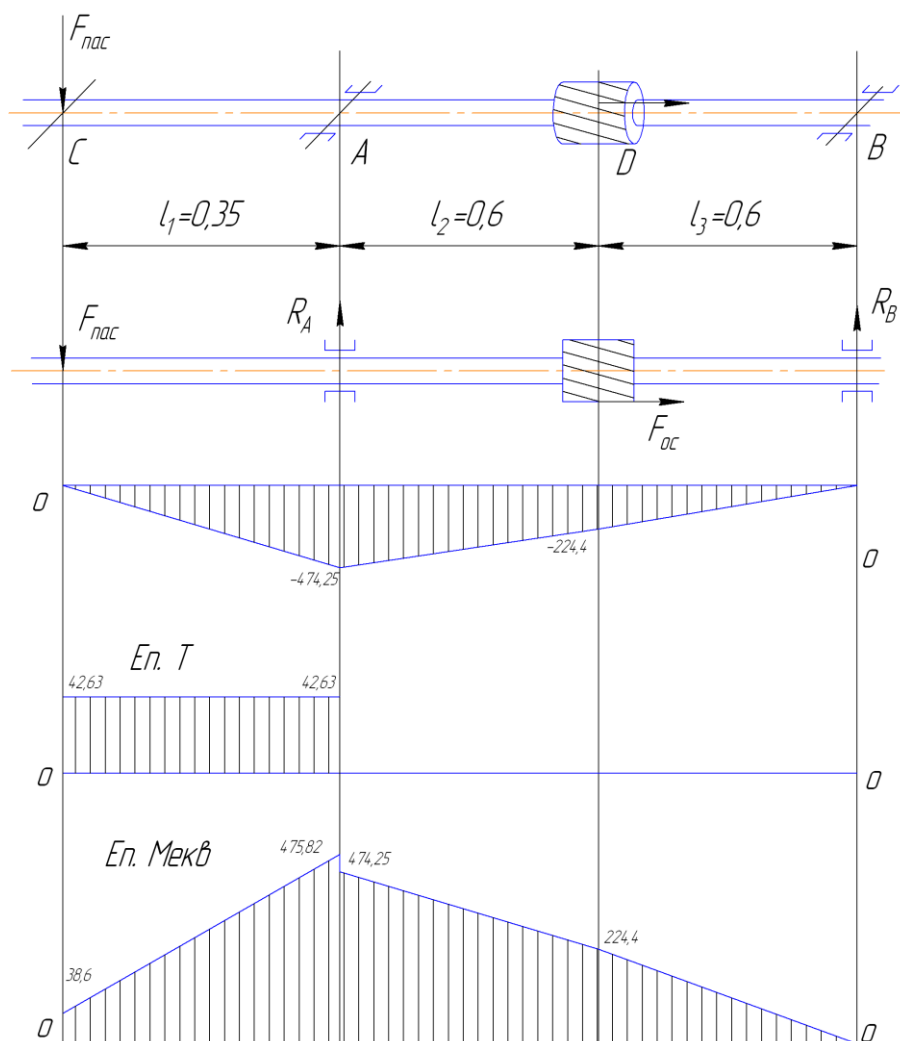


Рис.5.4. Схема навантаження вала

5.3. Розрахунок виходу біогазу

За даними джерела [1] вихід біогазу становить $0,6 \text{ м}^3$ з 1 кг сухих речовин в об'ємі метантенка.

В одному метантенку знаходиться:

$$\text{жому } 7500000:5=1500000\text{кг}$$

$$\text{сухих решток } 1500000:5=300000\text{кг}$$

Як було зазначено вище концентрація сухих речовин має складати 12%.

Отже, розрахуємо частку сухих речовин від загальної маси:

$$(1500000+300000)\cdot 0,12=216000\text{кг}$$

Тоді розрахуємо вихід біогазу з одного метантенка за 1 цикл зброджування, тобто за 5 днів:

$$216000\cdot 0,6=129600\text{ м}^3$$

Загальна продуктивність з 5 метантенків за 5 днів складе:

$$129600\cdot 5=648000\text{ м}^3$$

5.4.Розрахунок патрубків

За технологією дозавантаження суміші в метантенк і вивантаження з нього перебродженого осаду відбувається 1 раз за добу протягом 2-х год. Так як один цикл триває 5 днів, то завантажуюмо і вивантажуємо на добу 1/5 об'єму метантенка:

$$3666,67/5=733,33\text{ м}^3$$

Розрахуємо годинний об'єм завантаження:

$$733,33/2=366,67\text{ м}^3/\text{год}=0,120\text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахуємо патрубки для подачі суміші в метантенк і для вивантаження перебродженого осаду:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}}$$

де, ω – швидкість руху речовини, м/с; приймаємо для суміші $\omega=1\text{м/с}$.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,120}{3,14 \cdot 1}} = 0,36\text{м}$$

Приймаємо найближчий стандартний розмір трубопроводів: $d_3 = 377\text{мм}$ та $\delta_{\text{ст}}=9\text{...}14\text{мм}$ ГОСТ 8732-78.

Для розрахунку патрубку для відводу з метантенка отриманого біогазу спочатку визначимо годинну продуктивність одного метантенка:

$$129600:5=25920 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$25920:24=1080 \text{ м}^3/\text{год} = 0,3 \text{ м}^3/\text{с}$$

Тоді

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,3}{3,14 \cdot 15}} = 0,16 \text{ м}$$

де, ω – швидкість руху газу, м/с; приймаємо для газу $\omega=15\text{м/с}$.

Приймаємо найближчий стандартний розмір трубопроводів: $d_3 = 168\text{мм}$ та $\delta_{ст}=5\text{мм}$ ГОСТ 8732-78.

6. ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріали, що викостосовуються при розробці та конструюванні апаратів харчових виробництв, обумовлений наступними основними факторами:

- допустимістю контакту з продуктами;
- економічною доцільністю використання;
- вимогами до надійності та довговічності обладнання.

Оскільки біогазові установка не виробляє хаочові продукти, то першою вимогою можна знехтувати. Однак, важливим є використання матеріалів, що не піддаються корозії при взаємодії з продуктами, використання більш дешевих матеріалів, що є доцільними в певній конструкції, та комбінація пар конструкційних матеріалів, яка забезпечить менше зношування поверхонь тертя.

Одною з головних вимог до матеріалів, що використовуються для виготовлення технологічного обладнання, є їхня висока корозійна стійкість. Корозія часто призводить до невиробничих простоїв обладнання, руйнування продуктів, втрату цих продуктів в наслідок порушення герметичності ємкостей, трубопроводів, реакторів. Тому конструктор має знати механізм корозії, а також вплив інших факторів на швидкість протікання процесу корозії матеріалів, щоб обґрунтовано, з врахуванням економічної доцільності вибирати конструкційний матеріал і антикорозійне покриття, і максимально ефективно застосовувати засоби і методи хім. захисту від корозії.

Для різних видів зношування найбільш чутливі деталі тертя робочих органів обладнання: ущільнюючі кільця підшипників, манжетні ущільнення та інше.

Із зношуванням деталей в парах тертя збільшуються зазори, зрушуються нормативна робота машини, появляється вібрація, ударні навантаження на поверхні деталей.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	Назва, додаткова назва		180233.ДП.02.06.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>	ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/4

Зношування деталі може призвести до її руйнування, також внаслідок зношування поступово збільшуються змінні напруги, що призводить до перевищення межі втомлюваності.

Поломка деталі внаслідок зношування приводить до простою обладнання, що зрушує режим виробництва.

Якість сталі та її характеристики можна підвищувати гартуванням з використанням високого відпуску, а при вищих навантаженнях - гартуванням з низьким відпуском.

Ще одним способом підвищення зносостійкості є цементація сталі з послідуєм гартуванням та низьким відпуском.

Зносостійкість залізвуглецевих сталей зростає із збільшенням в їхній структурі перліту. Тому для підвищення довговічності сальників захисні втулки слід виготовлювати із сталі з значним вмістом вуглецю або сірого перлітного чавуну.

По даних випробувань метали можна поділити по зносостійкості на такі групи:

- до першої групи входять метали, що мають низькі антикорозійні властивості: сталі та чавуни. Їх зношування характеризується значною втратою маси внаслідок інтенсивного протікання корозійних процесів.

- до другої групи входять метали та корозійностійкі сплави (нержавіючі сталі, мідні та алюмінієві сплави). Їх зносостійкість в десятки разів більше зносостійкості металів з першої групи.

При виборі того або іншого конструкційного матеріалу слід враховувати:

Довговічність визначається головною ознакою зносостійкістю деталей, тому одним із типових шляхів збільшення терміну роботи та надійності машини є збільшення зносостійкості поверхні тертя деталей.

✓ корозійну стійкість під час тривалої дії на метал харчових середовищ з підвищеними температурою і тиском;

✓ технологічні особливості виготовлення (штамповка, лиття, зварка);

✓ механічну твердість при виконанні потрібних робочих циклів виготовлення та роботи деталі, вузлів та механізмів машини;

✓ економічну доцільність на використання тих або інших конструкційних матеріалів.

Підбір конструкційних матеріалів з яких виготовляють обладнання заснований на використанні матеріалів, що забезпечують більшу довговічність і дешевизну з врахуванням впливу середовища та економічної доцільності їх використання.

Після проведення порівняльного аналізу аналогічних конструкцій, з ціллю визначення оптимального складу конструкційних матеріалів, які б вдовольняли співвідношення «ціна/якість» (найнижча ціна при найвищих показниках якості роботи), був проведений підбір конструкційних матеріалів основних елементів устаткування (табл.6.1.).

Таблиця 6.1

Матеріал	Марка	Використання	Дата і номер дозволу	Орган, що видав дозвіл
Сталь Високолегована ГОСТ 5632-72	08X13	Кожух	18.VII/1963р.08 с/Б-7-128	Мін. охорони здоров'я України
Сталь Високолегована ГОСТ 5632-72	12X13	Трубопроводи	18.VII/1963р. 08с/Б-7-128	Мін. охорони здоров'я України
Сталь Високолегована ГОСТ 5632-72	20X13	Суцільний вал переміщуючого пристрою	18.VII/1963р. 08с/Б-7-128	Мін. охорони здоров'я України

Конструкційними називаються сталі, що призначені для виготовлення складових машин (машинобудівні сталі). До конструкційних сталей відносять і сталі з спеціальними якостями – зносостійкі, пружинні, жаростійкі, жароміцні, корозостійкі та ін.

Конструкційна сталь має мати гарні технологічні якості, добре оброблятися під тиском та різанням, не створювати шліфувальних тріщин,

мати високу проколюваність та малою схильністю до процесів обезвуглецювання, деформації та тріщиноутворення при загартовуванні і т.п.

Хром – досить дешевий елемент що широко застосовується для легування сталі. У конструкційних сплавах він частинно розчинений у фериті, частково в цементиті або створює спеціальні карбіди. У хромистих сталях у більшій мірі розвивається проміжне перетворення; під час загартовування з подальшим охолодженням у маслі, що виконується після цементації. Серцевина виробу має бейнитну будову. Внаслідок цього хромисті сплави у порівнянні з вуглецевими проявляють більш високі міцності характеристики але втрачають в пластичності на серцевині і кращій міцності у цементованому шарі. Хромиста сталь дуже чутлива до перегріву (проте менше ніж вуглецева) і під час цементації може мати підвищений склад вуглецю на поверхневому шарі. Прокалювання хромистих сталей невелика.

При збільшенні вмісту вуглецю виростає і міцність, але зменшується пластичність і в'язкість. Хромисті сталі мають схильність до відпускнуї крихкості, тому під час високої відпуски охолодження має бути швидким. Ці сталі використовуються для виробів, які працюють при високих динамічних навантаженнях.

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Виробництво деталей для машин і механізмів сьогодні неможливе без виготовлення виливків, кованок, штампованих, пресованих, зварюваних, склепуваних, склеюваних, пластмасових, гумових, порошкових заготовок, значного розмаїття сортового та спеціального прокату, композитних матеріалів тощо. Сучасні способи формоутворення дають змогу отримувати заготовки великих і малих розмірів з високою точністю та якістю поверхонь, що вимагають незначного оброблення різанням.

На стадії одержання заготовки закладаються основні техніко – експлуатаційні параметри майбутнього виробу. Використання прогресивних способів формування заготовок дає змогу забезпечити задану якість виробів за умови мінімальної трудомісткості та вартості їх виготовлення.

Основною тенденцією розвитку машинобудівного виробництва на сучасному етапі є наближення заготовок за їх формою та розмірами до готових виробів. Виробництво заготовок на вітчизняних підприємствах відрізняється достатньо високим технологічним рівнем, але застарілими формами його організації.

Таблиця 7.1 Технологічний маршрут виготовлення деталі

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний															
1	2	3															
10	Заготівельна (УЗЗ)																
10.1	Відлити заготовку за витоплюваною моделлю	За технічною документацією ливарних робіт I-го класу по ГОСТ 977-75															
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-х кулачковий патрон															
20.1	Торцювати пов. 1, $z = 5\text{мм}$	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^0$; $\gamma = 10^0$; $\alpha = 8^0$; $r = 1\text{ мм}$; розміри - $B \times H \times L = 16 \times 25 \times 140\text{ мм}$, Т15К6, ШЦ1															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"><i>Відповідальна організація</i> НУХТ</td> <td style="width: 25%;"><i>Технічне узгодження</i> Байко Ю.І.</td> <td style="width: 25%;"><i>Вид документа</i></td> <td style="width: 25%;"><i>Статус документа</i></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: top;"><i>Власник документа</i> НУХТ</td> <td style="vertical-align: top;"><i>Розробник документа</i> Чепненко В.С.</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ</td> <td colspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">180233.ДП.02.07.ПЗ</td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"><i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.</td> <td style="width: 12.5%;"><i>Інд. змін.</i></td> <td style="width: 12.5%;"><i>Дата видання</i></td> <td style="width: 12.5%;"><i>Мова</i></td> <td style="width: 12.5%;"><i>Аркуш</i> 1/5</td> </tr> </table>				<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко Ю.І.	<i>Вид документа</i>	<i>Статус документа</i>	<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чепненко В.С.	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	180233.ДП.02.07.ПЗ		<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/5
<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Байко Ю.І.	<i>Вид документа</i>	<i>Статус документа</i>														
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чепненко В.С.	Назва, додаткова назва ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	180233.ДП.02.07.ПЗ														
	<i>Документ затверджено</i> Миранчук В. Г.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/5											

1	2	3
20.2	Точити пов.2 $\varnothing 300$ мм на довжину $l=40$ мм начорно	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^{\circ}$; $\gamma = 10^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
20.3	Точити пов.2 $\varnothing 300$ h10 мм на довжину $l=40$ мм начисто	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^{\circ}$; $\gamma = 10^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
20.4	Розточити пов.4 з $\varnothing 80$ мм на $\varnothing 90$ мм начорно	Різець розточний $\varphi = 45^{\circ}$; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
20.5	Точити канавку пов.3 глибиною 1,0мм, шириною 5мм на відстані 50мм	Різець канавковий, Т15К6, $b=5$ мм, $\varphi=90^{\circ}$, $\varphi_1=95^{\circ}$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
20.6	Розточити пов.3 на $\varnothing 90$ h7мм начисто	Різець розточний $\varphi = 45^{\circ}$; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
20.7	Зняти фаску $2,5 \times 45^{\circ}$ пов.5	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^{\circ}$; $\gamma = 10^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20
30.1	Торцювати пов. 19, $z = 5$ мм	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^{\circ}$; $\gamma = 10^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
30.2	Точити пов.6 на $\varnothing 193$ мм на довжину $l=420$ мм начорно	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^{\circ}$; $\gamma = 12^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
30.3	Точити пов.7 $\varnothing 120$ мм на довжину $l=398$ мм начорно з припуском під шліфування	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^{\circ}$; $\gamma = 12^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
30.4	Точити пов.8 $\varnothing 105$ мм на довжину $l=298$ мм начорно з припуском під шліфування	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^{\circ}$; $\gamma = 12^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
30.5	Точити пов. 9 $\varnothing 100$ мм на довжину $l=260$ мм начорно з припуском під шліфування	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^{\circ}$; $\gamma = 12^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1
30.6	Точити канавку пов.10 глибиною 0,5 мм, шириною 8мм на відстані 391мм	Різець канавковий, Т15К6, $b=8$ мм, $\varphi=95^{\circ}$, $\varphi_1=95^{\circ}$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
30.7	Точити канавку пов.11 глибиною 0,5мм, шириною 5мм на відстані 294мм	Різець канавковий, Т15К6, $b=5$ мм, $\varphi=95^{\circ}$, $\varphi_1=95^{\circ}$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
30.8	Точити канавку пов.12 глибиною 2,5мм, шириною 4мм на відстані 258мм	Різець канавковий, Т15К6, $b=4$ мм, $\varphi=95^{\circ}$, $\varphi_1=95^{\circ}$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
30.9	Точити канавку пов.13 глибиною 0,5мм, шириною 5мм на відстані 245мм	Різець канавковий, Т15К6, $b=5$ мм, $\varphi=95^{\circ}$, $\varphi_1=95^{\circ}$, $V \times H \times L=16 \times 25 \times 140$, ШЦ1
30.10	Зняти фаску $5 \times 45^{\circ}$ пов.15 та пов.14	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^{\circ}$; $\gamma = 10^{\circ}$; $\alpha = 8^{\circ}$; $r = 1$ мм; розміри - $V \times H \times L = 16 \times 25 \times 140$ мм, Т15К6, ШЦ1

1	2	3
30.11	Зняти фаску 22×45 ⁰ пов.16	Різець прохідний відігнутий правий φ = 45 ⁰ ; γ = 10 ⁰ ; α = 8 ⁰ ; r = 1 мм; розміри - ВхНхL = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
30.12	Зняти фаску 2,5×45 ⁰ пов.17	Різець прохідний відігнутий правий φ = 45 ⁰ ; γ = 10 ⁰ ; α = 8 ⁰ ; r = 1 мм; розміри - ВхНхL = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
30.13	Зняти фаску 1×45 ⁰ пов.18	Різець прохідний відігнутий правий φ = 45 ⁰ ; γ = 10 ⁰ ; α = 8 ⁰ ; r = 1 мм; розміри - ВхНхL = 16 x 25 x 140 мм, Т15К6, ШЦ1
40	Фрезерна (УЗЗ)	Вертикально-фрезерний верстат
40.1	Фрезерувати шпоночний паз пов. 20 довжиною 140мм та глибиною 15мм	Двохлезова шпонкова фреза, Р6М5, ШЦ1-1
50	Свердлильна (УЗЗ)	Свердлильний верстат 2А125, кондуктор, лещата, упор.
50.1	Свердлити отвір під Ø23 пов. 20	Свердло Ø23, Р6М5
60	Шліфування	Круглошліфувальний станок 3Б151
60.1	Шліфувати поверхню Ø 120f7 та Ø 100f7	Шліфувальний круг
60.2	Шліфувати поверхню Ø 105k6	Шліфувальний круг
70	Шліфування	Круглошліфувальний станок 3Б151
70.1	Шліфувати поверхню Ø 90H7	Шліфувальний круг
80	Контроль	
80.1	Перевірка виконання технічних вимог	Контрольна дільниця

Для токарної обробки приймаємо універсальний токарно-гвинторізний верстат 16К20.

Перехід 20.2. Точимо Ø300h10 начорно на довжину l=40мм.

1. Вибираємо різець і визначаємо його геометричні параметри. Приймаємо токарний прохідний відігнутий правий різець. Матеріал пластини – твердий сплав Т15К6; матеріал державки – сталь 45; переріз державки 16×25мм; довжина різця 140мм; радіус при вершині різця $r = 0,1$ мм.

2. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = \frac{310 - 300}{2} = 5$ мм. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання $t = 4,75$ мм. На чистову обробку залишається $t = 0,25$ мм з умови, що рекомендована глибина різання на чистову обробку $t = 0,1 \dots 0,4$ мм.

3. За нормативними таблицями призначаємо подачу в залежності від діаметра заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, характеристик оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 40мм з глибиною різання до 5мм та перетином тіла різця 16 ×25мм подача повинна бути в інтервалі $S=0,7...1,2$ мм/об (13, стр.140, табл.Д.1.1).

Корегуючи за паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20 (13, стр.144, табл. Д.1.5), приймаємо подачу $S_v=0,8$ мм/об.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_a^y};$$

де $T = 60$ хв – середнє значення періоду стійкості різця;

C_v – постійний коефіцієнт швидкості різання для зовнішнього торцевого точіння сталі 45 при $S < 0,15$ мм/об різцем з пластинкою із твердого сплаву Т15К6 [13, стр.143, табл.Д1.4.].

$$V = \frac{230}{60^{0,3} \cdot 4,75^{0,1} \cdot 0,8^{0,25}} = 60,85 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 60,85}{\pi \cdot 310} = 62,51 \text{ об/хв.}$$

де $D_{заг}$ – діаметр заготовки, мм;

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_6=63$ об/хв

7. За прийнятим значенням n_6 визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi D_{\text{заз}} n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 310 \cdot 63}{1000} = 61,3 \text{ м/хв.}$$

8. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 40$ мм – довжина оброблюваної поверхні заготовки;

$L_1 = 2$ мм – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg}\varphi = 1 \cdot \text{ctg}45^\circ = 1$ - врізання прохідного відігнутого різця в заготовку, мм.

$L_3 = 0$ мм - перебіг різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 40 + 2 + 1 = 43 \text{ мм.}$$

9. Основний час на виконання переходу $t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{43}{63 \cdot 0,8} = 0,85$ хв.

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

Рішення по компоновці, розміщення та опорні складові конструкції метантенка слід узгодити між цукровим заводом та організацією, що має дозвіл на виконання монтажних робіт. Проходи та проїзди на території проведення монтажних та ремонтних робіт мають бути закриті.

Під час підготовки метантенків до монтажу потрібно:

- ✓ ознайомити працівників, які беруть участь у роботі, із порядком проходження робіт та засобами безпеки;
- ✓ перевірити якість кріплення фундаментних болтів, наявність огорожень та запобіжних та контрольно-вимірювальних приладів;
- ✓ впевнитись у відсутності в середині обладнання сторонніх предметів;
- ✓ обмежити доступ до машин та до області його розміщення лицам, які не призначені до виконання даної роботи;
- ✓ перевірити освітлення в місцях монтажу, дотримання протипожежних заходів. наявність інструкції з охорони праці та знання їх працюючими;
- ✓ ділянку монтажних робіт слід відділити від іншої території тимчасовим огороженням, висота якого не менше 1 м. У зоні проведення робіт потрібно виключати прохід сторонніх осіб.

По закінченню монтажних робіт слід перевірити:

1. відповідність змонтованих реакторів;
2. затяжку болтових з'єднань;
3. заземлення мотор-редукторів та металоконструкцій.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	Назва, додаткова назва ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ	180233.ДП.02.08.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>						<i>Інд. змін.</i>

Композиційне рішення та зовнішній вигляд обладнання повинні відповідати вимогам технічної естетики та ергономіки згідно: ГОСТ 12.2.033-78, ГОСТ 12.2.049-80, ГОСТ 22269-79 та забезпечувати:

- єдиний стиль виготовлення композиційних елементів, які входять до складу деталей, що встановлюються;
- мінімальну втомнювальність операторів;
- мінімальні фізичні навантаження, необхідні для управління апаратом;
- максимальна комфортабельність та зручність при обслуговуванні.

Під час експлуатації метантенків обслуговуючий персонал зобов'язаний:

- ✓ контролювати вологість, температуру, зольність осаду та мулу, які надходять, та забезпечувати завантаження не більше встановленої норми;
- ✓ постійно підтримувати вказаний температурний режим в метантенку;
- ✓ контролювати процеси перемішування осаду, не допускати ущільнення та створення на його поверхні кірки;
- ✓ підтримувати постійний рівень осаду в метантенку та безперешкодний вихід газу;
- ✓ постійно вести облік виходу газу, визначати його вміст (не рідше ніж один раз на тиждень), контролювати тиск у газопроводі та газовому просторі метантенку та газгольдері;
- ✓ слідкувати за кількістю пари або гарячої води, яка подаються в метантенки, із реєстрацією тиску та температури;
- ✓ регулярно вивантажувати осад, вести облік кількості та якості (вологість, зольність, питомий опір фільтруванню, температуру тощо);
- ✓ контролювати регулярне та повне перемішування осаду, що завантажуються, та усім осадом, який перебуває в метантенку;
- ✓ систематично перевіряти всі основні технологічні параметри процесу.

Гази, які утворюються з метантенку, містять вологу, яка спричинює виділення в газопроводах значної кількості конденсату, а тому в усіх

понижених зонах встановлюються конденсатозбірники та пристрої для усунення конденсату, відкриті частини газопроводу утеплюються.

У випадку появи запаху сірководню у збродженому осаді потрібно вводити в метантенк вапно до рН8-8,5 щоб поліпшити умови лужного бродіння, посилити перемішування та поступово збільшити температуру до 35°C. Різка зміна температури може призвести до кіркоутворення.

Експлуатація газовим господарством метантенків здійснюється згідно з «Правилами безпеки в газовому господарстві».

Метантенки належать до вибухо- та пожежонебезпечних об'єктів, а тому електродвигуни, освітлювальне обладнання та пускова апаратура метантенків має мати вибухобезпечне виконання.

Відведення газу з метантенків, пристрій та експлуатація газгольдерів та газової мережі метантенків має проводитися відповідно з вимогами правил безпеки у газовому господарстві та правил безпечної експлуатації та будови посудин, які працюють під тиском.

Для нагляду за газовою мережею та газовими пристроями слід виділити бригаду не менш ніж з трьох працівників, до обов'язків яких входить щоденний огляд мережі, машини та приладів, а також нагляд за станом протипожежного інвентарю.

Працівники, що обслуговують метантенк та пов'язане з ним газове обладнання, зобов'язані контролювати концентрацію газів в повітрі приміщень метантенків з допомогою газоаналізаторів; повинні не допускати витоку газу.

Порушення в герметичності зварних швів, на муфтових та інших з'єднаннях трубопроводів газових систем визначають з допомогою мильного розчину, котрий в місцях витоку створює бульбашки.

Приміщеннях, у яких виявлено витік газу, мають бути прийняті термінові дії для усунення загазованості. Усунення витоку здійснюється згідно з планом заходів організації згідно вимог «Правил безпеки в газовому господарстві».

Під час виконання робіт в метантенку слід відключити його від газової системи, встановивши заглушки. Повітряне середовище всередині метантенку має бути перевірено на відсутність пожеже-вибухонебезпечної концентрації газів.

Ремонтні роботи всередині метантенків мають виконуватися по наряду-допуску.

Для виконання робіт слід користуватися драбинами, що відповідають розмірам резервуарів.

Проводити ремонтні роботи всередині метантенку без його спорожнення забороняється.

Електротехнічне устаткування приміщення метантенків повинне мати аварійне електроживлення щоб забезпечити постійну роботу вентиляції з потрібною кратністю повітрообміну.

Не допускається знаходження робітників та проведення будь-яких робіт у приміщеннях метантенків при зламаній або непрацюючій вентиляції.

Трубопроводи комунікацій метантенків мають бути забарвлені у кольори відповідно до їх призначенню. Написи з вказанням умовних позначень кольору вивішують на видному місці.

Газова система кожного метантенка має бути оснащена арматурою яка відключає її від магістрального трубопроводу.

Майданчики, де розміщені метантенки та газгольдери, слід обладнати огорожею, яку встановлюють згідно вимогам нормативних документів, що затверджені в установленому порядку.

Палити або користуватися відкритим вогнем біля майданчиків забороняється.

Тиск газу у газових мережах метантенків має контролюватися сигнальними приладами. При перевищенні тиску у газових системах або у випадку аварій на напірному газопроводі газ потрібно випускати в атмосферу або через запобіжні пристрої.

Склад повітря в приміщеннях метантенків має перевірятися з допомогою газоаналізаторів. Не дозволяється витік газу або засмоктування кисню в газові пристрої.

У приміщеннях, де зафіксовано витік газу, доцільно вжити заходи по усуненню загазованості.

Під час проведення ремонтних робіт у приміщеннях метантенків мають застосовуватися слюсарні інструменти, які виготовлені з кольорових металів (наприклад міді, бронзи, алюмінієвих сплавів), які не створюють при ударі іскри. Дозволяється застосовувати інструменти, що покриті шаром кольорових металів, найчастіше всього міддю. У деяких випадках інструменти для різки металу та ключі мають бути густо змазані солідолом або технічним вазеліном. Підлога в зоні де проводяться роботи потрібно застелити гумовими килимками.

Відігрівання замерзлих частин труб потрібно проводити гарячою водою, або парою, або гарячим піском. Забороняється відігрівати замерзлий конденсат у газопроводах паяльними лампами або ж використовувати для цієї цілі електропідігрів.

Роботи в метантенках, зв'язані зі спуском з них працівників, мають виконуватися по наряду-допуску з відповідністю до вимог «Правил технічної безпеки». Повітряне середовище має бути перевірено на відсутність у ньому небезпечної концентрації газів.

9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

9.1. Обґрунтування необхідності автоматизованого управління

Процес виробництва біогазу – це складний технологічний комплекс, що характеризується багатьма показниками. Тому слід чітко дотримуватися оптимальних технологічних параметрів з використанням автоматичних систем управління (АСУ).

Запровадження АСУ дозволяє підвищити вихід біогазу, знижує питому вагу теплоносіїв, дає змогу зменшити відхилення параметрів від заданих меж та робить виробництво сучасним.

Розробка таких систем управління – це важлива складова при проектуванні нових технологічних ліній оскільки дозволяє досягти максимальної економічної та екологічної ефективності.

9.2. Технологічні вимоги до систем автоматизації

Виробництво біогазу з органічних відходів цукрового заводу вимагає розробки сучасної системи автоматизації. Вона повинна забезпечити автоматичний контроль, регулювання та управління такими параметрами, як температура та рівень субстрату в біореакторах, концентрація С в реакторі гідролізу, стан електроприводів та положення запірних клапанів на ділянці.

Система автоматизації повинна використовувати сучасні технічні засоби автоматизації, мати можливість подальшого вдосконалення.

9.3. Опис схеми системи автоматизації

Розроблена втоматична система управління ередбачає:

- а) автоматичний контроль та регулювання температури в приймальному резервуарі, реакторі гідролізу та метантенку;
- б) автоматичний контроль та регулювання рівня субстрату в реакторі гідролізу та метантенку;

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	Назва, додаткова назва ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	180233.ДП.02.09.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/5

в) автоматичний контроль та регулювання концентрації сухих речовин в реакторі гідролізу;

г) автоматичне та дистанційне управління клапанами та електроприводами мішалок і конвеєрів.

Контроль за температурою в приймальному резервуарі здійснює первинний перетворювальний пристрій (1а), показаний на рис. 9.1. Цей пристрій подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер. В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує, реєструє та контролює дані. В разі необхідності комп'ютер передає сигнал на блок ручного управління клапанами(1б) та на виконавчий механізм (1в).

Контроль за температурою в реакторі гідролізу здійснює первинний перетворювальний пристрій (2а). Цей пристрій подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер. В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує, реєструє та контролює дані. В разі необхідності комп'ютер передає сигнал на блок ручного управління клапанами (2б) та на виконавчі механізми (2в та 2г).

Контроль за температурою в метантенку здійснюється аналогічно. Первинний перетворювальний пристрій (3а) подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер. В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує, реєструє та контролює дані. В разі необхідності комп'ютер передає сигнал на блок ручного управління клапанами (3б) та на виконавчі механізми (3в та 3г).

Для слідкування за температурою гарячої води, яка подається з котельні встановлений первинний перетворювальний пристрій (4а). Він подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер. В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує та реєструє дані.

Контроль за рівнем субстрату в реакторі гідролізу здійснюється за допомогою первинного перетворювального пристрою (5а). Цей пристрій подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер. В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує та контролює дані. В разі необхідності комп'ютер передає сигнал на магнітний пускач (КМ1) та на блок ручного управління насосами (SB1).

Контроль за рівнем субстрату в метантенку здійснюється аналогічно . Первинний перетворювальний пристрій (6а) подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер. В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує та контролює дані. В разі необхідності комп'ютер передає сигнал на магнітний пускач (КМ2) та на блок ручного управління насосами (SB2).

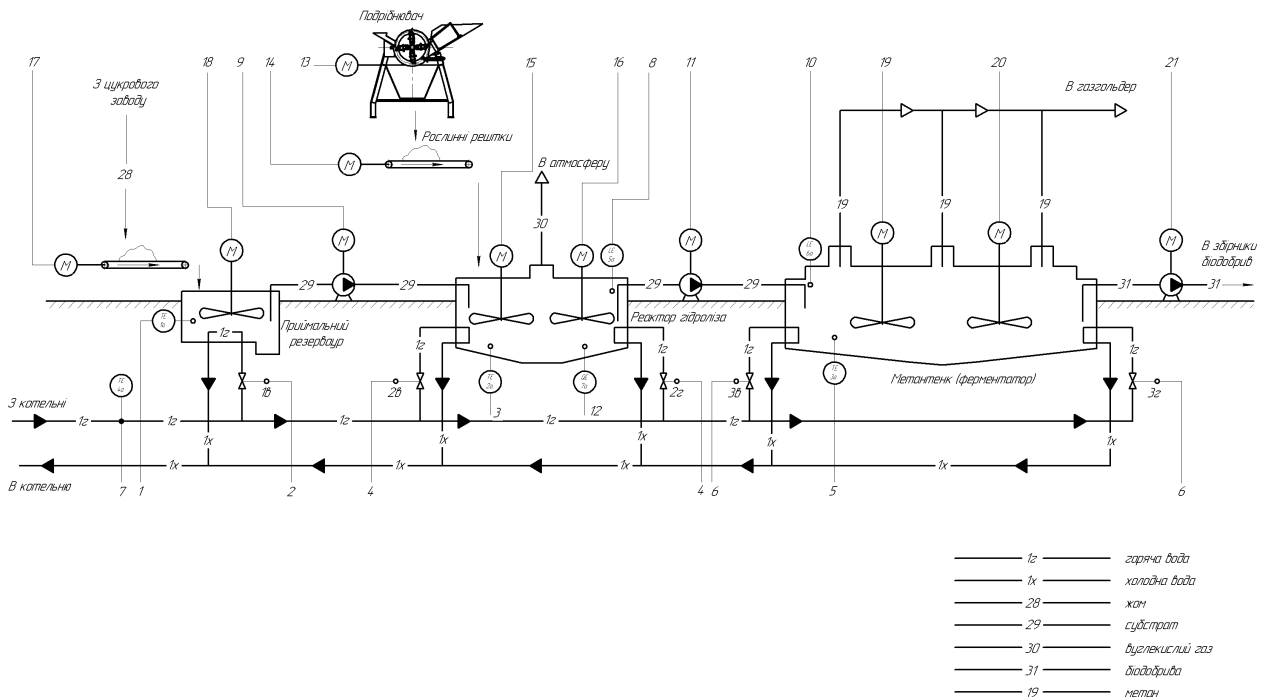


Рис. 9.1. Схема управління

Контроль за концентрацією сухих речовин в реакторі гідролізу здійснюється за допомогою первинного перетворювального пристрою (7а). Цей пристрій подає сигнал на комплексний мікропроцесорний контролер.

В якому сигнал перетворюється і передається на комп'ютер. Приймаючи сигнал, комп'ютер показує та контролює дані. В разі необхідності комп'ютер передає сигнал на магнітний пускач (KM3, KM4 , KM5, KM6) та на блоки ручного управління (SB3 , SB4, SB5, SB6). Якщо знижується концентрація сухих речовин в реакторі гідролізу включаються приводи подрібнювача , конвеєра для подачі рослинних решток та електроприводи мішалок реактора. Як тільки концентрація сухих речовин досягає необхідного рівня подача рослинних решток припиняється.

Для періодичного вмикання конвеєра подачі жому і електроприводів мішалок передбачені магнітні пускачі (KM7 , KM8, KM9, KM10 ,KM11) та блоки ручного управління (SB7 , SB8, SB9, SB10 , SB11).

Специфікація та засоби автоматизації наведені в таблиці 9.1

Таблиця 9.1

Замовна специфікація на прилади та засоби автоматизації

Номер позиції	Параметр, середовище, місце відбору	Граничне значення параметра	Місце встановлення	Найменування та характеристика	Тип	К-ть	Завод-виготівник
1а, 2а, 3а, 4а	Температура	100°C	За місцем	Термометр опору НСХ ТСМ 100М. Вихідний сигнал 4-20мА	PSA-02.02.03.58.12	4	Promsat, м.Київ
5а, 6а	Рівень		За місцем	Ємкісний сигналізатор рівня для сипучих та рідких речовин. Вихідний сигнал 4-20мА	Pointek CLS-500	2	Siemens, м.Київ
7а	Концентрація сухих речовин		За місцем	Вимірювач вологи. Вихідний сигнал 4-20мА	Microradar 114P	1	ЧП "Тех-енерго" м.Обухів

Висновок: Втілення автоматизації у виробництво сприяє надійній роботі обладнання, виключає випадки травматизму, попереджує забруднення атмосферного повітря і водойм промисловими відходами. Комплексна автоматизація процесів передбачає не лише автоматичне забезпечення нормального перебігу цих процесів у використанні різних автоматичних пристроїв, але й автоматичне управління пуском і зупинкою обладнання.

10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Техніка безпеки під час обслуговування обладнання

Для обслуговування метантенків, освітлення, електродвигуни, а також пускові пристрої та апаратура мають виконуватися у вибухозахищеному роботі відповідно до класу вибухонебезпечності зони. Електричні пристрої та електроустаткування має бути заземлене.

Відведення газу з метантенків, експлуатація газгольдерів та газової мережі метантенків потрібно проводити відповідно до «Правил безпеки в газовому господарстві» і «Правил пристрою та безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском».

На газових мережах усіх метантенків повинна бути арматура яка відключає їх від магістрального трубопроводу.

Для спостереження за газовою мережею та газовими пристроями потрібно виділити бригаду не менше аніж з двох робітників, до обов'язку яких включають щоденний огляд мережі, обладнання і приладів, нагляд за протипожежним інвентарем.

Працівники, що обслуговують метантенки та зв'язане з ним газове обладнання, зобов'язані:

- проходити навчання та перевірку знань по правилах безпеки в газовому господарстві;
- інструктаж і перевірку навичок по охороні праці;
- контролювати концентрацію газів в повітрі приміщень метантенків за допомогою газоаналізаторів;
- не допускати витоку газу.

В газових мережах метантенків тиск газу має завжди контролюватися за допомогою провірених засобів вимірювання тиску.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> <i>Чевненко В.С.</i>	Назва, додаткова назва ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	180233.ДП.02.10.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Мирончук В. Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/3	

При тиску газових мереж вище нормального а також при аваріях на газопроводі газ потрібно спалювати на свічці.

Порушення герметичності зварених швів, муфтових чи будь яких інших з'єднань в трубопроводах газових мереж визначається за допомогою мильного розчину, котрий в місцях витoku створює пухирці.

В місцях, на яких знайдений витік газу, слід вжити термінових заходів щодо усунення загазованості. Усунення витоків здійснюється у відповідності планом заходів організації та на основі вимог «Правил безпеки в газовому господарстві».

Вживання в середовищі газу електричних інструментів, які дають іскріння, суворо забороняється. Підлога в зоні де проводяться роботи вистилають гумовими килимами.

Вимоги безпеки для посудин що працюють під тиском

З метою уникнення аварій правила по експлуатації посудин, котрі працюють під тиском, потребують, щоб матеріали, котрі призначені для їхнього виготовлення були сертифікованими, що підтверджує їхню відповідність призначенню та спеціальним технічним умовам.

Конструкції посудин, котрі використовуються в біогазовому комплексі, надійні, забезпечують безпеку під час експлуатації та дають можливість їх внутрішнього огляду, а також очищення та ремонту. Всі зварні шви є стиковими і доступні для контролю при монтажі та експлуатації обладнання.

Для вчасного виявлення дефектів посудин під час експлуатації проводиться технічний нагляд перед пуском та при експлуатації з якоюсь періодичністю.

Для попередження аварій через порушення технологічного режиму або правил роботи обладнання всі посудини біогазового комплексу, котрі працюють з тиском забезпечуються необхідними контрольно – вимірювальними пристроями, запобіжними пристроями а також засобами автоматики.

Пожежна безпека

Метантенки відносяться до вибухо- та пожежонебезпечних об'єктів, а отже електродвигуни, освітлення та пускова апаратура метантенків має мати вибухобезпечне виконання.

При регулювальних роботах устаткування категорично забороняється перевищувати параметри технологічного процесу, що вказані в паспорті обладнання.

Категорично забороняється палити робітникам на території біогазового комплексу.

Основні заходи протипожежної безпеки під час експлуатації обладнання:

- режим роботи устаткування повинен бути відповідним паспортним даним;

- проведення своєчасного огляду та ремонту;

- надійна ізоляція поверхонь трубопроводів.

Система пожежного захисту має забезпечувати:

- максимально можливим використанням негорючих, важкогорючих речовин та матеріалів замість пожежонебезпечних;

- обмеження кількості горючих сумішей та їх розміщенням;

- запобігання поширенню пожежі за межами осередку вогню;

- використанням засобів пожежогасіння та конструкції об'єктів з вказаними межами вогнестійкості;

- евакуація людей;

- використанням протидимового захисту та засобів пожежної повідомлення про пожежу;

- організацію пожежної охорони.

Біля біогазового комплексу передбачений резервуар, котрий містить необхідну кількість води.

11. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

В наш час люди використовують дуже багато енергії. При використанні таких джерел як, вугілля та нафта, сланці та торф, довкілля забруднюється настільки, що викликає серйозні занепокоєння вчених по всьому світі. Зниження енергоспоживання це один зі способів покращити становище. Найбільш перспективним щодо збереження стану довкілля є зменшення вичерпування непоновлюваних джерел та збільшення частини нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії (НПДЕ). Адже, використовуючи нетрадиційні а також поновлювані джерела енергії призводить до зменшення кількості шкідливих викидів у атмосферу.

Біогаз, який отримується в процесі анаеробного зброджування придатних для цього промислових та органічних відходів, є не тільки відновлюваним джерелом енергії, але й екологічним методом переробки і утилізації цих відходів в органічне добриво. Велике значення технології одержання і утилізації біогазу мають для боротьби з парниковим ефектом, так як здатні суттєво зменшити викиди шкідливих газів, котрий утворюються під час розкладання біомаси. Очікується, що при такому, відповідно, зменшиться також енергоспоживання та забруднення довкілля. Отож, впровадження анаеробної біотехнології зразу вирішує цілу ланку важливих проблем.

При послідовному проведенні політики енергозбереження та підвищенні енергоефективності виробництва в Україні значна увага має приділятися і пов'язаній з цим охороні навколишнього середовища. При визначенні потенціалу енергозбереження в Україні та основних напрямків підвищення енергоефективності її суспільного виробництва повинен враховуватись їх позитивний вплив на довкілля.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементав С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	Назва, додаткова назва		180233.ДП.02.11.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Мирончук В. Г.</i>	ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/3

Впровадження енергоефективних технологій, обладнання, устаткування та побутових електропристроїв, впровадження активної енергозберігаючої політики, використання нетрадиційних поновлюваних енергоносіїв дозволять забезпечити економію або заміщення енергоресурсів, видобування та використання котрих на основі "брудних" технологій погіршують стан довкілля.

Важливо відзначити, що ці поновлювані джерела енергії є практично невичерпними, їх потенціал майже незмінний в часі, їх видобуток і транспортування не викликає спеціальних ускладнень, а їх використання для потреб енергетики практично не викликає будь-якого забруднення навколишнього середовища та зменшує негативний вплив на екологічний стан довкілля.

При цьому ключовим завданням, що регламентуються впровадженнями нетрадиційної енергетики а також альтернативних видів пального, є зменшення шкідливого впливу на довкілля за рахунок використання альтернативної енергії, підтримки екологічної безпеки виробництва, зберігання, транспортування та використання виробленої енергії.

На даний момент, за рахунок заходів з використання нетрадиційної енергії та альтернативних видів пального, що передбачені «Програмою НПДЕ» та виконуються в більшості областей, за період 2018 – 2020 рр. без згубної дії на довкілля видобуто 32,9 млн. т. у.п. енергоносіїв. Завдяки цьому було заощаджено великі обсяги традиційних енергоносіїв та коштів державного бюджету.

Обнадійливим є зростаюче усвідомлення підприємствами нагальної потреби підвищення енергоефективності виробництва у комплексі з екологічною безпекою отримання енергоносіїв та використання, з цією метою альтернативних джерел, відходів та знешкоджуваних, згубних для довкілля, викидів як додаткового джерела енергоресурсів.

Це надасть можливість покращити екологічну ситуацію, дозволить отримати додаткову кількість теплової електричної енергії за рахунок використання позабалансових енергоресурсів, створить робочі місця, поширить набутий досвід у новітніх технологіях на інші підприємства в даній галузі України.

Таким чином, збільшення обсягів впровадження заходів з енергозбереження позитивно впливає на скорочення викидів в атмосферу антропогенних газів, які виникають у промислових процесах виробництва енергоносіїв. Зменшення або знешкодження шкідливих викидів шляхом їх раціонального використання на промислових об'єктах в більшості випадків дає змогу отримати додаткові обсяги енергоносіїв, які на поточний момент використовуються не повністю.

Слід зазначити, що біогазові установки вловлюють біогаз, переважно метан, який виділяється в атмосферу в нинішніх системах переробки відходів, та зменшує викиди парникових газів, що відповідає вимогам Кіотського протоколу.

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу стану виробництва біогазу в Україні та обладнання для анаеробного бродіння, а також на підставі аналізу рекомендацій з екологізації цукрового виробництва, можна зробити висновок, що відходи цукрового виробництва, такі як жом, є доступною сировиною для виробництва біогазу.

В Україні є всі можливості та необхідні ресурси для виробництва біогазу і біодобрив з відходів харчових і промислових підприємств. Ця проблема є нагальною в умовах дефіциту загальноприйнятих джерел енергії (нафтопродуктів, вугілля, деревини й ін.). Виробництво біогазу сприятиме енергозабезпеченості харчових і промислових підприємств в умовах економічної кризи.

Використання ензимів, бустерів для штучної деградації сировини (ультразвукових або рідинних кавітаторів) та інших пристосувань дозволяє збільшувати вихід біогазу на установці з 60% до 95% .

Існуюче технологічне обладнання не є типовим для цукрового виробництва, тому в кваліфікаційній роботі запропоновано проект лінії виробництва біогазу з бурякового жому. В проекті запропоновано модернізувати перемішуючий пристрій метантенку та встановити на лінії подрібнювач для ботви та хвостиків.

Встановлено, що будівництво поряд з цукровим заводом біогазового комплексу, який працюватиме на відходах бурякоцукрового виробництва матиме позитивний ефект. Це дозволить не лише зменшити енерговитрати, а й збільшити ефективність роботи заводу, зменшить шкідливий вплив на навколишнє середовище та може бути джерелом додаткового прибутку.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	180233.ДП.02.00.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/1	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: в 3-х т. Т.1. 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. 900с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: в 3-х т. Т.2. 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. – 912с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: в 3-х т. Т.3. 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. М.: Машиностроение, 2001. – 864с.
4. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. О. Дубровін та ін. ЦТІ „Енергетика і електрифікація”. 2004. 137с.
5. Лабейш, В. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пос. – СПб.: СЗТУ, 2003. 79 с.
6. Гелетуха Г.Г., Копейкін К.О. Біогаз зі звалищ. Перспективи використання в Україні. *Зелена енергетика*. 2002. №1. С. 13–16.
7. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Біоенергетика в Австрії. *Зелена енергетика* 2003. №2. С. 18–19.
8. Гелетуха Г.Г., Матвеев Ю.Б., Филоненко А.В. Дополнительные инвестиции в энергосбережение. *Монтаж и технологии*. 2006. №4. С. 40–44.
9. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Біоенергетика у Фінляндії. *Зелена енергетика*. 2002. №3. С. 16.
10. Біогазовий реактор: пат. № 15894 Україна. № у 2006 01110; Заяв. від 06.02.2006; Опубл. 17.07.2006; Бюл № 7.
11. Біогазовий реактор: пат. № 70885 А Україна. № 20031213279; Заяв. від 31.12.2003; Опубл. 15.10.2004; Бюл № 10.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Лементар С.Ю.</i>	<i>Вид документа</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Черненко В.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i>		180233.ДП.02.00.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Миранчук В. Г.</i>	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i>	<i>Аркуш</i> 1/3

12. Біогазовий реактор: пат. № 7938 Україна. № 20041210473; Заяв. від 20.12.2004; Опубл. 15.07.2005; Бюл. № 7
13. Біогазовий реактор: пат. № 9697 Україна. – № u 200502273; Заявл від 14.03.2005; Опубл. 17.10.2005; Бюл. № 10.
14. Долинский А.А., Гелетуха Г.Г. Возможности замещения природного газа в Украине за счет местных видов топлива. *Энергетическая политика Украины*. 2006. № 3–4. С.60–65.
15. Про охорону навколишнього природного середовища: закон станом на 20.06.2007.Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1264-12>
Дата звернення: 11.01.2021 р.
16. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин: Учеб. пос. для техн. вузов. 3 – е изд., перераб. и допол. Харьков. *Основа*. 1991. 276с.
17. Матвеев Ю. Б. Біогаз із Луганського полігона ТПВ. *Зелена енергетика*. 2003. №2. С. 8–10.
18. Михеев М. А, Михеева И. М. . Основы теплопередачи. Москва: Энергия. 1977. 344 с.
19. Мовсесов Г. Е. Биогазовые установки для переработки органических отходов фермерских хозяйств. Сотрудничество для решения проблем отходов. Харьков: *ЭкоИнформ*, 2007. С. 176 – 179.
20. Никитин Г. А. Метановоеброжение в биотехнологии: учеб. пос. Киев: Вища школа. 1990. 207 с.
21. Теплоізоляційна панель: пат. 17230 Україна, № u200603243; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. №9.
22. Теплогідро-ізоляційна покрівля: пат. 26811 Україна. № u200704953; Заявл. 03.05.2007; опубл. 10.10.2007.
23. Перспективи розвитку технічних засобів біоенергоконверсії / М.К Лінник та ін. *Вісник аграрної науки*. 2006. №5. С.46–50.
24. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Автоматичне управління в системах біоконверсії. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2006. № 6. С.

25. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Контроль параметрів температурних напорів в одно– та багатофазних середовищах *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2005. № 6. С. 193–195. ISSN 1997–9266.
26. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Інтенсифікація теплообміну та термостабілізація біореакторів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2006. № 2. С. 26–31. ISSN 1997–9266.
27. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату: монографія / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. *Універсум-Вінниця*. Вінниця, 2008. 117 с. ISBN 978-966-641-272-3.
28. Сербін В. А. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії в системах ТГВ: навч. пос. Макіївка : ДонДАБА, 2003. 153 с.
29. Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики в Украине / Гелетуха Г. Г та ін. *Промышленная теплотехника*. 2005. №1. С. 78–85.
30. Степанов Д. В., Боднар Л. А. Теплообмінні пристрої в системі іоконверсії. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2005. № 1. С. 55–57.
31. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю.І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. пос. Київ, НУХТ. 2009. 262с.