

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) НІТТІ ім.акад.І.С.Гулого
Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

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

«11» червня 2020р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Гавва О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«11» червня 2020р.

Кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня бакалавра
з спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми: обладнання переробних і харчових виробництв
на тему: “Модернізація ферментатора об’ємом 63 м³ для стерильного
культивування мікроорганізмів”

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4-10ск

_____ Бовкуш Артем Олегович
(прізвище, ім’я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Чепелюк Олена Олександрівна
(прізвище, ім’я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти Бойко Ю.І.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент Якобчук Р.Л.
(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

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв
Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)
Освітньо-професійна програма «Обладнання переробних і харчових
виробництв»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
проф. Гавва О.М.
“ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бовкушу Артему Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Модернізація ферментатора об'ємом 63 м³ для стерильного культивування мікроорганізмів»
керівник роботи Чепелюк Олена Олександрівна, к.т.н, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “8” квітня 2020 року №260-кс
2. Строк подання здобувачем роботи 04.06.2020 р.
3. Вихідні дані до роботи: технічний паспорт обладнання; креслення обладнання; навчальна, нормативна та спеціальна література.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі, техніко-економічне та соціальне обґрунтування, характеристика сировини і готової продукції, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструктивних матеріалів, технологія виготовлення окремої деталі, вимоги до монтажу, ремонту та експлуатації, охорона праці, системи керування; висновки, список використаної літератури, додатки
5. Перелік графічного матеріалу: загальний вигляд машини з технічною характеристикою (1 аркуш); креслення збіркових одиниць з необхідною кількістю проєкцій, розрізів, перетинів та креслення вузлів деталей, конструкція яких розроблена здобувачем (2 - 3 аркуші); креслення ключової деталі складальної одиниці у відповідності з технологією процесу її виготовлення (1аркуш), специфікації.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Техн. маш.</i>	<i>Бойко Ю.І.</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація, зміст	9 квітня 2020 р.	виконано
2	Вступ.	12 квітня 2020 р.	виконано
3	Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.	19 квітня 2020 р.	виконано
4	Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.	23 квітня 2020 р.	виконано
5	Характеристика сировини і готової продукції.	26 квітня 2020 р.	виконано
6	Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.	4 травня 2020 р.	виконано
7	Вибір конструктивних матеріалів.	8 травня 2020 р.	виконано
8	Розрахункова частина.	18 травня 2020 р.	виконано
9	Технологія виготовлення окремої деталі	20 травня 2020 р.	виконано
10	Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту.	23 травня 2020 р.	виконано
11	Охорона праці	26 травня 2020 р.	виконано
12	Системи керування	28 травня 2020 р.	виконано
13	Висновки. Список використаної літератури	31 травня 2020 р.	виконано
14	Графічна частина: 5 аркушів формату А1.	1 червня 2020 р.	виконано
15	Подача ДП на кафедрі.	4 червня 2020 р.	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Бовкуш А.О. _____
(прізвище та ініціали)

Чепелюк О.О. _____
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі виконана модернізація ферментатора для глибинного культивування мікроорганізмів об'ємом 63 м³. Мета роботи – покращити умови культивування мікроорганізмів і, відповідно, збільшити продуктивність обладнання, а також забезпечити його відповідність вимогам GMP і FDA. Запропоновано організувати додаткове підведення повітря у ферментатор шляхом зміни конструкції перемішуючого пристрою: до порожнистого валу мішалки приварені лопаті з отворами, через які виходить повітря. Встановлення лопатей під кутом до горизонталі забезпечує додаткову циркуляцію повітря і його рух в радіальному і в осьовому напрямках. Це дає можливість зменшити витрати повітря за рахунок його повторного використання.

В базовому варіанті ферментатора відсутні пристрої для його безрозбірного очищення, тому запропоновано встановити статичну форсунку у верхній частині апарата і SIP-клапан у нижній частині. Це забезпечить якісне очищення у відповідності із вимогами стандартів і дасть можливість уникнути «тіньових зон».

В кваліфікаційній роботі наведені всі розділи, передбачені завданням. В графічній частині детально розкрито будову ферментатора, в тому числі окремі його вузли, а також виконаний лист, на якому зображена 3D-модель модернізованого перемішуючого пристрою.

Ключові слова: ферментер, перемішування, аерація, очищення SIP.

ANNOTATION

In the qualification work the modernization of the fermenter for deep cultivation of microorganisms with a volume of 63 m³ was performed. The purpose of the work is to improve the conditions of microorganisms cultivation and, accordingly, to increase the equipment productivity, as well as to ensure its compliance with GMP and FDA requirements. It is proposed to organize additional air supply to the fermenter by changing the design of the mixing device: to the hollow shaft of the mixer welded blades with holes through which air exits. Installation of blades at an angle to the horizontal provides additional air circulation and its movement in the radial and axial directions. This makes it possible to reduce air consumption by reusing it.

In the basic version of the fermenter there are no devices for its disassembly cleaning, so it is proposed to install a static nozzle in the upper part of the apparatus and a CIP valve in the lower part. This will ensure quality cleaning in accordance with the requirements of the standards and will avoid "shadow areas".

In the qualification work all sections provided by the task are given.

The graphic part reveals in detail the structure of the fermenter, including its separated components, as well as a sheet, which shows a 3D model of an upgraded mixing device.

Key words: fermenter, mixing, aeration, CIP purification.

Зміст.....	6
Вступ	8
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	9
Роль мікроорганізмів у харчовій промисловості	9
Процеси, які відбуваються при культивуванні мікроорганізмів.....	13
Класифікація ферментаторів.....	15
Промислове обладнання для культивування мікроорганізмів.....	20
2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування	28
3. Характеристика вихідної сировини та готової продукції	30
4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи	40
Будова ферментатора	42
Спеціальні механізми	44
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	50
Основні вимоги до матеріалу.....	50
Основні характеристики	51
6. Розрахункова частина.....	52
7. Технологія виготовлення фланцю	62
8. Вимоги до монтажу, ремонту та експлуатації	78
Монтаж та ремонт колонних апаратів з мішалками	78
Монтаж ферментаторів	86
Випробування ферментаторів	87
9. Опис системи управління.....	89

					<i>180235.ДП.44.00.ПЗ</i>				
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Архів</i>	
<i>Розроблв</i>	<i>Бовкиш А.О</i>				<i>Зміст</i>			<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепелюк О.О</i>							<i>НУХТ</i>	
					<i>ОХ-4-10ск</i>				
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М</i>								

10. Охорона праці.....	92
Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при експлуатації ферментера	92
Вимоги безпеки до ферментаторів.....	95
Висновки.....	96
Список використаної літератури.....	97

					Зміст	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Розвиток мікробіологічної промисловості і суміжних галузей, де використовуються мікробіологічні процеси, багато в чому визначається удосконаленням обладнання для ферментації. По суті процесів, які відбуваються в ньому, ферментатор належить до біологічних систем. Натомість конструктивно апарат для культивування зазвичай оформлений як хімічний реактор, розроблений для інших процесів. Невідповідність між процесом і конструкцією є однією із причин низької енергетичної ефективності ферментера, малого використання кисню повітря, нестійкості процесу і стимулює пошук більш досконалих конструкцій. Еволюційний характер цього вдосконалення пояснюється тим, що спочатку для здійснення процесів мікробіологічного синтезу, які відбуваються за участю живих організмів, була пристосована апаратура, призначена для неживої матерії [1]. В той же час розробляються принципово нові ферментери, наприклад, мембранні біореактори, які є більш ефективними для біосинтезу вторинних продуктів метаболізму клітин. Однак поки це лише лабораторні дослідні установки.

Історія створення ферментаційного обладнання із 40-х років ХХ ст. складалася так, що окремі конструкції розроблялися для виробництва окремих продуктів шляхом поступового пристосування обладнання до процесів. Це призвело до великого різноманіття конструкцій апаратів у харчовій, медичній і мікробіологічній галузях промисловості, які відрізняються, насамперед, системами аерації і перемішування, які визначають гідродинаміку і масообмін у культуральних рідинах.

					<i>180235.ДП.44.00.ПЗ</i>		
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Бодкиш А.О.</i>				<i>Вступ</i>	<i>Лист</i>	<i>Архів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепелюк О.О.</i>					1	2
						<i>НУХТ</i>	
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М.</i>					<i>ОХ-4-10ск</i>	

Частина проблем ферментаційної апаратури має суб'єктивний характер. Так, вимоги біотехнологів зводяться, насамперед, до підвищення якості виготовлення апаратів, вирішенню питань контролю і керування процесом ферментації, а також забезпеченню стерильності проведення культивування. Однак лише підвищення якості виготовлення і експлуатації ферментаторів може суттєво збільшити ефективність процесів біосинтезу.

Конструювання ефективних промислових ферментерів є обов'язковою умовою прогресу в біотехнології, що зумовлює забезпечення біологічних агентів (БА) оптимальними умовами навколишнього середовища. Підтвердженням цієї концепції є те, що серед прикладів апаратурного оформлення процесів біотехнології найбільш популярні розробки апаратурного оснащення для стадії культивування БА – ферментерів.

					<i>Вступ</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		2

РОЗДІЛ 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ

1.1. Роль мікроорганізмів у харчовій промисловості

Виробництво харчових продуктів і напоїв засновано на переробці сировини, в основному сільським господарством. Всі органічні речовини, застосовувані в харчовій промисловості, можуть використатися мікроорганізмами. Це говорить про ключову роль мікробіології при виробництві продуктів харчування: тут мікроорганізми можуть відігравати й позитивну, і негативну роль. Остання більше виражена: не випадково запобіжні заходи проти небажаної діяльності мікробів займають таке важливе місце при виробництві їжі та її споживанні. Розмноження мікробів може викликати небажані зміни якості харчових продуктів або їхнього зовнішнього вигляду. При цьому нерідко утворюються речовини, що мають токсичну дію. Псування їжі та пов'язані із цим економічні збитки досить небажані, однак найнебезпечнішим наслідком розмноження мікробів у харчових продуктах є утворення токсинів. Деякі мікроорганізми при придатних умовах утворюють токсини, що викликають серйозні захворювання або навіть смерть.

При виробництві харчових продуктів потрібний великий вихід продукту й проста технологія. Із цих причин головними в біотехнології харчової промисловості є методи великомасштабного виробництва продуктів. Спектр продуктів харчування, одержуваних за допомогою мікроорганізмів, великий: від вироблюваних із давніх часів за рахунок бродіння хліба, сиру, йогурту, вина й пива до новітнього виду харчового продукту – грибного білка мікопротеїна.

					<i>180235.ДП.44.Сі.ПЗ</i>		
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			<i>Архів</i>
<i>Розроблв</i>	<i>Бовкиш А.О.</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О.</i>					<i>1</i>	<i>18</i>
					<i>НУХТ</i>		
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М.</i>				<i>ОХ-4-10ск</i>		
					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>		

Мікроорганізми при цьому відіграють важливу роль: використовуються продуковані ними ферменти або інші метаболіти, з їхньою допомогою зброджується харчова сировина, а деякі з них вирощуються для безпосереднього споживання. У харчовій промисловості для здійснення процесів застосовують як чисті культури мікроорганізмів, так і дикі форми, що містяться в значній кількості в сировині та розмножуються при створенні належних умов. Останній спосіб особливо характерний для традиційних бродильних виробництв, що зародилися в часи, коли про мікроби ще нічого не знали. У промисловому виробництві такі процеси зазвичай проводяться під набагато більш суворим контролем. Особливо жорсткі вимоги ставляться до вибору штаму й чистоти культур використовуваних мікроорганізмів. Ферментери є основними апаратами для культивування мікроорганізмів.

Виробництво молочних продуктів

У харчовій промисловості ферментацію застосовують насамперед для виготовлення молочних продуктів. У сквашуванні молока зазвичай беруть участь стрептококи й молочнокислі бактерії; лактоза при цьому перетворюється на молочну кислоту. Шляхом використання інших реакцій, які супроводжують головний процес або йдуть при наступному обробленні, виробляють й інші продукти перероблення молока: сметану, йогурт, сир тощо. Властивості кінцевого продукту залежать при цьому від характеру й інтенсивності реакцій ферментації. У молоці при ферментації можуть відбуватися шість основних реакцій, і в результаті утворюється молочна, пропіонова або лимонна кислота, спирт, масляна кислота або ж відбувається газоутворення. Головна мета цих реакцій – утворення молочної кислоти. На ній засновані всі способи ферментації молока. Лактоза молока гідролізується при цьому з утворенням галактози й глюкози. Зазвичай галактоза перетворюється в глюкозу ще до сквашування. Наявні в молоці бактерії перетворюють глюкозу в молочну кислоту. Різні процеси ферментації молока

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		2

проводяться в контрольованих умовах. Протягом багатьох тисячоріч вони здійснювалися за участю бактерій, вже присутніх у молоці.

У наш час для цього використовують різноманітні закваски, що дають можливість одержувати молочні продукти потрібної якості й типу. Культури бактерій, що застосовуються при цьому, можуть представляти або один якийсь штам певного виду, або кілька штамів або видів. Комерційні культури-закваски складаються з бактерій, що утворюють молочну кислоту й ароматні речовини.

Виробництво хлібопродуктів

Для виробництва хліба застосовують в основному дріжджі *Saecharomyses cerevisiae*. Зазвичай їх вирощують у ферментерах періодичної дії. У найпростішому випадку готують тісто, змішуючи при кімнатній температурі борошно, воду, дріжджі й сіль. При замішуванні шари тіста переміщуються, створюються умови для утворення пухирців газу й підйому тіста. Замішаному тісту дають можливість «підійти», а потім ріжуть на шматки потрібної ваги, формують і витримують у вологій атмосфері. При витриманні газові пухирці, що утворилися, заповнюються вуглекислим газом. Він виділяється в ході анаеробного зброджування глюкози й мальтози борошна. Крім вуглекислого газу при анаеробному бродінні утворюються різноманітні органічні кислоти, спирти й ефіри. Всі вони впливають на формування смаку хліба. Тісто, що «підійшло», випікають. У ході цього термічного процесу крохмаль желатинізується, дріжджі гинуть і тісто частково зневоднюється. При випіканні деяких сортів хліба із пшеничного борошна до тіста додають попередньо зброжену суміш житнього борошна й води, заквашену змішаною культурою лактобактерій. Кислота, що є в цій заквасці, надає хлібу особливий смак.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	3
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Бродильні виробництва

Одне з найдавніших бродильних виробництв – одержання напоїв шляхом спиртового бродіння. Першими з таких напоїв були вино й пиво. Алкогольні напої виробляють шляхом зброджування цукровмісної сировини, у результаті чого утворюється спирт і вуглекислий газ. Зброджування здійснюється дріжджами роду *Saccharomyces*. В одних випадках використовується природний цукор (наприклад той, що міститься у винограді, з якого роблять вино),

та інші цукри, що одержують із крохмалю (наприклад, при переробленні зернових культур у пивоварінні). Наявність вільних цукрів обов'язкова для спиртового бродіння при участі *Saccharomyces*, тому що ці види дріжджів не можуть гідролізувати полісахариди.

1.2. Процеси, які відбуваються при культивуванні мікроорганізмів

Реальне ферментаційне середовище є багатофазною системою, в яку входять бульбашки повітря, культуральна рідина (розчин солей, субстрат), тверда фаза – біомаса, а іноді й емульсія (ПАР, краплі парафіна, піногасник). Все це змінює фізико-хімічні характеристики середовища і суттєво впливає на процес перенесення кисню до клітин, які можуть перебувати як у вигляді окремих особин, так і у вигляді агрегатів, які являють собою кульподібні або подібні на пластівці колонії радіусом, як правило, 10 – 300 мкм [1].

Ферментатор повинен відповідати основним вимогам процесу культивування клітин, забезпечуючи:

- підведення до кожної клітини в достатній кількості всіх поживних речовин;
- відведення від кожної клітини продуктів метаболізму;
- термостатування мікробної суспензії в кожній точці;
- підтримання оптимальних робочих параметрів у кожній точці;
- потрібний рівень аерування і перемішування;

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	4
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Високий рівень автоматизації процесу культивування, техніки безпеки і умов праці робітників.

Для виконання цих вимог кожен ферментатор має такі системи: подавання рідких (або сипких) потоків у апарат; введення і виведення газових потоків; аерування ферментаційного середовища; перемішування ферментаційного середовища; піногасіння ферментаційного середовища; термостатування ферментаційного об'єму; стерилізації ферментера і ферментаційного середовища; виведення рідких (або сипких) потоків із апарата; контролю і регулювання заданих параметрів процесу.

Аерування ферментаційного середовища

Для вирощування аеробних мікроорганізмів глибинним культивуванням в біореакторі потрібно насамперед забезпечити інтенсивну масопередачу кисню із газового середовища до клітин, що можна досягти лише при активному аеруванні та перемішуванні. Дуже важливо не допустити як обмежуючого, так й інгібуючого впливу кисню на процес біосинтезу.

Концентрація розчиненого кисню у ферментаційному середовищі в апаратах при невеликому надлишковому тиску повітря становить 7 – 8 г/м³, швидкість споживання кисню для більшості аеробів становить 0,7 – 2,0 кг О₂/(м³·год).

Перемішування ферментаційного середовища

Перемішування у ферментерах є основою інтенсифікації масоперенесення кисню із газової фази в рідку, тому що воно забезпечує додаткове диспергування газу на дрібні бульбашки, збільшує поверхню контакту фаз; збільшує час перебування бульбашок газу в рідкій фазі, забезпечуючи підвищений вміст газу і час контакту фаз; зменшує розмір колоній клітин і знижує ефективну вязкість середовища; зменшує товщину стаціонарної плівки рідини, підвищуючи коефіцієнт масопередачі.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		5

За фізичним механізмом процеси, перебіг яких прискорюється при перемішуванні, можна поділити на три групи [1]:

1. Процеси перенесення розчинених речовин, краплин, клітин, інших завислих часточок, бульбашок газу і тепла на відстані, співрозмірні з розмірами апарата. Їх результат характеризується ступенем однорідності полів концентрації і температур або часом досягнення однорідності і повністю визначається макромасштабними характеристиками потоку рідини в апараті.

2. Подрібнення крапель і бульбашок. Розміри їх малі порівняно з розмірами апарата, тому кінцевий результат перемішування – діаметр краплин і бульбашок, які утворюються, або їх поверхня – визначається насамперед інтенсивністю мікромасштабної турбулентності, вплив якої проявляється на відстанях дії сил міжмолекулярної взаємодії.

Швидкість перенесення в елементах настільки малих розмірів (мікророзмішування) визначається в основному фізико-хімічними властивостями середовища і речовин, які дифундують, а також мікромасштабною структурою потоку.

3. Явища тепло- і масообміну на границях поділу фаз рідина – газ, рідина – клітина, і рідина – тверда поверхня. Основний вплив на швидкість перенесення теплоти або речовини при цьому чинять характеристики пограничного шару, які залежать від умов течії середовища в безпосередній близькості до міжфазної поверхні.

1.3. Класифікація ферментаторів

Серед конструкцій ферментаторів найбільш поширені апарати з підведенням енергії компримованим газом, механічним перемішувальним пристроєм або струменем рідини [2].

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	6
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Самим простим і найбільш розповсюдженим є подача повітря в рідину через барботери або інші аеруючі пристрої (дифузори, форсунки та ін). Група ферментерів в які енергія вводиться аеруючим газом (рис.1.1) [5], є найбільш поширеною і відомою. Апарати цієї групи здавна використовуються для отримання мікробної маси в асептичних та умовно асептичних типах біосинтезу. Технологічні переваги цих апаратів базуються на простоті конструкції, відсутності рухомих елементів і простоті керування, що обумовлює високу експлуатаційну надійність ферментерів цієї групи. Конструктивні особливості барботажних ферментерів визначаються типом аератора і об'ємом апарата.



Рис.1.1. Схема класифікації ферментерів з пневматичним перемішуванням

Ферментери з контактними пристроями. Суттєвим недоліком барботажних ферментерів є невисокий рівень швидкості розчинення кисню. Основною причиною цього є низький рівень макро- і мікротурбулентності, недостатня циркуляція середовища.

Для ліквідації цього недоліку розроблені барботажні ферментери з нерухомими контактними елементами, які забезпечують утворення та

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	7
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

формування поверхні контакту фаз. До апаратів цієї групи відносяться барботажні колоні, газліфтні колоні, тарілчасті колоні.

Збільшення поверхні фазового контакту забезпечується додатковою диспергація газової фази в рідині та розділенням рідкої фази на шари.

Ферментери *барботажно-ерліфтного* типу (рис.1.2) застосовують для отримання мікробного білка. Апарат являє собою вертикальну циліндричну місткість. Характерною конструктивною особливістю є те, що всередині апарата знаходиться один або декілька дифузоров або перегородок для примусового розділення потоків циркулюючої культуральної рідини. Одночасно вони виконують роль теплообмінників.

Ферментери системи Лефрансуа–Марійє. Для виробництва мікробного білка використовують апарати місткістю 250, 320, 600 та 1300 м³.

Апарат являє собою циліндричну місткість, всередині якої концентрично розташований дифузор-теплообмінник. Ферментер не має системи піногасіння. Піна руйнується під вагою стовпа рідини при її циркуляції. Повітря в ферментер поступає через повітропровід, розташований по центру апарата. В нижній частині апарата повітропровід спирається на конічну основу, яка утворює з дном кільцевий зазор для виходу повітря.

Утворена газорідинна дисперсія піднімається по дифузору майже до верху апарата. Діаметр дифузора повинен відповідати потоку диспергованої культуральної рідини. Частина повітря відділяється від потоку диспергованої рідини і через відкритий люк виходить із апарата, частина повітря з дисперговою рідиною по кільцевому зазору між стінкою апарата і дифузором сходить вниз. Піна зріджується і рідина повертається в кювету, рідина знову диспергується і піднімається по дифузору.

Промислові апарати мають висоту 12-15 м, піна в них піднімається на 10-12 м. Монолітний стовп рідини має 3,5-4,5 м.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	8
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

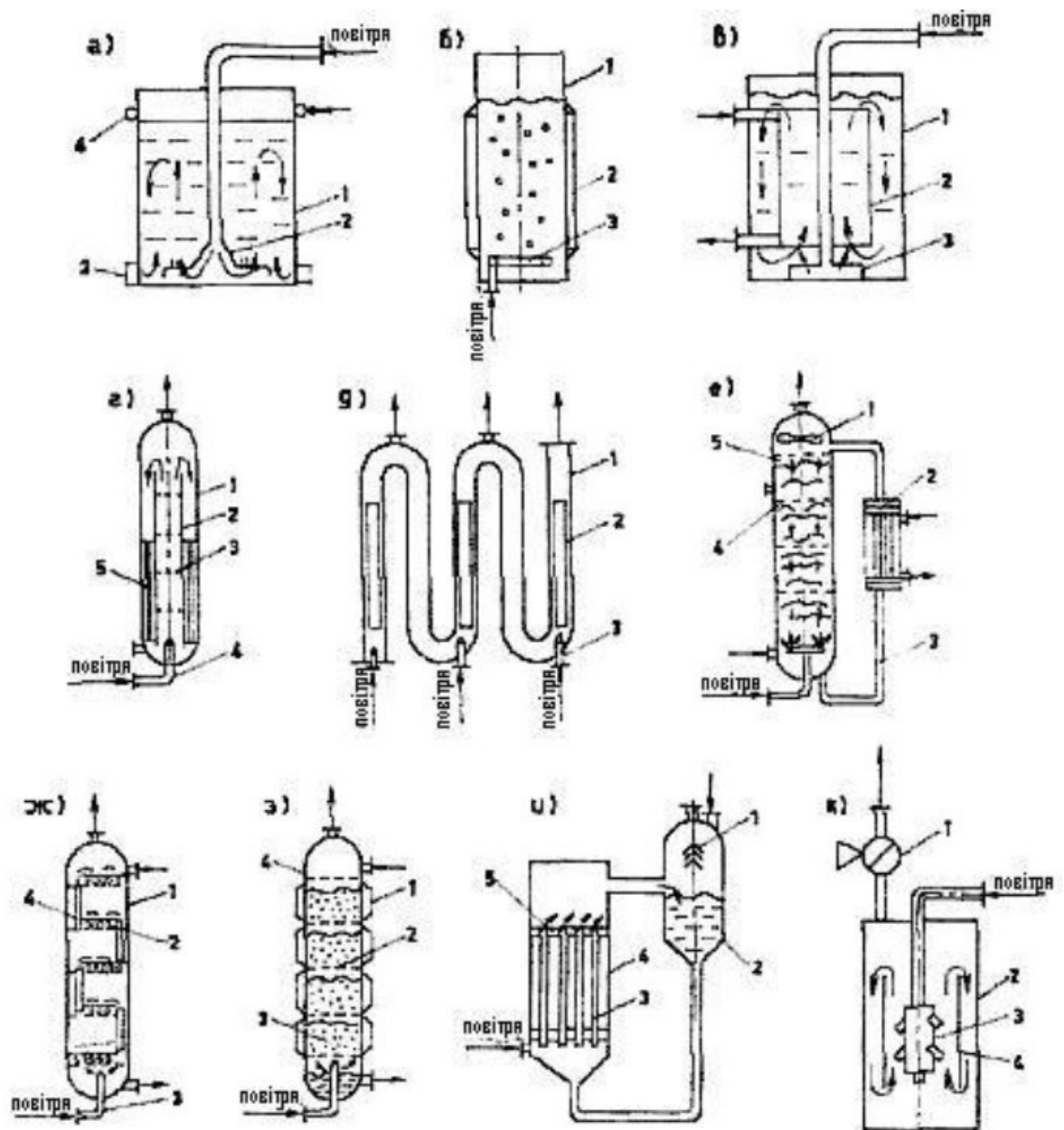


Рис.1.2. Схеми ферментерів з підводом енергії газовою фазою:

а – ферментер барботажний: 1 – корпус, 2 – розподільувач повітря, 3 – карман, 4 – колектор;

б – ферментер барботажний колонний: 1 – корпус, 2 – сорочка, 3 – повітрярозподільувач;

в – Ферментер барботажний ерліфтний: 1 – корпус, 2 – дифузор-теплообмінник, 3 – повітрярозподільувач;

г – ферментер газліфтний колонний: 1 – корпус, 2 – дифузор, 3 – диспергатор, 4 – повітрярозподілювач, 5 – теплообмінник;

д – ферментер газліфтний петльовий колонний: 1 – корпус, 2 – дифузор, 3 – повітряпровідний патрубок;

е – ферментер газліфтний рециркуляційний колонний: 1 – піногасник, 2 – теплообмінник, 3 – циркуляційна труба, 4 – диспергатор, 5 – корпус;

ж – ферментер тарілчастий колонний: 1 – корпус, 2 – тарілка, 3 – повітряпровідна труба, 4 – переливна труба;

з – ферментер з плаваючою насадкою колонний: 1 – рубашка, 2 – тарілка, 3 – насадка, 4 – корпус;

и – ферментер трубчастий: 1 – піногасник, 2 – ємність, 3 – труби, 4 – корпус, 5 – розподільна перетинка;к – Ферментер газліфтний пульсаційний: 1 – клапан, 2 – корпус, 3 – аератор, 4 – дифузор-теплообмінник.

Ерліфтний багатозонний ферментер. Апарати цієї серії, як і попередня конструкція, являють собою модифікований ферментер Лефрансуа. В апараті змонтовані три дифузора-теплообмінника. Повітря поступає через центральні труби, які спираються на кювети і утворюють з ними кільцеві зазори для виходу повітря в зони, які охоплюють дифузори. На повітряних трубах і в верхній частині над дифузорами встановлені зонти для повернення піни в потік.

Ферментери з циркуляційними трубами. Ферментер системи Шоллер-Зайделя. Аерація рідини забезпечується в 12 циркуляційних трубах діаметром 0,35 м, які змонтовані навколо корпуса ферментера. Повітря подається в циркуляційну трубу через керамічну свічку. Апарат має виносний механічний піногасник. Для охолодження використовують повітря або зовнішнє зрошення.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	10
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Ферментери з підведенням енергії рідкою фазою можливо умовно розділити на групи залежно від типу генератора енергії, що передає енергію рідкій фазі — культуральній рідині у спеціалізованому пристрої — ежекторі, циркуляційному насосі або у мішалці (рис.1.3).



Рис.1.3. Класифікація ферментерів з підведенням енергії рідкою фазою

1.4. Промислове обладнання для культивування мікроорганізмів

В країнах СНГ промислову ферментаційну апаратуру з механічними перемішувальними пристроями ємнісного типу в стерильному виконанні виробляла низка підприємств. Промисловість здійснювала також виробництво поверхневих культиваторів, апаратури для вирощування кормових дріжджів у нестерильному виконанні. Однак це стосується апаратури, яку випускали в другій половині двадцятого століття. Сьогодні вона не відповідає більшості вимог сучасних стандартів.

В Україні ферментери виготовляють на Сумському машинобудівному заводі (рис. 1.4) об'ємом 50 м³. Такі ферментери мають триступеневу лопатеву мішалку. Матеріал – корозійностійка сталь.

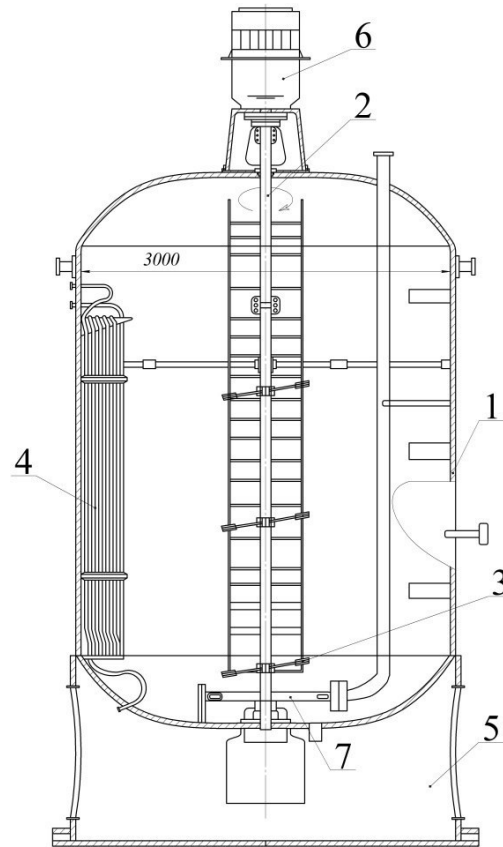


Рис. 1.4. Ферментер конструкції Сумського машинобудівного заводу:
 1 – корпус; 2 – вал мішалки; 3 – лопать мішалки; 4 – охолоджувальний
 змійовик; 5 – опорна царга; 6 – привод мішалки; 7 – барботер

На рис. 1.5 зображений ферментатор з променевим аератором, що обертається. Такі ферментери встановлені на Мічурінському спиртовому заводі. Випускають ферментери загальним об'ємом 16 та 32 м³.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	12
Змн	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

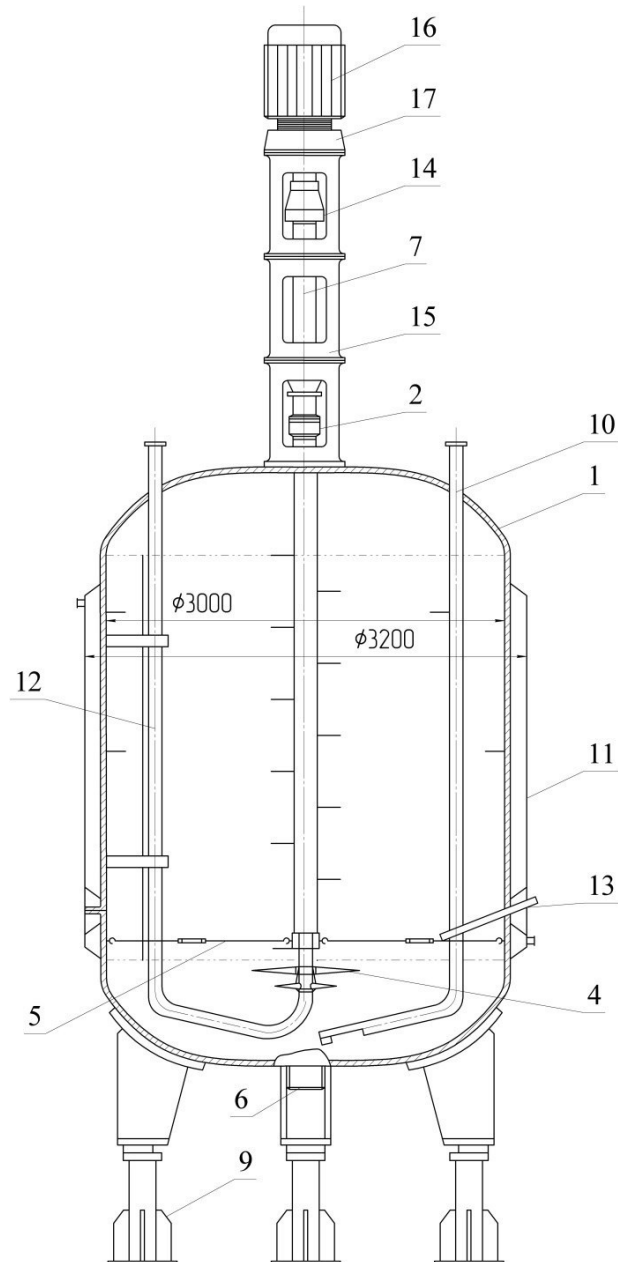


Рис. 1.5. Ферментер з променевим аератором, що обертається:

- 1 – корпус; 2 – торцеве ущільнення; 3 – вал; 4 – аератор променевий;
 5 – тяга; 6 – патрубков; 7 – вал проміжний; 8 – підшипник; 9, 15 – стійки;
 10 – труба для введення продукту; 11 – сорочка; 12 – труба для введення повітря;
 13 – гільза для термометра; 14 – муфта; 16 – електродвигун;
 17 – редуктор

Ферментер Дзержинського заводу хімічного машинобудування (Росія)

Завод випускає серійні ферментери об'ємом 5, 15, 20, 30, 50, 63 м³.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	13
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Ферментер об'ємом 63 м³ має три відбивні перегородки. Швидкість обертання триярусної турбінної мішалки з додатковою пропелерною – 177 об/хв. Корпус оснащений чотирисекційною оболонкою об'ємом 1,5 м³. Повітря надходить через розбірний квадратний барботер.

Ферментер ВНДІПрБ з форсунковою аерацією середовища

На рис. 1.6 показано ферментер конструкції ВНДІПрБ об'ємом 15 м³, в якому повітря у поживне середовище надходить крізь 2 форсунки діаметром 6 мм. Ферментер має двоярусну турбінну мішалку з торцевим ущільненням та швидкістю обертання 135 об/хв. Оболонка двосекційна, гладенька загальним об'ємом 2,5 м³.

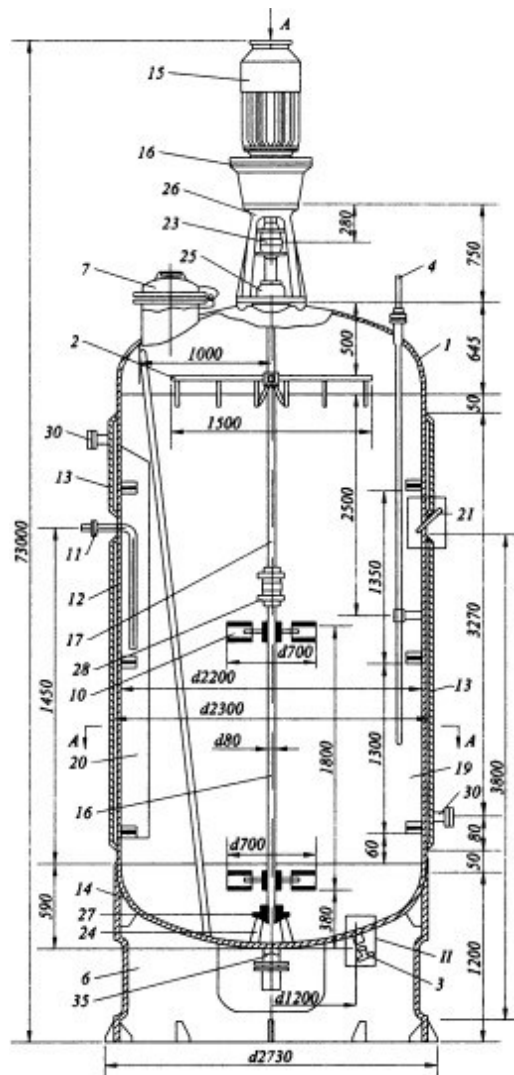


Рис. 1.6. Ферментер конструкції ВНДІПрБ з форсунковою аерацією середовища об'ємом 15 м³

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	14
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

На даний момент світовим лідером з виробництва ферментаторів є німецькі фірми. Причинами успіху цих фірм є те що їх ферментатори мають дуже вдалу конструкцію і випускаються під конкретний процес та під конкретного замовника.

Ферментатори за європейськими стандартами виготовляють одразу оснащеними системами автоматичного миття на місці (рис.1.7). Процес керування ферментацією здійснюється за допомогою цифрової системи керування DCU-3, яка на даний момент є своєрідним еталоном ефективності в світі.



Рис.1.7. Обв'язка ферментатора виробництва Німеччини

Австрійська приватна компанія VOGELBUSCH Biocommodities є визнаним виробником обладнання для виробництва біотехнологічної продукції.

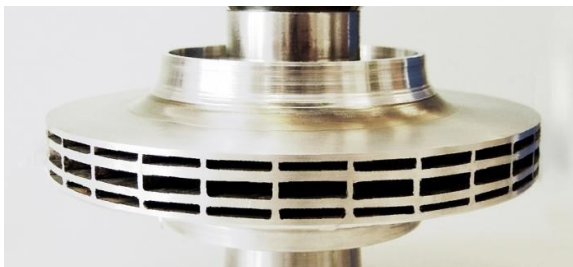
Самовсмоктуюча аерація IP-8 (рис.1.8 а) складається зі статора, який спрямовує потік, і лопатевого ротора. Самовсмоктуюча турбіна, яка обертається, створює дрібні повітряні бульбашки однакового розміру з великою зоною зіткнення і тривалим часом перебування в системі для забезпечення високої швидкості перенесення кисню. Конструкція досить проста, при цьому її елементи значно впливають на ефективність. Система

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	15
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

розроблена для ферментації оцту, вона легка в експлуатації і споживає дуже мало енергії, підтримуючи оптимальні умови для росту оцтових бактерій в місткості ферментації.

Високоєфективна аерація EB-4 (рис.1.8 б) – це динамічна система, що поєднує механічне змішування і зовнішнє стиснення повітря в якості конструкційних елементів. Повітря подається до лопатей мішалки по порожньому валу і розподіляється в рідині по всій площині відкритої задньої стінки лопатей мішалки. Таку системи аерації застосовують серед інших для виробництва дріжджів.

Ерліфтна система, або система з барботажною колоною, використовує статичні системи розсікання (рис.1.8 в). Розподільні труби з просвердленими в них маленькими отворами рівномірно розподіляють повітря на дні ферментера. Крім механічних характеристик, конструкції системи повітряних труб і властивостей сусли, перенесення кисню в основному пов'язаний із кількістю повітря та висотою колони.



а

б

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	16
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



В

Рис.1.8. Аераційні пристрої, розроблені компанією VOGELBUSCH
Biocommodities

Компанія BIORUS (Росія) виготовляє як окремі ферментери і біореактори, так і повністю укомплектовані лінії для біотехнологічних і фармацевтичних заводів. Все обладнання вироблено у відповідності зі стандартами GMP і FDA. Промислові ферментери серії BIORUS-SJA (рис.1.9) виконані з корозійностійкої сталі, об'ємом від 100 до 10 000 літрів. Ферментери відрізняються великою функціональністю і підходять для різних цілей, наприклад, для періодичної ферментації, періодичної ферментації з підживленням. Всі дані вимірювань і контрольні параметри відображаються на кольоровому сенсорному екрані, що істотно полегшує роботу оператора. Ферментери в стандартній комплектації оснащені 4 перистальтичними насосами, за допомогою яких виконується подача кислоти, луку, піногасника і поживного середовища. В процесі ферментації, управління всіма параметрами здійснюється через сенсорну панель управління. Всі дані і параметри передаються на контролер, можлива додаткова комплектація робочою станцією на базі персонального комп'ютера для розширення функціоналу. Компактна конструкція забезпечує інтеграцію всіх компонентів в одній системі.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	17
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Доступні варіанти мішалок з одинарним механічним ущільненням, подвійним механічним ущільненням з мастилом, з верхнім приводом, а також мішалки з магнітним приводом. Устаткування має просту конструкцію і відрізняється стабільним функціонуванням.



Рис.1.9. Промисловий ферментатор BIORUS

Ферментер виконаний із корозійностійкої сталі – марки AISI 316L для всіх поверхонь, що контактують з продуктом, AISI 304 – для тих поверхонь, які не контактують з продуктом (оболонка місткості, зовнішня оболонка та інше). Ферментер обладнаний необхідним набором портів і роз'ємів для підключення датчиків і обв'язки біореактора.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	18
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ І СОЦІАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

У всіх реакторах, які застосовуються сьогодні у біохімічних втробництвах, відбуваються певні фізичні процеси (гідродинамічні, теплові та масообмінні), з допомогою яких створюються оптимальні умови для здійснення власне біохімічного перетворення речовини (біохімічної реакції). Для здійснення цих фізичних процесів ферментатори мають типові конструктивні елементи – перемішуючі пристрої, контактні пристрої, теплообмінники, диспергатори тощо. Тому всі ферментатори є комплексними апаратами, які складаються з відомих конструктивних елементів, більшість з яких використовується і для проведення технологічних операцій, які не супроводжуються біохімічними перетвореннями речовин, які перероблюються.

Кількість таких конструктивних поєднань, а значить і типів реакторів, може бути достатньо великою, що пояснюється різноманітністю і складністю біохімічних реакцій, які в них відбуваються.

Найбільш важливими конструктивними елементами ферментаторів є перемішуючий та керуючий пристрій.

Перемішування у ферментерах потрібно для інтенсифікації масопередачі газ–рідина і рідина–клітина; інтенсифікації теплопередачі при термостатуванні рідини; диспергування краплин рідини і бульбашок газу; вирівнювання температур в об’ємі середовища, яке перемішується, вирівнювання концентрацій поживних речовин в об’ємі середовища.

Аерування потрібно для насичення ферментаційного середовища киснем з подальшим підведенням розчиненого кисню до клітин

	мікрорганізмів,				180235.ДП.44.С2.ПЗ			
		№	Підпис	Дата				
Розробив	Бовкши А.О				Техніко-економічне і соціальне обґрунтування			Архів
Керівник	Чепелюк О.О							1
					НУХТ			
					ОХ-4-10ск			
Зав.каф	Гавва О.М							

оскільки в культуральній рідині безперервно відбуваються два взаємопов'язаних процеси: абсорбція кисню рідиною із газу та споживання кисню клітинами мікроорганізмів із рідини.

Інтенсивної турбулізації і циркуляції у ферментерах досягають трьома різними способами, які, проте, часто суміщуються в одному апараті. Пневматичне перемішування стисненим газом є мало інтенсивним процесом, хоча витрати енергії співставні, а іноді навіть більші, ніж при механічному перемішуванні. Сумісне використання механічної енергії, яка передається від перемішувача до продукту, і енергії повітря, підвищує ефективність процесу культивування мікроорганізмів. Однак потрібно шукати шляхи здійснення комбінованого впливу, за якого скорочуються витрати енергії і забезпечуються оптимальні умови для життєдіяльності організмів. Потрібно створити достатню кратність циркуляції і забезпечити рівномірне насичення рідини бульбашками повітря і утворення бульбашок малого розміру.

В ринкових умовах біореакторна продукція вітчизняних заводів не витримала конкуренції, і через відсутність замовлень виробничі потужності, зокрема на СумМаші, було перепрофільовано.

Ферментаційне обладнання, яке використовується на українських підприємствах, іноземного виробництва. Важливо, щоб обладнання для ферментації відповідало вимогам GMP, ISO 9000 та іншим стандартам якості, підлягало валідації.

Вирішення цієї проблеми є актуальним завданням для біотехнологічної промисловості.

					<i>Техніко-економічне і соціальне обґрунтування</i>	2
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розглядаємо процес культивування у ферментаторі цвілевих грибів.

Цвілеві гриби – це різноманітні гриби, що формують розгалужені міцелії без великих плодових тел. Цвіль відноситься до мікроміцетів. Це гриби і грибоподібні, що мають мікроскопічні розміри. Цвілеві гриби широко поширені в природі, вони розвиваються практично всюди. Великі колонії ростуть на поживних середовищах при високій температурі і підвищеній вологості, причому зростання цвілі не обмежене за умови наявності поживного середовища.

У природі зустрічаються безліч видів цвілі, наприклад, *Penicillium spp*, *Mycorales*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Dematiaceae*, *Saccharomycetaceae*, тощо. Велике значення для людини мають гриби роду пеніциллум. Пеніцилл – цвіль зеленого кольору, що розвивається на рослинних субстратах, в тому числі харчових продуктах. Пеніцилл продукує антибіотик пеніцилін – перший відкритий в світі антибактеріальний препарат. Також важливим є використання людиною в господарстві дріжджів, що відносяться до грибів-цукроміцетів. Дріжджі – це одноклітинні гриби, які втратили міцеліальну будову, тому що середовищами їх існування стали субстрати рідкої або напіврідкої консистенції, що містять у великій кількості органічні речовини. До групи дріжджових грибів входять 1500 видів, які належать до класів базидіоміцетів і аскоміцетів.

					<i>180235.ДП.44.СЗ.ПЗ</i>				
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Архів</i>	
<i>Розроблв</i>	<i>Бодкиш А.О</i>				<i>Характеристика вихідної сировини і готової продукції</i>			<i>1</i>	<i>10</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О</i>							<i>НУХТ</i> <i>ОХ-4-10ск</i>	
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М</i>								

З давніх часів дріжджі широко використовуються людиною, так як беруть участь у процесі спиртового бродіння. Цю властивість дріжджів застосовують у виробництві спирту і алкогольних напоїв, виноробстві, хлібопеченні, кондитерській справі, виробництві кормового білка для харчування худоби.

Розміри дріжджових клітин складають в середньому від 3 до 7 мкм в діаметрі, але зустрічаються деякі види, клітини яких можуть досягати 40 мкм. Дріжджові клітини нерухомі і мають овальну форму. Хоча міцелію дріжджі не утворюють, у них спостерігаються всі ознаки і властивості грибів. Дріжджові гриби являють собою органотрофні еукаріоти з абсорбційним видом харчування. Ці гриби використовують органічні речовини для отримання вуглецю і необхідної для життєдіяльності енергії. Для дихання дріжджів потрібен кисень, але при відсутності його доступу багато видів факультативних анаеробів дріжджових грибів отримують енергію в результаті бродіння з утворенням спиртів. Бродіння дріжджів призупиняється або припиняється зовсім, якщо кисень починає надходити до субстрату, який зброджується, так як дихання - більш ефективний процес для отримання для отримання енергії. Але якщо в поживному середовищі концентрація цукрів дуже велика, то навіть при доступі кисню процеси дихання і бродіння здійснюються одночасно. До умов харчування дріжджові гриби дуже вимогливі. У анаеробному середовищі дріжджі засвоюють тільки глюкозу, тоді як в аеробному вони можуть використовувати в якості джерел енергії також вуглеводні, жири, ароматичні сполуки, органічні кислоти, спирти.

Зростання і розмноження дріжджів відбувається з величезною швидкістю, призводячи до характерних змін у навколишньому середовищі. Вважається, що дріжджі є найдавнішими з рослин, що культивуються людиною. Розмноження дріжджів здійснюється брунькуванням (поділом).

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	2
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Можливий і статевий шлях розмноження. При цьому зигота, яка утворилася, трансформується в «сумку», в якій укладені 4-8 спор. У одноклітинному стані дріжджі здатні здійснювати вегетативне розмноження. Так, можуть брунькуватися спори або зиготи. Поділ дріжджів на групи (класи Ascomycetes або Basidiomycetes) засновано на способах їх статевого розмноження. Існують види дріжджів, що не мають статевого розмноження. Їх вчені включили в клас недосконалих грибів (Fungi Imperfecti, або Deuteromycetes).

Певні види дріжджів із давніх-давен використовуються людиною при виготовленні вина, пива, хліба, квасу, при промисловому виробництві спирту, тощо. Деякі види дріжджів застосовують у біотехнології, завдяки їх важливим фізіологічним особливостям. У сучасному виробництві, використовуючи дріжджі, отримують харчові добавки, ферменти, ксиліт, очищують воду від забруднення нафтою. Але є і негативні властивості дріжджів, деякі з них здатні викликати у людей захворювання, оскільки є факультативними, або умовно патогенними мікроорганізмами.

Виробництво хлібопекарських дріжджів

Хлібопекарські дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae*), що використовуються при виробництві хлібобулочних виробів, розкладають вуглеводи тіста до спирту і двоокису вуглецю, який фіксується в об'ємі виробу [2]. Крім того, вони хімічно і механічно модифікують глютен – основний протеїн пшениці. У виробництві вітамінів дріжджі використовують як джерело вітамінів групи В і D2. Дріжджі використовують також для виробництва квасу.

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	3
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Властивості хлібопекарських дріжджів

Основні стадії вирощування дріжджів супроводжуються постійною аерацією поживного середовища. Потім їх переносять у мікроаерофільні умови для бродіння в тісті. Ця зміна умов для життєдіяльності обумовлює ті різноманітні властивості, які повинні бути притаманні хлібопекарським дріжджам.

Перш за все вони повинні володіти високою потенційною активністю гліколітичних ферментів. Вона виражається як зимазна і мальтазна активність, яка визначається часом, необхідним для виділення 10 мл CO_2 при зброджуванні 20 мл 5% розчину цукру дріжджами, які вносяться в кількості 2,5 об. % від об'єму середовища, в мікрогазометрі Єлецького. Дріжджі повинні мати також високу активність інвертази та інших гідролітичних ферментів, мати здатність рости і синтезувати ферменти і коферменти в досить анаеробних умовах, швидко адаптуватися до мінливих субстратів.

Крім того, вони повинні проявляти осмотичну стабільність по відношенню до жирів і відносно високої концентрації цукру в початковій стадії бродіння тіста, бути солестійкими і стійкими до змін рН, містити невелику кількість глутатіону. І, нарешті, дріжджі повинні бути стійкими до домішок, які містяться в мелясі, на якій їх вирощують, мати високу генеративну активність, бути стійкими при зберіганні.

Для розрихлення тіста застосовують різні раси *S. cerevisiae*. У хлібопеченні використовують пресовані дріжджі, дріжджове молоко, сушені та рідкі дріжджі, а також висококіслотні закваски.

В якості сировини для виробництва дріжджів використовується меляса, а також мелясна бражка. Головними легкозасвоюваними джерелами азоту для дріжджів служать мінеральні солі амонію і сечовина. Крім того, дріжджі засвоюють вільні амінокислоти поживного субстрату.

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	4
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Теоретичний вихід біомаси дріжджів із вмістом вологи 75% знаходиться в межах 96,6-116,8 мас. % від маси меляси, що містить 46 мас. % цукру. У заводських умовах вихід дріжджів становить 68-92%.

Основними стадіями виробництва хлібопекарських дріжджів є: приготування поживного середовища; багатоступінчате розмноження (вирощування) посівних дріжджів; вирощування товарних дріжджів; виділення з рідкого середовища, формування, упаковка і охолодження або сушіння пресованих дріжджів.

Приготування поживного середовища. Мелясу, для використання її в якості поживного середовища, очищують від небажаних речовин (освітлюють) і додають необхідні для життєдіяльності мікроорганізмів компоненти. Освітлення меляси може бути холодним і гарячим.

При холодному режимі освітлення мелясу розчиняють у воді в співвідношенні від 1: 1 до 1: 3. Для придушення мікрофлори додають хлорне вапно (0,6-0,9 кг активного хлору на 1 т меляси), перемішують і витримують 0,5 год, після чого в розчин додають сірчану кислоту до рН = 4,4 ÷ 5,0, і розчин сепарують.

Гаряче освітлення проводять у разі сильного інфікування меляси і при підготовці сусла для початкових стадій розмноження дріжджів, що вимагають підвищеної стерильності. Мелясу розчиняють в гарячій воді (1: 1), розчин нагрівають до 105-108°C, витримують 15-60 с, охолоджують до температури 80-85 °C і сепарують. При очищенні розчину центрифугуванням з нього видаляють речовини, що погіршують колір і якість дріжджів.

Азот і солі, які містять фосфор, доцільно додавати в поживне середовище безпосередньо при вирощуванні дріжджів, окремо від мелясного сусла. Розчини солей (10-12%) готують в окремому для кожної солі збірнику.

Як речовини, що стимулюють ріст, у поживне середовище додають кукурудзяний екстракт (6 мас.% від маси меляси), який попередньо

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	5
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

стерилізують, нагріваючи після розведення водою (1: 1) до кипіння. Після охолодження до нього додають 5-10 мас.% від маси екстракту біоміцину.

Вирощування посівних дріжджів. У зв'язку з великим обсягом виробництва вирощування культури виробляють багатоступінчасто. Перші три стадії розмноження дріжджів здійснюють у лабораторії, потім три стадії розмноження виготовляють у цеху чистої культури. При вирощуванні посівних дріжджів необхідна висока стерильність.

Таблиця 3.1.

Показники якості дріжджів і дріжджового молока

Показник	Дріжджі пресовані	Дріжджове молоко	Дріжджі сушені	
			Вищий сорт	Перший сорт
Консистенція	Щільна, дріжджі повинні легко ламатися, не мазатися	Рідка суспензія	У вигляді вермішелі, гранул, дрібних зерен, шматочків або крупи, порошкоподібних часточок не більше 25%	
Колір	Сіруватий з жовтуватим відтінком	Сіруватий із жовтим відтінком	Світло-жовтий або світло-коричневий	
Запах і смак	Властиві дріжджам, без запаху цвілі та інших сторонніх запахів			
Вологість, %, не більше	75	75*	8,0	10,0
Кислотність, мг оцтової кислоти, не більше				
в день виробітки	120	120*	—	—
на 12 добу	300	360*	—	—
Підйом тіста до 70 мм, хв, не більше	70	75*	70	90
Стійкість для дріжджів заводів, год, не менше:				

Характеристика вихідної сировини і готової

дріжджових	60	—	—	—
спиртових	48	—	—	—
Збереженість із дня виробітку, міс., не менше	—	—	12	5
Концентрація дріжджів у 1 л в перерахунку на дріжджі з вологістю 75 %, г, не менше	—	450	—	—
Мальтазна активність, хв:				
хороша	<90	<90	—	—
задовільна	90–100	90–100	—	—
незадовільна	>100	>100	—	—

* дріжджів, виділених із дріжджового молока

Висівання проводять у пробірки, що містять 100 мл субстрату (солодове сусло з 12-14% СР, вітамінізоване томатним або морквяним соком), і розмноження ведуть протягом 18-34 год (26-30 °С). Другу стадію розмноження в тих же умовах ведуть в колбі, що містить 700 мл того ж субстрату. Третю стадію, що проводиться в такому ж режимі, здійснюють в бутлі, що містить 6 л субстрату, отримуючи 0,3 кг дріжджів з розрахунку на пресовану масу вологістю до 75%.

У цеху чистої культури (ЧК) на стадії ЧК-1 розмноження ведуть при рН = 4,5 протягом 15-17 год (33 °С) в дріжджоростильному апараті місткістю 3,5 м3, використовуючи в якості поживного середовища мелясне сусло (12% СР) з додаванням поживних солей. Поживне середовище безперервно аерують. В результаті отримують 100 кг дріжджів (в розрахунку на 75% вологість).

На стадії ЧК-2 розмноження проводять в апараті місткістю 15 м3. В апарат вводять 3% мелясного розчину від його загального об'єму і стерильну

воду до доведення концентрації цукру 3,0-3,5%, додають 10% споживаної кількості розчинів солей і починають аерацію з розрахунку 30-40 м³/год на 1 м³ середовища. Після цього вводять отримані на стадії ЧК-1 дріжджі. По мірі споживання цукру додають мелясний розчин, розчинів солей, збільшують швидкість подачі повітря.

Тривалість процесу становить 9 год (33 °С), в результаті виходить 580 кг дріжджів (вологість – 75%). На стадії ЧК-3 розмноження ведуть в апараті місткістю 56 м³ так само, як і на стадії ЧК-2, отримуючи в результаті 4800 кг дріжджів (вологість – 75%). Дріжджі відокремлюють від субстрату на сепараторах, промивають водою. Концентрат зберігають при температурі 6 °С, а пресовані дріжджі – при 2 – 4 °С. Культуру ЧК-3 готують періодично, один раз на 3 – 4 тижні.

Вирощування товарних дріжджів. Вирощування товарних дріжджів у виробничих умовах здійснюють у дві стадії: спочатку вирощують засівну культуру, потім товарні дріжджі.

Засівну культуру дріжджів виробляють у дріжджоростильних апаратах місткістю 44 м³. Вирощування ведуть із використанням 16,5% дріжджів, отриманих на стадії ЧК-3, на розведеній мелясі (1: 17) з концентрацією СР, що дорівнює 2-2,5%, вводячи розчин солей при 30 °С і рН = 4,5 ÷ 5,0 протягом 11 год. Вихід дріжджів становить 65 мас. % Від маси меляси; в кінці вирощування утворюється 2500 кг дріжджів (50 кг/м³). Отримані дріжджі витрачають для засівання в апаратах робочої місткості 120 м³. Вирощування товарних дріжджів поділяють на два періоди: накопичувальний і відбірковий. Накопичувальний період триває приблизно 7 год, до заповнення робочого об'єму.

Потім починається безперервний відбір (відтік) з апарату деякої частини його вмісту у відбірковий апарат, одночасно в дріжджоростильний

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	8
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

апарат подають сусло, воду, розчини солей. Загальна тривалість циклу може бути 12-20 год і більше. Вирощування ведуть при температурі 30 ° С, рН = 4,5 і розведенні меляси 1: 17. Вихід дріжджів становить 75 мас. % від маси меляси цукристістю 46%.

Виділення дріжджів з рідкого середовища. Після закінчення дозрівання дріжджі, для збереження ферментативної активності, необхідно якомога швидше виділити з культурального середовища. Виділення дріжджів здійснюють у три ступені на сепараторах.

Дріжджове молоко добре фільтрується на барабанних вакуум-фільтрах (залишковий тиск 12 кПа). Отриману пастоподібну дріжджову масу формують у вигляді прямокутних брикетів масою 50, 100, 500 або 1000 г, упаковують у спеціальний папір і одразу направляють в холодильну камеру, де зберігають при температурі 0-4 ° С і відносній вологості 62-96%. Термін зберігання - не більше 4 днів, сушених дріжджів (вологість - 8-10%) - не більше 5 міс.

Сушіння дріжджів. Сушені дріжджі користуються великому попитом завдяки тому, що вони зберігаються в такому стані протягом тривалого часу. Для збереження життєздатності дріжджів їх температура при сушінні не повинна перевищувати 30 ° С. Хороша якість дріжджів зберігається при висушуванні дріжджів у завислому стані при температурі теплоносія не вище 70 ° С, знижується в міру зменшення вмісту води. Після сушіння протягом 3-4 ч вологість дріжджів становить 7-8%. Сушені дріжджі зберігають при температурі 15 ° С.

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	9
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Отримання дріжджів на меласно-спиртових заводах

Хлібопекарські дріжджі отримують в якості відходів виробництва при сепарації зрілої спиртової бражки, в 1 м³ якої міститься 18 – 35 кг дріжджів (в розрахунку на 75% вологість). Вихід пресованих дріжджів становить до 3,5 кг/1 дал спирту.

Отримання дріжджів зі спиртової бражки складається з таких стадій: виділення дріжджів із бражки, промивання і концентрування дріжджової суспензії, дозрівання дріжджів, остаточне промивання і концентрування, пресування, формування та пакування дріжджів.

При двохпродуктовій схемі витрата азотних і фосфорних поживних речовин для дріжджів слід збільшити на 50% в порівнянні з однопродуктовою схемою.

Особливість отримання дріжджів на спиртових заводах полягає в тому, що бражка містить спирт, тому відтоки після сепараторів першого і другого ступенів направляють на перегонку для вилучення спирту. Дріжджі промивають в п'ять або сім ступенів.

Після сепараторів четвертого ступеня дріжджі дозрівають при аерації суспензії. Охолоджену суспензію, яка містить до 450-500 г/л дріжджів, направляють на фільтр-прес. Потім дріжджі формують і фасують так само, як на спеціалізованих заводах.

					<i>Характеристика вихідної сировини і готової</i>	10
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. Будова та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

При вирощуванні культури в рідких поживних середовищах використовують спеціальні апарати – ферментатори, які інтенсивно перемішують середовище в апараті.

В основу дипломного проекту була поставлена задача удосконалення ферментатора шляхом зміни його конструкції, яка б забезпечувала більш ефективне перемішування культури, це досягається заміною лопатей мішалки і розташуванням їх під певним кутом.

На рис. 4.1 показана схема ферментатора з променевим аератором, об'ємом 63 м³. Корпус ферментатора вертикальний циліндричний з еліптичним днищем. В цьому корпусі обертається вал зі швидкістю 180 об/хв з двохступеневою турбінною мішалкою. Вал приводиться в дію електродвигуном.

Із зовнішньої сторони корпус оснащений двосекційною сорочкою, в яку надходить вода для охолодження культури, що знаходиться в апараті.

Температуру в апараті контролюють та регулюють за допомогою датчика, який встановлюють в гільзу.

Конструкційне виготовлення валу з мішалкою представлено на рис. 4.2.

Мішалка являє собою дві лопаті, приварених до валу з нахилом для покращення перемішування середовища.

					<i>180235.ДП.44.С4.ПЗ</i>		
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	<i>Бодкиш А.О</i>				<i>Будова та принцип роботи модернізованого об'єкта керування</i>		<i>Архив</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О</i>					<i>1</i>	<i>9</i>
						<i>НУХТ</i>	
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М</i>					<i>ОХ-4-10ск</i>	

На окремому валу насаджений корпус аератора, до якого кріпляться на болтах два ряди променів, що аерують – по 4 в ряду (рис. 4.3). Промінь є порожньою лопаттю завдовжки 600 мм. Лобова частина променя за ходом руху закруглена, а протилежна має щілину, через яку повітря під тиском надходить в рідину, що перемішується. Через отвори в променях під тиском надходить повітря в рідину і здійснюється перемішування. Повітря до аератора подають під тиском.

Технічна характеристика ферментатора:

Загальний об'єм, м ³	63
Внутрішній діаметр, мм	3400
Висота апарата, мм	7520
Висота циліндричної частини, мм	5700
Робочий тиск, МПа	0.4

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	2
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

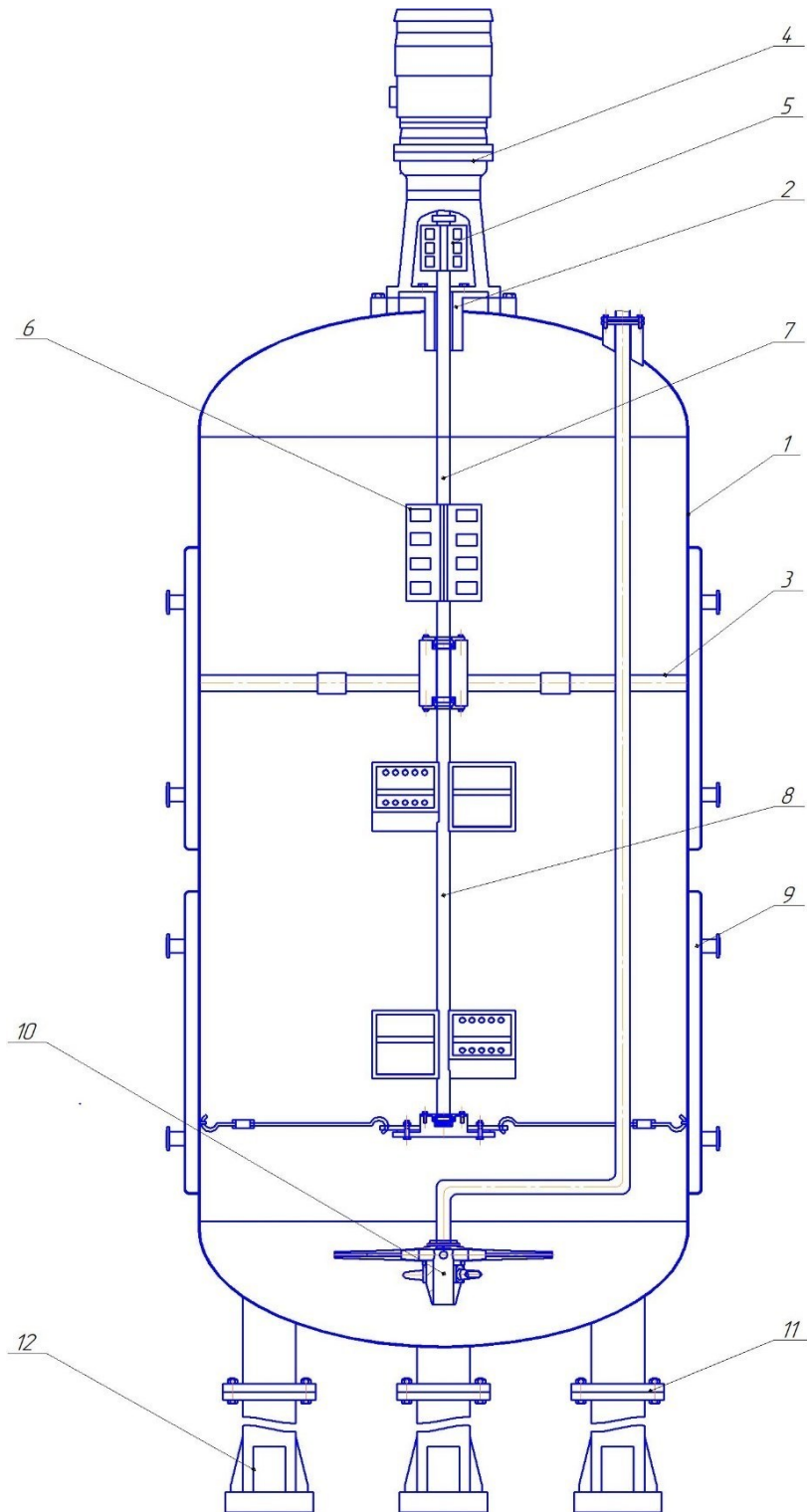


Рис. 4.1. Ферментатор з перемішуючим пристроєм і барботером:

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата

1 – корпус; 2 – сальник; 3 – тяги; 4 – електродвигун; 5 – муфта; 6 – муфта;
7 – проміжний вал; 8 – вал з мішалкою; 9 – сорочка; 10 – аератор; 11 –
підп'ятник; 12 – стійка.

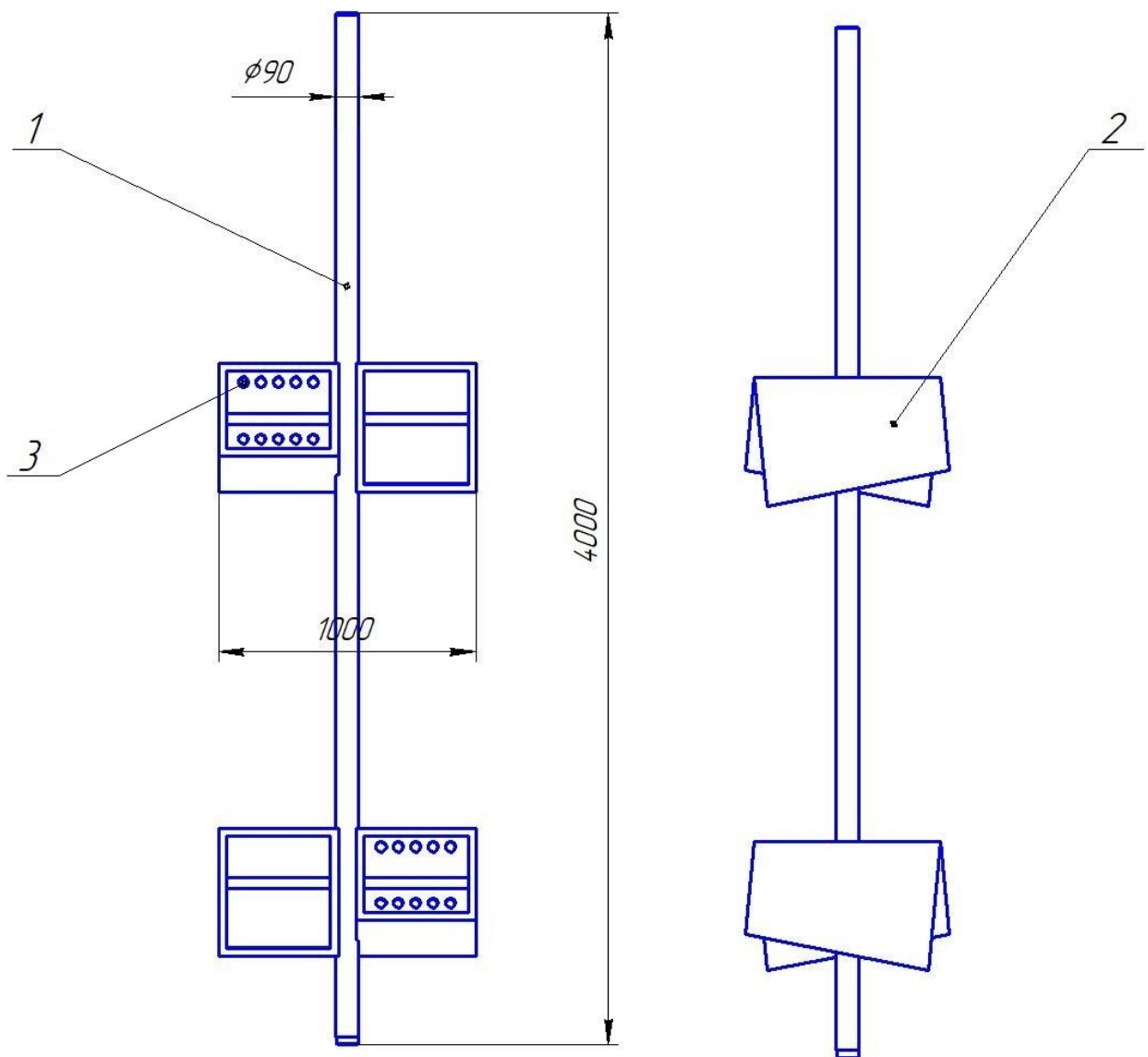


Рис. 4.2. Вал з мішалками

1 – вал; 2 – лопать; 3 – повітревовод

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	4
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

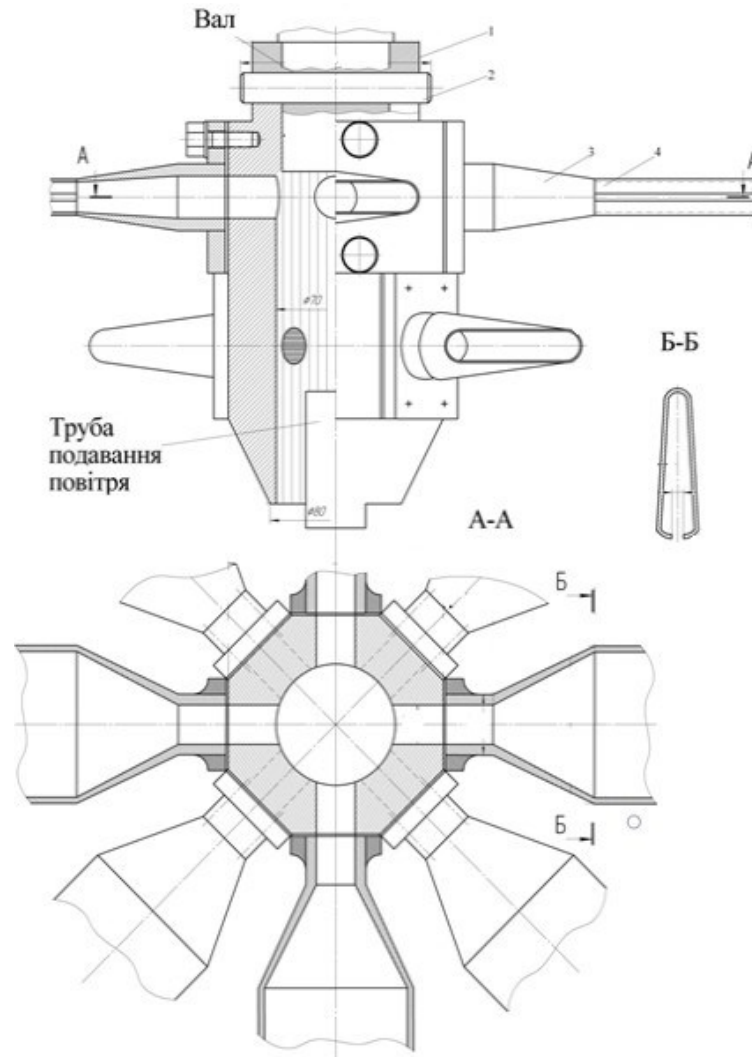


Рис. 4.3. Аератор променевий:

1 – корпус; 2 – штифт; 3 – перехідний патрубок; 4 – керуючий промінь

Ферментер забезпечений патрубками для введення поживного середовища і посівної культури, солей, необхідних для покращення розвитку мікроорганізмів, піногасника, люком і оглядовими вікнами, розміщеними на кришці ферментера. Також передбачені патрубки для підведення і відведення тепло агента в оболонку, патрубки для спуску культуральної рідини і відбору проб.

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	4
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Для забезпечення стерильності процесу ферментації в обраному ферментаторі передбачено використання торцевих ущільнень валу перемішуючого пристрою з паровим захистом.

Застосування такої конструкції практично повністю запобігає потраплянню атмосферного повітря в апарат, що є дуже важливим для збереження асептичних умов культивування.

Дотримуватися найвищих стандартів чистоти і гігієни особливо важливо в процесах біотехнології, пов'язаних із життєдіяльністю мікроорганізмів. Спектр харчових продуктів, які виготовляють за допомогою мікроорганізмів у результаті бродіння, широкий — хліб, сир, вино, пиво, сир тощо. У біотехнологічній промисловості відбувається безпосереднє культивування мікроорганізмів.

Ретельне очищення біореакторів не тільки запобігає перехресному забрудненню в багатоцільових установках, забрудненню навколишнього середовища і негативному впливу на персонал, а і є першим кроком до відтворених процесів ферментації. Процеси очищення у харчовій і фармацевтичній галузях — предмет положень, які містяться в різних документах: Стандарті МОЗУ 42–4.0:2015 "Настанова Лікарські засоби. Належна виробнича практика", ДСТУ 4161–2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги», Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів», нормах Європейської групи з проектування гігієнічного обладнання (EHEDG), а також документах інших регіональних і міжнародних контролюючих органів.

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	5
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Сучасні апарати для культивування мікроорганізмів повинні бути оснащені автоматичною системою мийки і стерилізації CIP/SIP. Автоматизована процедура CIP підвищує відтворюваність і допомагає провести валідацію очищення. Інтеграція циклу очищення в повністю закриті системи ще більше підвищує безпеку під час експлуатації.

Великий розмір ферментера і відсутність належних місць відбору проб ускладнюють підбір методу для його ефективного очищення.

Рівень очищення таких місткостей відіграє дуже важливу роль у загальній гігієні й впливає на якість готового продукту. Для якісного очищення обладнання для культивування мікроорганізмів потрібно правильно підібрати форсунки.

Перевагою обертових форсунок є менша витрата води, проте вони гірше зарекомендували себе у стерильних зонах. Тому в біотехнології превалюють фіксовані статичні CIP-кулі. Завдяки відсутності обертових деталей ці головки для миття можна виготовляти повністю з корозійностійкої сталі. Це мінімізує кількість спрацьованих деталей, завдяки чому термін експлуатації головок значно збільшується порівняно з обертовими системами. Крім того, незначні зміни тиску рідини, яка подається, неістотно впливають на продуктивність розбризкувальних кульових головок. На відміну від обертових систем статичні кулі розбризкують рідину безперервно по всій поверхні, що скорочує необхідну тривалість очищення. Найчастіше головки для миття монтують у верхній частині або в кришці реактора. Завдяки цьому розбризкування здійснюється виключно зверху. У разі використання статичних куль такі важливі для біотехнології додаткові частини, як відбійники, внутрішні теплообмінники або вертикальні вали з лопатевими

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	6
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

або пропелерними мішалками можуть призводити до утворення "тіньових" зон. Це означає, що під час очищення на деякі внутрішні зони реактора не розбризкується очищувальна речовина, оскільки потік відбивається. Такі зони вважають важкими для очищення. Раніше затінення обходили, заповнюючи резервуар (частково або повністю) відповідним розчином. Часто для отримання задовільних результатів також було потрібне нагрівання. Це не тільки знижувало безпеку експлуатації, а й не було виправдано екологічно (і часто також економічно) через високі витрати води і засобу для миття.

Сучасною альтернативою цьому підходу для уникнення затінення є CIP-клапани, які використовують переважно в асептичних системах. Ці клапани змонтовані нерухомо і найчастіше використовуються в комбінації зі статичними розбризкувальними кулями. Залежно від розміру і геометрії ферментера і внутрішнього оснащення, в нижній частині та/або днищі місткості монтують один CIP-клапан. Це дає змогу очищувати місткість знизу (рис. 4.4). Однією з компаній, які розробляють CIP-клапани, є компанія Bioengineering. Її працівники створили CIP-клапан, що монтується безпосередньо в резервуар ферментера. Його плоский або конусоподібний розпилювач очищує сильним водяним струменем мішалки, які обертаються, та інші пристрої як знизу, так і з боків.

Зазвичай під час очищення мішалка обертається. Це обертання спричинює додатковий очищувальний ефект, оскільки на очищувальну речовину діє відцентрова сила лопатей мішалки, в результаті чого реагент відкидається на інші зони місткості. CIP-клапани приводяться в дію пневматикою, за допомогою якої можна здійснювати як ручне, так і зовнішнє керування.

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	7
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Отже, вони інтегруються в повністю автоматизовані процеси СІР. Мертвий простір у СІР-клапанах може збільшувати небезпеку забруднення. Разом з недостатнім промиванням під час процесу СІР ці мертві зони становлять високий ризик, особливо у фармацевтичних системах. Тому контролюючі органи не допускають використання СІР-клапанів з мертвим простором. Щоб запобігти утворенню мертвого простору і одночасно зберегти ефективність очищення, СІР-клапан Bioengineering вставляють у внутрішню частину місткості тільки під час очищення. У процесі культивування він герметично закупорюється, завдяки чому виконуються всі вимоги для валідованої експлуатації. Крім того, СІР-клапан у нормальному положенні закритий, тому потребує використання повітря, яке ним керує, тільки під час процесу СІР. Клапан закривається за допомогою пружини, тому збій в подачі цього повітря не може вплинути на ферментацію.

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	8
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

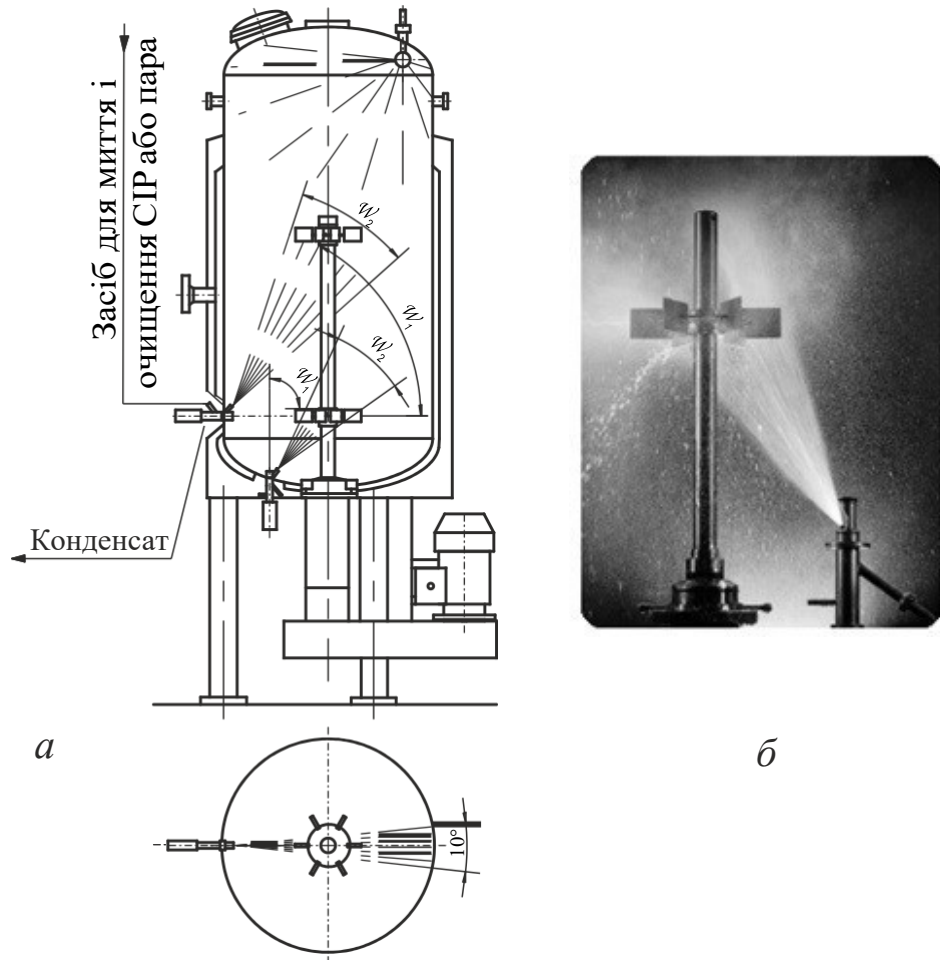


Рис. 4.4. Очищення біореакторів:

a — розміщення форсунок у місткості; *б* — СІР-клапан, розроблений компанією Bioengineering

					<i>Будова та принцип роботи модернізованого</i>	9
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

5.1 Основні вимоги до матеріалу

Специфічні умови харчових виробництв: корозійно-активні харчові середовища, миючі засоби, дезінфікуючі розчини, підвищена температура, висока швидкість протікання робочих середовищ і т.д. визначають особливі вимоги до вибору матеріалів при розробленні технологічного обладнання.

Однією з основних вимог до матеріалів, що використовуються, є їх висока корозійна стійкість. Також ці матеріали не повинні руйнуватися під дією органічних середовищ.

При виборі конструкційного матеріалу, що контактує з середовищем, необхідно враховувати його токсичність, а також дозвіл органів охорони здоров'я на його застосування при безпосередньому контакті з середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при тривалій дії на матеріал реальних мікробіологічних середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини та економічну доцільність.

Як висновок можна сказати, що термін роботи апарата визначатиметься головним чином властивостями підібраних матеріалів та їх зносостійкістю. Саме тому одним із основних напрямів збільшення строку експлуатації та надійності роботи апарата є правильний вибір матеріалів.

До ферментаторів встановлюють високі вимоги по відношенню до їх герметичності. Апарати виготовляють за вимогами Держгіртехнагляду.

					<i>180235.ДП.44.С5.ПЗ</i>		
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			<i>Архів</i>
<i>Розроблв</i>	<i>Бовкиш А.О</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О</i>					<i>1</i>	<i>2</i>
					<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>		
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М</i>				<i>НУХТ ОХ-4-10ск</i>		

Вплив вологи на зварні шви при гідравлічному випробуванні не допускається, так як це може призвести до потрапляння інфекції в культуральне середовище.

Також необхідно забезпечити щільність сальника валу ферментатора, люків, прокладок і фланцевих з'єднань. Апарат виготовляють із корозійностійкої сталі марки 12X18H10T.

5.2 Основні характеристики сталі 12X18H10T

12X18H10T є високовуглецевою стійкою до корозії, немагнітною, титановмістною сталлю. Група аустеніту. Відноситься до складнолегованих сплавів. За рахунок наявності в складі сплаву хрому і нікелю, цю сталь ще називають стабілізованою хромонікелевою сталлю. На сьогоднішній день вона є найбільш використовуваною і поширеною сталлю з усіх марок нержавіючих сталей. Головні переваги сталі 12X18H10T – висока міцність, твердість, ударна в'язкість.

					<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		2

6. Розрахункова частина

Загальний об'єм ферментатора $V_{\text{заг}} = 63 \text{ м}^3$

Об'ємна маса $\rho = 1040 \text{ кг/м}^3$

Динамічна в'язкість $\mu = 0,005 \text{ Па} \cdot \text{с}$

Теплоємність $c = 4040 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{град})}$

Коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,516 \frac{\text{ккал}}{(\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{град})}$

Робочий тиск при стерилізації паром 0,4 МПа

Коефіцієнт заповнення $\phi = 0,7$

Робочий об'єм апарата:

$$V_p = V_{\text{заг}} \cdot \phi = 63 \cdot 0,7 = 44,1 \text{ м}^3$$

Визначимо геометричні розміри ферментатора:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_1 = V_{\text{заг}}$$

$$h = \frac{3}{2} \cdot d \quad h_1 = \frac{1}{4} \cdot d$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{3}{2} \cdot d + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot d = V_{\text{заг}}$$

$$\frac{3 \cdot \pi \cdot d^3}{8} + \frac{\pi \cdot d^3}{8} = 63$$

					180235.ДП.44.С6.ПЗ				
		№		Підпис		Дата			
Розробив		Боджиш А.О						Архів	
Керівник		Чепелюк О.О						1 10	
								НУХТ	
Зав.каф		Гавва О.М						ОХ-4-10ск	
Розрахункова частина									

$$3 \cdot \pi \cdot d^3 + \pi \cdot d^3 = 504$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{126}{3,14}} = 3,39 \text{ м}$$

Внутрішній діаметр апарата приймаємо $D_{\text{вн}}=3400\text{мм}$

Внутрішній діаметр еліптичного днища $D_{\text{вн}}=3400\text{мм}$; висота еліптичної частини $h_{\text{е}}=850\text{мм}$. висота відбортовки $h=60\text{мм}$, Об'єм днища $V_{\text{дн}}=5,66\text{м}^3$; товщина стінки днища $S=8\text{мм}$.

Згідно ГОСТ 6533-53 приймаємо співвідношення:

$$h_{\text{в}} = 0,25 \cdot D_{\text{вн}} = 0,25 \cdot 3400 = 850\text{мм}$$

$$h \geq 2 \cdot 8$$

$$850 \geq 16$$

Повний об'єм ферментатора:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ц}} + 2 \cdot V_{\text{дн}} = 63\text{м}^3$$

де $V_{\text{дн}}$ - об'єм еліптичних днищ; $V_{\text{дн}} = 5,66 \text{ м}^3$

Висота циліндричної частини ферментатора:

$$H_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{заг}} - 2 \cdot V_{\text{дн}}}{F} = \frac{63 - 2 \cdot 5,66}{9} = 5,7\text{м}$$

де F – площа ферментатора по внутрішньому діаметру

$$F = 0,785 \cdot D_{\text{вн}}^2 = 0,785 \cdot 3,4^2 = 9\text{м}^2$$

Загальна висота ферментатора:

					<i>Розрахункова частина</i>	2
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$H_{\text{заг}} = H_{\text{ц}} + 2 \cdot (h_{\text{в}} + h) = 5,7 + 2 \cdot (0,85 + 0,06) = 7,52\text{м}$$

Розрахунок ферментатора на міцність

Після кожного циклу вирощування культури ферментатор миють і стерилізують відкритим паром під надлишковим тиском $p=0,4\text{МПа}$ ($t_{\text{нас}} = 142,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Матеріал ферментатора 12Х18Н10Т.

Визначимо товщину стінки S циліндричної обічайки:

$$S_{\text{ц}} = \frac{p \cdot D_{\text{вн}}}{2 \cdot \varphi \cdot \sigma_{\text{доп}} - p} + C = \frac{0,4 \cdot 3,4}{2 \cdot 0,9 \cdot 184 - 0,4} + 0,003 = 7,11\text{мм}$$

приймаємо $S_{\text{ц}} = 8\text{мм}$.

Гідравлічне випробування ферментатора згідно норм повинно виконуватись під тиском:

$$p_r = p + 2 = 4 + 2 = 6 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \text{ або } p_r = 6 \cdot 0,0981 = 0,5886 \text{ МПа}$$

До тиску додається гідростатичний тиск стовпця рідини, що знаходиться в апараті при випробуванні.

Гідравлічний тиск, при висоті стовпця рідини $H_{\text{ж}} = 6,2\text{ м}$.

$$p_u = p_r + p_{\text{ж}} = 6 + 0,62 = 6,62 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \text{ або } p_u = 6,62 \cdot 0,0981 = 0,649 \text{ МПа}$$

Гідростатичний тиск стовпця рідини:

$$p_{\text{ж}} = 0,1 \cdot H_{\text{ж}} = 0,1 \cdot 6,2 = 0,62 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} = 0,061 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження матеріалу при гідравлічному випробуванні посудини повинно задовольняти умову:

$$\sigma = \frac{[3,4 + (0,01 - 0,003)] \cdot 0,649}{2 \cdot (0,01 - 0,003) \cdot 0,9} = 35,53\text{МПа},$$

					<i>Розрахункова частина</i>	3
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

що менше 184,1 МПа > 35,53 МПа

З цього виходить, що міцність стінки ферментатора при гідравлічному випробуванні не порушується.

Визначимо товщину стінки еліптичних днищ:

$$S_{ц} = \frac{3,4 \cdot 0,4}{4 \cdot 0,88 \cdot 184 \cdot 1 - 0,4} \cdot \frac{3,4}{2 \cdot 0,85} + 0,003 = 0,0072\text{м} = 7,2\text{мм}$$

Приймаємо товщину стінки днища 8 мм.

Безрозмірний коефіцієнт, який враховує послаблення днища отвором найбільшого діаметра:

$$K = 1 - \frac{d}{D_{вн}} = 1 - \frac{400}{3400} = 0,88$$

де d – діаметр лаза в днищі; d=400мм.

Максимально допустимий діаметр неукріпленого отвору в циліндричній частині не повинен перевищувати розмірів:

$$d_{ц} = 8,1 \cdot \sqrt[3]{D_{вн} \cdot (S_{ц} - C_{ц}) \cdot (1 - K)} = 8,1 \cdot \sqrt[3]{3400 \cdot (8 - 3) \cdot (1 - 0,6)}$$

$$= 153,4 \text{ мм.}$$

K=0,6

де $S_{ц}$ - надбавка до розрахункової стінки апарата; $C_{ц}$ =3мм.

в циліндричному корпусі розрахункового апарата всі отвори мають діаметр менший 153,4 мм; З цього можемо зробити висновок, що такий діаметр отвору можна і не укріплювати. Визначимо найбільший допустимий діаметр не укріплюваних отворів в днищах:

					<i>Розрахункова частина</i>	
Змн	Лист	№ докум	Підпис	Дата		4

$$d_{\text{вн}} = 0,95 \cdot D_{\text{вн}}(1 - K_1) = 0,95 \cdot 3400 \cdot (1 - 0,6) = 1292 \text{ мм.}$$

$$K_1 = 0,6$$

Розрахунок корпусу ферментатора на зовнішній тиск

Для відводу тепла, що виділяється культурою при розвитку мікроорганізмів, в сорочку подають воду під тиском 0,0981 МПа. Зробимо перевірений розрахунок корпусу ферментатора на витримку проти деформацій.

Робочий тиск води в сорочці $p = 0,0981$ МПа повинен бути менший критичного тиску $p_{\text{кр}}$ при якому циліндрична форма посудини стає не стійкою і деформується. Запас стійкості форми посудини для вертикальних циліндрів приймаємо 4-ох кратним. При робочому надлишковому тиску в сорочці $0,0981 \cdot p_{\text{кр}} = 0,0981 \cdot 4 = 0,392$.

Товщина стінки посудини, що піддається зовнішньому тиску:

$$S = r \cdot \sqrt[3]{\frac{p_{\text{кр}} \cdot 4 \cdot (1 - \mu^2)}{E}} = 1708 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,392 \cdot 4 \cdot (1 - 0,3^2)}{2100000}} = 1,5 \text{ мм.}$$

де r – середній радіус циліндра; $r = \frac{D_{\text{вн}} + 2S}{2} = \frac{3416}{2} = 1708 \text{ мм;}$

$\mu = 0,3$ - коефіцієнт Пуассона

$E = 2,1$ МПа - модуль пружності сталі.

Таким чином, прийнята товщина стінки $S = 8$ мм забезпечить стійкість форми.

Розрахунок зовнішньої стінки сорочки ферментатора

Визначимо товщину сорочки ферментатора:

					<i>Розрахункова частина</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		
						5

$$S = \frac{pD}{2 \cdot \sigma_{\text{доп}} \cdot \varphi - p} + C = \frac{0,0981 \cdot 3600}{2 \cdot 0,9 \cdot 168 - 0,0981} + 3 = 4,16 \text{ мм}$$

де D – внутрішній діаметр сорочки; D=3600мм.

Приймаємо 6 мм.

Розрахунок механічної мішалки ферментатора

Для перемішування середовищ в ферментаторах рекомендують використовувати турбінні мішалки. Діаметр турбінної мішалки згідно нормалі $d_M = 0,3 \cdot D_{\text{вн}} = 0,3 \cdot 3400 = 1020 \text{ мм}$. Приймемо $d_M = 1020 \text{ мм}$. Для більш ефективного перемішування приймаємо шестилопатеvu турбінну мішалку з діаметром $d_M = 1020 \text{ мм}$.

Для перемішування середовища в'язкістю $\mu = 0,005 \text{ Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$ з рекомендованою коловою швидкістю мішалки $\omega = 7 \text{ М} / \text{с}$.

Число обертів мішалки:

$$n = \frac{\omega}{\pi \cdot d_M} = \frac{7}{3,14 \cdot 1,02} = 2,18 \text{ об} / \text{с}$$

Приймаємо $n = 3 \text{ об} / \text{с} = 180 \text{ об} / \text{хв}$

Потужність, яку використовує одна мішалка на перемішування середовища без урахування впливу додаткових пристроїв.

$$N_M = K_N \cdot \rho_c \cdot n^3 \cdot d_M^5 = 1,007 \cdot 1040 \cdot 3^3 \cdot 1,02^5 = 31,2 \text{ кВт}$$

де $\rho_c = 1040 \text{ кг} / \text{м}^3$ - щільність середовища;

n і d_M - число обертів і діаметр мішалки.

					<i>Розрахункова частина</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		
						6

Критерій потужності K_n залежить інтенсивності перемішування, що характеризується від центробіжного критерієм Рейнольда: $K_n = f(Re_{\text{ц}})$.

Центробіжний критерій Рейнольда:

$$Re_{\text{ц}} = \frac{\rho_c \cdot n \cdot d_M^2}{\mu_c} = \frac{1040 \cdot 3 \cdot 1,02}{0,005} = 636480$$

З графіку нормалі запишемо:

$$K_N \left(\frac{g}{n^2 \cdot d_M} \right)^m = 1$$

$$K_N = \frac{1}{\left(\frac{g}{n^2 \cdot d_M} \right)^m} = \frac{1}{\left(\frac{9,81}{3^2 \cdot 1,02} \right)^{-0,12}} = 1,007$$

Визначимо показник m :

$$m = \frac{a - \lg Re_{\text{ц}}}{b} = \frac{1 - \lg 636480}{40} = -0,12$$

де коефіцієнти $a=1$ і $b=40$.

Розрахункова потужність на валу мішалки:

$$N_p = K_1 \cdot K_2 (\Sigma K + 1) N_M = 1,47 \cdot 1,1 \cdot (2,15 + 1) \cdot 31,2 = 158,9 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення апарату переміщуваного середовища:

$$K_1 = \frac{H_{\text{ж}}}{D_{\text{вн}}} = \frac{5}{3,4} = 1,47$$

					<i>Розрахункова частина</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

де $H_{ж}$ - висота шару рідини, що перемішується, для турбінних мішалок $H_{ж}=0,75H_{АП}=0,75 \cdot 7,52=5,4$ м. ($H_{АП}=7,52$ м - висота апарата).

Для запобігання викиду піни приймаємо $H_{ж}=5$ м.

Коефіцієнт який враховує збільшення потужності, що використовується в результаті підвищення опору середовища в процесі розвитку культури мікроорганізмів $K_2=1,1$.

Суму коефіцієнтів ΣK , що враховують збільшення потужності яка використовується, спричинене допоміжними пристроями, які знаходяться в середині апарату приймаємо з табл.

$$\Sigma K = 1,5 + 0,35 + 0,2 + 0,1 = 2,15$$

Визначимо потужність яка необхідна на подолання тертя в сальнику вала:

$$N_c = 2n \cdot d_v^2 \cdot S \cdot p \cdot (e^{0,1 \cdot S_c \frac{h_c}{d_v}} - 1)$$

$$= 2 \cdot 3 \cdot 0,8^2 \cdot 0,012 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot (e^{0,1 \cdot \frac{0,098}{0,014}} - 1) = 18,6 \text{ кВт}$$

де n і d_v - число обертів і діаметр вала: $n=3$ об/с та $d_v=0,085$ м;

S_c - товщина набивки сальника: $S_c=0,014$ м;

p – робочий тиск повітря в апараті над рівнем рідини: $p=0,4$ МПа;

h_c - висота набивки сальника: $h_c = (6 - 7)S_c$

Діаметр привідного валу мішалки визначимо виходячи з умови міцності на кручення:

					<i>Розрахункова частина</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		
						8

$$d_B = 1,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{\tau_{доп}}} + C = 1,71 \cdot \sqrt[3]{\frac{8633,5}{66,2 \cdot 10^6}} + 0,002 = 0,085 \text{ м}$$

де C - прибавка на корозію, ерозію і зношення: $C = 2 \text{ мм}$;

$\tau'_{доп}$ - допустиме напруження на кручення для матеріалу вала: $\tau'_{доп} = 66,2$;

Крутний момент на валу мішалки:

$$M_{кр} = 0,163 \cdot \frac{N_p}{n} = 0,163 \cdot \frac{158900}{3} = 8633,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де N_p - розрахункова потужність на валу, що передається: $N_p = 158,9 \text{ кВт}$.

Для забезпечення жорсткості приймаємо $d_B = 85 \text{ мм}$. Частина вала яка розташована вище нижньої турбінки матиме діаметр $d'_B = 90 \text{ мм}$; частина вала, що розташована вище верхньої турбінки: $d''_B = 95 \text{ мм}$. при виході через сальник.

Матеріал вала приймаємо 12Х18Н10Т для цього матеріалу допустиме напруження $\sigma_{доп} = 184 \text{ МПа}$

Допустиме напруження на кручення:

$$\tau_{доп} = 0,6 \cdot \sigma_{доп} = 0,6 \cdot 184 = 110,4 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження для вала перемішувального пристрою:

$$\tau'_{доп} = 0,6 \cdot \tau_{доп} = 0,6 \cdot 110,4 = 66,2 \text{ МПа}$$

Товщина сальникової набивки:

$$S_c = 0,044 \sqrt{d''_B} = 0,044 \sqrt{0,095} = 0,0136 = 14 \text{ мм}$$

де $d''_B = 95 \text{ мм}$ - діаметр вала.

					<i>Розрахункова частина</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		9

Розрахункову силу з якою повинна бути стиснена набивка сальника:

$$P'_c = \pi \cdot (d''_B + S_c) S_c \cdot \rho \cdot e^{0,04 \frac{h_c}{S_c}}$$

$$= 3,14 \cdot (0,095 + 0,014) \cdot 0,014 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot e^{\frac{0,04 \cdot 0,098}{0,014}} = 2535,9 \text{ Н}$$

де ρ - допустимий тиск в апараті при стерилізації: $\rho=0,4$ МПа.

Остаточна необхідна потужність привідного електродвигуна мішалки:

$$N_{\text{заг}} = 1,15 \cdot \frac{(N_p + N_c)}{\eta} = 1,15 \cdot \frac{(158,9 + 18,6)}{0,95} = 214,8 \text{ кВт.}$$

де η - ККД редуктора привода: $\eta=0,95$.

					<i>Розрахункова частина</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		10

7. Технологія машинобудування

Опис, аналіз технологічності конструкції, та характеристика матеріалу.

Фланець відноситься до деталей класу тип обертання. Він виготовляється із матеріалу Ст 3 за ГОСТ 14637-89, масою $m=2,5$ кг та габаритними розмірами $\varnothing 205 \times 14$ мм. Деталь “Фланець” являє собою циліндричну поверхню, обмежену торцевими поверхнями. Найвищі

Номер операції переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
10	Заготівельна	
20	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, центри
20.1	Торцювати пов.2 начорно на 1,5 мм	Токарно – гвинторізний верстат 16К20. 3-х кулачковий патрон. Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi = 45$, $\varphi 1 = 90$, $\beta = 45$. ШЦ1.
20.2	Торцювати пов.2 начисто на 0,5 мм	Токарно – гвинторізний верстат 16К20. 3-х кулачковий патрон. Різець прохідний відігнутий правий Т15К6, $\varphi = 45$, $\varphi 1 = 90$, $\beta = 45$. ШЦ1.
20.3	Вирізати отвір $\varnothing 108$ мм, на довжину 16мм	Токарно – гвинторізний верстат 16К20. 3-х кулачковий патрон. Різець відрізний. ШЦ1.

					<i>180235.ДП.44.С7.ПЗ</i>			
Змн.	№	Підпис	Дата					
Розроблв	Бодкиш А.О			Технологія машинобудування			Лист	Аркшлв
Керівник	Чепелюк О.О						1	16
				ІУХТ ОХ-4-10ск				
Зав.каф	Гавва О.М							

20.4	Розточити отвір Ø108 на L-1,5 начорно. Розточити Ø108 на L-0,5 начисто.	Токарно – гвинторізний верстат 16K20. 3-х кулачковий патрон. Різець розточний для наскрізних отворів , $\varphi = 45^\circ$, T15K6. ШЦ1.
30	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16K20
30.1	Точити пов.3 на глибину 2 мм.	Токарно – гвинторізний верстат 16K20. 3-х кулачковий патрон. Різець прохідний упорний правий $b \times h \times l = 16 \times 25 \times 140$ мм , $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$ T15K6. ШЦ1.
30.2	Торцювати пов.4 начорно на глибину 1,5 мм.	Токарно – гвинторізний верстат 16K20. 3-х кулачковий патрон. Різець прохідний відігнутий правий T15K6, $\varphi = 45$, $\varphi_1 = 90$, $\beta = 45$. ШЦ1.
30.3	Торцювати пов.4 начисто на глибину 0,5 мм.	Токарно – гвинторізний верстат 16K20. 3-х кулачковий патрон. Різець прохідний відігнутий правий T15K6, $\varphi = 45$, $\varphi_1 = 90$, $\beta = 45$. ШЦ1.
30.4	Торцювати пов.5 на глибину 3 мм.	Токарно – гвинторізний верстат 16K20. 3-х кулачковий патрон. Різець прохідний відігнутий правий T15K6, $\varphi = 45$, $\varphi_1 = 90$, $\beta = 45$. ШЦ1.
40	Вертикально-свердлильна	Вертикально- свердлильний верстат моделі 2Н135
40.1	Свердлити 4 отворів Ø16 наскрізь, пов.6	Свердло Ø16 , Р6М5

Визначення поопераційний режимів різання і норм часу.

1. Операція № 020, токарна.

Розрахунок режимів різання для точіння поверхні 1 перехід 020.1

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = Z = 1,5 = 1,5 \text{ мм.}$$

2. За таблицею визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0,6...1,0). Звіряючись з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо подачу $S_B = 0,8$ мм/об.

3. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{340}{90^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,62 = 89,17 \text{ м/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$. T – середня стійкість різця.

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для Ст3.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,97 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,62;$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{380}\right)^1 = 1,97;$$

де K_r – коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$;

n_v – показник степені, що враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 0,35$.

5. Розраховуємо частоту обертання шпинделя верстата.

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 89,17}{3,14 \cdot 209} = 135,87 \text{ хв}^{-1};$$

$D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

					<i>Технологія машинобудування</i>	3
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

6. Кількість обертів n_p підганяється до паспортних даних верстата. Із таблиці обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_B=125 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p розраховуємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D_{\text{зар}} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 209 \cdot 125}{1000} = 82,03 \text{ м/хв.}$$

8. Основний час першого переходу розраховується за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S} = \frac{211}{125 \cdot 0,8} = 2,11 \text{ хв.}$$

Розраховуємо довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0=209$ мм;

l_1 – шлях підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1=2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу. $l_2=0$ мм; $l_3=0$ мм;

$$L=209+2+0+0=211 \text{ мм.}$$

9. Розраховуємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,24 + 0,12 + 0,11 + 0,13 = 0,6 \text{ хв ,}$$

де $t_{\text{вст}}=24$ хв – встановлення деталі та затиск;

$t_{\text{пер}}=0,12$ хв – це час, пов'язаний з переходом з установленням різця установленим на розмір та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}}=0,06+0,05=0,11$ хв – це час, який необхідний для зміни режиму роботи верстата, та на переустановку різального інструмента;

$t_{\text{к}}=0,13$ хв – це час на контрольні вимірювання оброблюваної поверхні.

Призначення режимів різання для підрізання торця поверхні 2
перехід 020.2

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Технологія машинобудування	
						4

1. Глибина різання розраховується за формулою:

$$t = Z = 0,5 = 0,5 \text{ мм.}$$

2. За даними з таблиці визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0,6...1,0). Звіряючись з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_b = 0,8 \text{ мм/об}$.

3. Швидкість різання розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_b^y} \cdot K_v = \frac{340}{90^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,62 = 106,22 \text{ м/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – середнє значення періоду стійкості різця.

4. Розраховуємо поправочний коефіцієнт для Ст3

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,97 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,62;$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{380}\right)^1 = 1,97;$$

де K_r – коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$;

n_v – показник степені, що враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту $K_{UV} = 0,35$.

5. Розраховуємо частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 106,22}{3,14 \cdot 209} = 161,8 \text{ хв}^{-1};$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

6. Розрахована кількість обертів n_p підганяється до паспортних даних верстата. Із таблиці обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_b = 125 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p розраховуємо фактичну швидкість різання:

					<i>Технологія машинобудування</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		5

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{зар}} n_{\text{в}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 209 \cdot 125}{1000} = 82,03 \text{ м/хв.}$$

8. Основний час першого переходу розраховується за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_{\text{в}} S} = \frac{211}{125 \cdot 0,8} = 2,11 \text{ хв.}$$

Розраховуємо довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0=209$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі що обробляється, $l_1=2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу. $l_2=0$ мм; $l_3=0$ мм;

$$L=209+2+0+0=211 \text{ мм.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу розраховується за формулою:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,12 + 0,11 + 0,13 = 0,36 \text{ хв ,}$$

де $t_{\text{вст}}=0$ хв – так як деталь уже встановлена і затиснена ;

$t_{\text{пер}}=0,12$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця установленим на розмір та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}}=0,06+0,05=0,11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента;

$t_{\text{к}}=0,13$ хв – час на контрольні вимірювання оброблюваної поверхні.

2. Операція № 030, токарна.

Призначення режимів різання для точіння поверхні 3 перехід 030.1

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{z}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм.}$$

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата	<i>Технологія машинобудування</i>	
						6

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0,6...1,2). Погодивши з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_b = 0,7$ мм/об.

3. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_b^y} \cdot K_v = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 20^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,62 = 89,46 \text{ м/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$. T – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців зі швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою).

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для Ст3

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,97 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,62;$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{380}\right)^1 = 1,97;$$

де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r=1$;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v=1$;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV}=0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV}=0,35$.

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 89,46}{3,14 \cdot 209} = 136,3 \text{ хв}^{-1};$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_p=100 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання :

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 209 \cdot 100}{1000} = 67,2 \text{ м/хв.}$$

8. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_p S} = \frac{15}{100 \cdot 0,7} = 0,21 \text{ хв.}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0=13$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1=2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2=0$ мм; $l_3=0$ мм;

$$L=13+2+0+0=15 \text{ мм.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,24 + 0,12 + 0,11 + 0,13 = 0,6 \text{ хв ,}$$

де $t_{\text{вст}}=0,24$ хв час на встановлення деталі;

$t_{\text{пер}}=0,12$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця установленим на розмір та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}}=0,06+0,05=0,11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента;

$t_{\text{к}}=0,13$ хв – час на контрольні вимірювання оброблюваної поверхні.

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Технологія машінбудування	
						8

Призначення режимів різання для підрізання торця поверхні 2 перехід 030.2

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = Z = 1,5 = 1,5 \text{ мм.}$$

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0,6...1,0). Погодивши з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_b = 0,8$ мм/об.

3. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{340}{90^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,62 = 89,17 \text{ м/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$.Т–середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців зі швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою).

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для Ст3

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,97 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,62;$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{380}\right)^1 = 1,97;$$

де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r=1$;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v=1$;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV}=0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV}=0,35$.

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{зар}}} = \frac{1000 \cdot 89,17}{3,14 \cdot 205} = 135,8 \text{ хв}^{-1};$$

					Технологія машинобудування	9
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_B = 125 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання :

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 205 \cdot 125}{1000} = 82,03 \text{ мм/хв.}$$

8. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S} = \frac{207}{125 \cdot 0,8} = 2,07 \text{ хв.}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0 = 205$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1 = 2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$ мм; $l_3 = 0$ мм;

$$L = 205 + 2 + 0 + 0 = 207 \text{ мм.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,12 + 0,11 + 0,13 = 0,36 \text{ хв ,}$$

де $t_{\text{вст}} = 0$ хв – оскільки деталь уже встановлена і затиснена ;

$t_{\text{пер}} = 0,12$ хв – час, який витрачається на перехід;

$t_{\text{зм}} = 0,06 + 0,05 = 0,11$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0,13$ хв – час що витрачається на контрольні вимірювання поверхні.

Призначення режимів різання для підрізання торця поверхні 2 перехід 030.3

1. Глибина різання розраховується за формулою:

$$t = Z = 0,5 = 0,5 \text{ мм.}$$

					<i>Технологія машинобудування</i>	10
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. За таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в проміжках (0,6...1,0). Згідно з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0,8$ мм/об.

3. Швидкість різання розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{340}{90^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,62 = 106,07 \text{ мм/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$. T – середнє зачення періоду стійкості різця

4. Розраховуємо поправочний коефіцієнт для Ст3

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,97 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,62;$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750^{n_v}}{\sigma_B}\right) = 1 \cdot \left(\frac{750^1}{380}\right) = 1,97;$$

де K_r – коефіцієнт, що враховує групу сталі при оброблюваності, $K_r = 1$;

n_v – показник степені, що враховує групу сталі при оброблюваності, $n_v = 1$;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки на швидкість обробки, $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість обробки, $K_{UV} = 0,35$.

5. Розраховуємо частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 106,07}{3,14 \cdot 205} = 164,7 \text{ хв}^{-1};$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

6. Розрахункова кількість обертів n_p підганяється за паспортними даними верстата. З таблиці обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_B = 125 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p розраховуємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 211 \cdot 125}{1000} = 82,81 \text{ м/хв.}$$

8. Основний час першого переходу розраховується за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S} = \frac{216}{125 \cdot 0,8} = 2,16 \text{ хв.}$$

Розраховуємо довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0=205$ мм;

l_1 – шлях підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі що обробляється, $l_1=2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2=0$ мм; $l_3=0$ мм;

$$L=205+2+0+0=207 \text{ мм.}$$

9. Розраховуємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,12 + 0,11 + 0,13 = 0,36 \text{ хв ,}$$

де $t_{\text{вст}} = 0$ хв – так як деталь уже встановлена і затиснена ;

$t_{\text{пер}} = 0,12$ хв – час, який витрачається на перехід та установку різця;

$t_{\text{зм}} = 0,05 + 0,06 = 0,11$ хв – це час необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на заміну інструмента;

$t_{\text{к}} = 0,13$ хв – це час на контрольні вимірювання поверхні.

Призначення режимів різання для підрізання торця поверхні 2 перехід 030.4

1. Глибина різання розраховується за формулою:

$$t = Z = 3 = 3 \text{ мм.}$$

2. За таблицями визначаємо подачу, що знаходиться в інтервалі (0,6...1,0). Згідно з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0,8$ мм/об.

					<i>Технологія машинобудування</i>	12
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3. Швидкість різання розраховується за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{340}{90^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,62 = 81,71 \text{ мм/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$. T – середнє значення періоду стійкості.

4. Розраховуємо поправочний коефіцієнт для Ст3

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,97 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,62;$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750^{n_v}}{\sigma_B}\right) = 1 \cdot \left(\frac{750^1}{380}\right) = 1,97;$$

де K_r – коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$;

n_v – показник степені, що враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$;

K_{PV} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 0,35$.

5. Розраховуємо частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 81,71}{3,14 \cdot 153} = 170,08 \text{ хв}^{-1};$$

де $D_{\text{заг}}$ – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

6. Розрахункова кількість обертів n_p редагується за паспортними даними верстата. З таблиці обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_B = 125 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятним значенням n_p розраховуємо фактичну швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 153 \cdot 125}{1000} = 60,05 \text{ мм/хв.}$$

8. Основний час першого переходу розраховується за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_B S_B} = \frac{155}{125 \cdot 0,8} = 1,55 \text{ хв.}$$

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата	<i>Технологія машинобудування</i>	
						13

Розраховуємо довжину різання поверхні за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0=153$ мм

l_1 – шлях підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі що обробляється, $l_1=2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2=0$ мм; $l_3=0$ мм;

$$L=153+2+0+0=155 \text{ мм.}$$

9. Розраховуємо допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,12 + 0,11 + 0,13 = 0,36 \text{ хв ,}$$

де $t_{\text{вст}}=0$ хв – так як деталь уже встановлена і затиснена ;

$t_{\text{пер}}=0,12$ хв – це час, що пов'язаний з переходом;

$t_{\text{зм}}=0,06+0,05=0,11$ хв – це час, який необхідний для зміни режимів

роботи верстата, та на заміну ріжучого інструменту;

$t_{\text{к}}=0,13$ хв – це час на контрольні вимірювання поверхні.

3.Операція № 030 вертикально-свердлильна.

Призначення режимів різання для свердління

1. Розраховуємо глибину різання:

$$t = \frac{D_{\text{св}}}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ мм;}$$

де $D_{\text{св}}$ – діаметр свердла.

2. З таблиці вибираємо подачу залежно від найменшого діаметру отвору та міцностних характеристик заготовки матеріалу. При свердлінні деталей з $\sigma_B \leq 800$ МПа вибираємо подачу $S=0,16\dots 0,2$ мм/об.

З паспортних даних вертикально-свердлильного верстату моделі 2Н135 приймаємо подачу $S_B = 0,2$ мм/об.

3. Середня стійкість свердла: $T=45$ хв.

4. Швидкість різання при свердлінні розраховується за формулою:

$$V_p = \frac{C_v d_{\text{св}}^q}{T^m S^b} K_V \cdot K_{3V} = \frac{7 \cdot 16^{0,2}}{45^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,35 \cdot 0,75 = 18 \text{ мм/хв;}$$

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Технологія машинобудування	
						14

де коефіцієнти $C_v=7$; $q=0,2$; $y=0,7$; $m=0,2$ вибираємо із таблиці.

$T = 45$ – середнє значення періоду стійкості свердла .

5. Розраховуємо поправочний коефіцієнт для СтЗ

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,35;$$

K_{MV} – це коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{480} \right)^{0,9} = 1,5;$$

K_r – це коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності

$$K_r = 1;$$

n_v – це показник степені, що враховує групу сталі по оброблюваності

$$n_v = 0,9;$$

K_{PV} – це коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – це коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання $K_{UV} = 1$.

6. Розраховуємо частоту обертання свердла:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{св}} = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 16} = 358,2 \text{ хв}^{-1}.$$

За паспортом верстата n_p 355 хв^{-1} .

Коригуємо швидкість різання, виходячи із прийнятої частоти обертів за паспортом:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{св} \cdot n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 355}{1000} = 17,8 \text{ мм/хв.}$$

7. Основний час першого переходу (свердління отвору $\varnothing 16$) визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{S_B \cdot n_p} = \frac{21}{0,2 \cdot 355} = 0,29 \text{ хв.}$$

Розраховуємо довжину оброблення

ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		Технологія машинобудування
						15

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 = 14 + 2 + 5 = 21 \text{ мм};$$

де $l_0 = 14$ – глибина свердління, мм; $l_1 = 2 \dots 3$ – відстань для підведення інструмента до деталі з робочою подачею, мм; l_2, l_3 – врізання і перебіг свердла $l_2 + l_3 = 5$ мм.

8. Допоміжний час на виконання переходу визначається за формулою :

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{всп}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,38 + 0,18 + 0,27 = 0,83 \text{ хв};$$

де $t_{\text{всп}} = 0,38$ хв – допоміжний час на встановлення деталі по отвору на один палець при закріпленні гайкою за допомогою ключа.

$t_{\text{зм}} = 0,06 + 0,02 + 0,06 + 0,04 = 0,18$ хв – час, пов'язаний на установку та зняттям інструменту, зміною режимів роботи, включення та виключення охолодження;

$t_{\text{к}} = 0,27$ хв – час на контрольні вимірювання оброблюваної поверхні .

9. Розраховуємо оперативний час на свердління чотирьох отворів за формулою:

$$t_{\text{оп1}} = \left(\sum_{i=1}^n t_{01} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп1}} \right) \cdot i = (0,29 + 0,83) \cdot 4 = 4,48 \text{ хв};$$

де $i = 4$ – кількість отворів.

8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту

1. Монтаж та ремонт колонних апаратів з мішалками

Під колонним апаратом розуміють вертикально апарат, у якого висота значно більше його діаметру. Колонні апарати, як правило, встановлюють на відкритих площадках на різних відстанях від землі (фундаментах, залізобетонних постаментях).

Найбільш поширеним видом зношування колонних апаратів є забивання й корозія їх елементів. Ці апарати зношуються в результаті корозійного, ерозійного й термічного впливу.

Колонні апарати ремонтують при планово-попереджувальних ремонтах технологічної установки.

Підготовка до ремонту колонних апаратів полягає в наступному.

Тиск у колоні доводять до атмосферного, після чого із апарата видаляють робоче середовище, і пропарюють водяною парою, яка витісняє пари, що залишилися в колоні, і газу. В кінці колону промивають водою. У деяких випадках пропарювання й промивання чергують кілька разів.

Промивання колон сприяє більш швидкому остиганню. Якщо температура промивної води перевищує 50°C, не можливо приступити до ремонтних робіт.

					<i>180235.ДП.44.С8.ПЗ</i>		
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			<i>Архів</i>
<i>Розроблв</i>	<i>Бовкш А.О</i>						<i>1</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О</i>						<i>11</i>
					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>		
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М</i>				<i>НУХТ ОХ-4-10ск</i>		

Після промивки колону від'єднують від всіх апаратів комунікацій глухими заглушками, установлюваними у фланцевих з'єднаннях штуцерів. Установку кожної заглушки й наступне її зняття реєструють у спеціальному журналі.

Апарати з мішалкою складаються з корпусу в середині якого розташована мішалка, із сорочкою та привода.

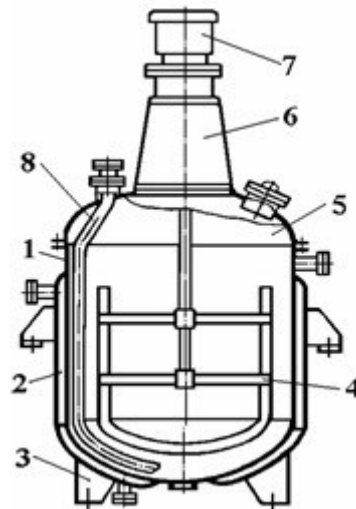


Рис.8.1 Апарат з мішалкою

1 - корпус; 2 - сорочка; 3 - опора; 4 - мішалка рамна; 5 - кришка знімна;
6 - редуктор; 7 - електродвигун; 8 - труба для передавлювання середовища

Апарати з мішалкою розбирають в наступному порядку. На фланці корпусу, кришці апарата й прокладці робляться мітки, потім знімаються болти.

Кришка піднімається за допомогою вантажопідйомного механізму й установлюється на козлах так, щоб мішалка була в підшшеному стані. Після чого розбираються привід, муфта й мішалка. Наступним кроком є чистка апарата м'якими щітками або дерев'яними шкребками й промивання гарячою водою.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	2
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Ремонт апарату розпочинається із зовнішнього огляду. Результати огляду записуються в протоколі й схемі розташування дефектів і ушкоджень. Якщо не виявлено видимих дефектів і ушкоджень здійснюється магнітний і ультразвуковий контроль.

Дефекти на корпусі й сорочці виправляються ударами кувалди по мідній підкладці. Якщо ці дефекти неможливо усунути ударами, то пошкоджені частини ремонтують зварюванням.

Технологія ремонту зварюванням полягає в наступному:

1. Ушкоджені місця, що підлягають зварюванню, обробляють шліфувальним каменем до моменту видалення всіх дефектів і надавання їхнім формам плавних переходів. При наявності наскрізних ушкоджень вони розточуються.

2. Після обробки місця піддаються магнітному й ультразвуковому контролю для виявлення дефектів. Якщо необхідно проводяться металографічні дослідження.

3. Ушкоджені ділянки заплавляються з підігріванням до 300 - 350 °С.

Наскрізні ушкодження заплавляються на підкладках. Заплавка виконується при постійному струмі.

4. Після зварювання проводиться негайна термообробка в режимі високої відпустки: нагрівання до 650 - 680 °С та витримка при такій температурі з розрахунку 7 хвилин на 1мм товщини наплавлення.

Найскладнішим є ремонт пошкоджень емалевого покриття апарата.

Ремонт емалевого покриття проводиться при невеликих ушкодженнях площею до 10 див². При ремонті на дно апарата укладають листову гуму для

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	3
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

запобігання покриття днища від можливого падіння використовуваних при ремонті предметів.

Підготовка бракованого місця до ремонту полягає у видаленні пошкодженої емалі до ґрунтувального шару або до металу з допомогою абразивних інструментів з тонкого корунду, промиванню дефекту 10% розчином соди, сушінню й наступному промиванню спиртом.

Як замазки використовуються різноманітні композиції. Замаски із силікату застосовується для кислотійких емалей і має наступний склад: діабазове борошно - 100г, кремнієфтористий натрій - 5г, рідке скло - 26 мол. Наноситься вона гумовою пластинкою при ретельному втиранні в нерівності поверхні в кілька шарів. Кожний нанесений шар висушується гарячим повітрям. Після просушки покриття двічі обробляється 50%-вою сірчаною кислотою напротязі 6 хвилин з наступним промиванням і висушуванням після кожної обробки. Силікатне покриття володіє гарним зєднування з металом і емаллю, але при всьому цьому володіє недостатньою стійкість у лужних середовищах і гарячій воді.

Бакелітова замазка складається з бакелітового лаку й наповнювача - меленого й прожареного кварцового піску, що додається до одержання густого рухливого складу. Ця замазка також наноситься у три шари з висушуванням кожного шару протягом 6 год при 40°с і 1 год при 160°с.

Найбільш поширеним і надійним способом ремонту незначних дефектів емалевого покриття це установка танталових грибоподібних пломб із ущільненням з фторопласта. Встановлення танталової пломби показане на малюнку.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	4
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

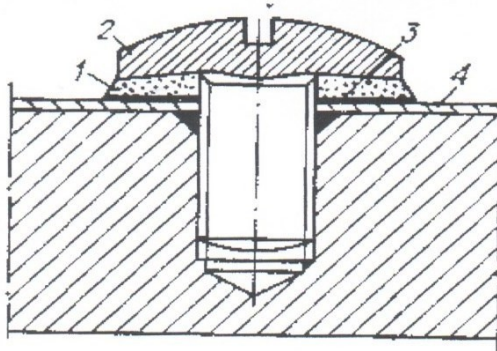


Рис. 8.2 Танталова пломба

1 - диск із фторопласта; 2 - танталовий гвинт; 3 - цемент-мастика; 4 - емаль.

Діаметр різьблення пломби М5. Діаметр головки обумовлений розміром пошкодження. При нарізуванні різьби в корпусі апарата стружка з отвору видаляється стиснутим повітрям або магнітним стрижнем. Фторопластову прокладку промащують у замазці, що служить для закріплення пломби й вирівнювання дефектів поверхні. Надлишок замазки, що виступає з-під головки пломби при її загортанні, віддаляється, після чого треба прогріти пломбу для висихання замазки.

У тих випадках, якщо стійкість танталу недостатня, застосовуються пломби-гвинти з танталу із фторопластовим покриттям. Перед загортанням гайка заповнюється замазкою. Ця конструкція пломби дозволяє ремонтувати дефекти, які мають більші розміри. При великих ділянках ушкоджень або у випадках, коли ці ушкодження розташовані в самому штуцері, ремонт здійснюється з допомогою танталових накладок, що закріплюються гвинтами.

Ремонт штуцерів апаратів з мішалкою можливий за допомогою установки титанового патрубку. Патрубок з відбортовкою вводиться із

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	5
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

внутрішньої сторони апарата й зтискується із зовнішньої сторони титановою гайкою з гумовою прокладкою. У зазор патрубка перед цим заливається епоксидна смола.

Мішалки ремонтують через зношування або поломки деталей та вузлів. Найбільш поширеним методом ремонту є зварювання, наплавлення, заміна шпонок і крипільних деталей і т.д. Якщо наплавляються поверхні, що з'єднуються з валом (маточина, пази під шпонки), то їх до складання передають на механічну обробку.

Приводи мішалок при кожному ремонті піддають ревізії: перевіряють люфти в зачепленнях і підшипниках, а також центрування редуктора та мотора. Найбільшу увагу приділяють справності системи подачі змащення. Виявлені дефекти виправляють.

Вали ремонтують після зношування посадкових місць шийок валів, шпонкових канавок, дефектів вигину вала.

Спосіб ремонту зіпсованого валу вибирають залежно від характеру й розмірів дефекту, а також технічних можливостей ремонтної бази.

Шейки валів, що мають невеликі подряпини, ризики, овальність до 0,1мм, ремонтують шліфуванням. Якщо зношування значне, шийки валів проточують і шліфують під черговий ремонтний розмір у тих випадках, коли необхідно відновити первісні розміри шийок, їх ремонтують нарощуванням металу металізацією, хромуванням, наплавленням і іншими методами.

Тріщини на валах зашпаровуються зварюванням. Для цього ділянка, охоплена тріщиною, на всю глибину обробляють під зварювання (знімають фаски, зачищають зварюються поверхні).

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	6
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Зламани вали заміняють.

Погнуті вали виправляють механічним способом у холодному стані або при нагріванні. Виправлення проводять у центрах за допомогою преса або домкрата.

Зношені шпонкові пази ремонтують:

- обробкою пазів обох деталей до наступні по стандарті більшого розміру шпонкового з'єднання (крім пазів у відповідальних деталях);

- заваркою шпонкових пазів електронаплавкою з обробкою нових в іншому місці;

- заваркою стінок зношених пазів більших розмірів з наступним фрезеруванням до стандартного розміру.

Підшипники кочення не ремонтують. При виявленні ознак зношення на бігових доріжках і тілах кочення, викрашування бортів, деформації сепаратора, іржі на робочих поверхнях підшипник заміняють.

Зубчасті колеса ремонтують наплавленням зношених зубів. При поломці зубів, зубчасте колесо заміняють.

При ремонті апаратів з мішалками особливу увагу приділяють ущільненню для запобігання витоків середовища в місці виходу вала із кришки апарата. Як ущільнення застосовують чепцеве або торцеве ущільнення.

При ремонтах у чепцевих ущільненнях роблять перенабивання сальника.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	7
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

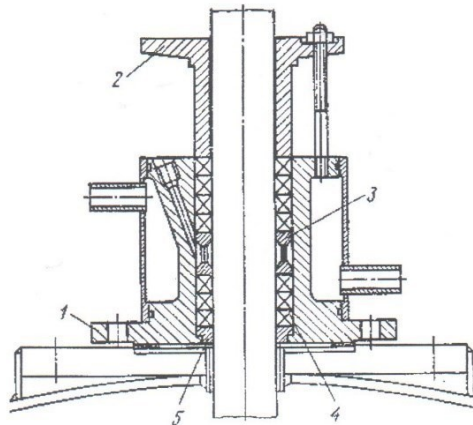


Рис. 8.3 Натяжний сальник

1 - корпус чепцевої коробки, 2 - натискна кришка, 3 - мастильне кільце,
4 - чепцеве набивання, 5 - ґрундбукс.

Чепцеве набивання набирають окремими кільцями з косим зрізом зазором у стику 3 - 5мм. При установці кілець стики повинні бути зміщені на 1200 один щодо іншого. Перекіс ущільнюючих елементів (манжет, кілець) у корпусі сальника не допускається. Торцеві поверхні ущільнюючих елементів повинні бути притерті: на них не повинне бути подряпин і раковин.

При затягуванні чепцевого набивання між валом натискними втулками сальників повинен зберігатися рівномірний зазор по всій окружності. Сальник варто затягувати так, щоб у процесі монтажу вал пристрою, що перемішує, можна було вільно повертати від руки.

Торцеві ущільнення виходять із ладу через зношування пар тертя й корозії. Ремонт торцевого ущільнення полягає в заміні деталей, що вийшли з ладу (пари тертя, пружини й ін.).

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	8
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Так само при ремонті прочищають систему охолодження ущільнення. Ремонт апаратів з мішалками закінчується випробуванням.

2. Монтаж ферментаторів

Апарати надходять на монтажну площадку в зібраному виді. Стропування апаратів роблять за спеціальні загарбні пристосування або монтажні штуцера, передбачені проектом.

До установки апаратів на фундамент укладають підкладки або інші пристосування.

Апарати вивіряють рівнем або виском.

Положення встановленого апарата регулюють за допомогою металевих підкладок, клинових домкратів або віджимних регулюючих гвинтів.

Попередню вивірку апаратів на фундаменті або іншій підставі роблять при вільному обпиранні на підкладки або клини, остаточну - при затягнутих гайках фундаментних болтів. При цьому щуп товщиною 0,1мм не повинен проходити між підкладками в пакетах, а також між верхньою підкладкою і лапою або опорною конструкцією апарата на глибину більш ніж 3 - 5мм. Після остаточної вивірки апарата сталеві підкладки або клини прихоплюють електрозварюванням.

Відхилення, що допускаються, від проектних осей при монтажі корпусів апаратів з мішалками:

- відхилення в розташуванні головних осей корпуса апарата в плані - 10мм;
- відхилення від фактичної висотної оцінки апарата - 10мм;

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	9
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- зсув осі вертикального апарата від вертикалі й горизонтального апарата від горизонталі або заданого ухилу - 0,3 на 1мм.

3. Випробування ферментаторів

Змонтовані апарати до здачі в експлуатацію піддають випробуванням на мцність і щільність.

Пристрої випробовують індивідуально в холосту, а потім під навантаженням, перевіряють правильність складання частин, що рухаються, приробітку третьових поверхонь, регулюють роботу всіх вузлів і систем апарата. До початку обкатування в приміщенні повинні бути закінчені опоряджувальні роботи й монтаж трубопроводів і конструкцій, пов'язаних з апаратом.

Перед пуском апарата необхідно:

- промити мастилопроводи системи рідкого мастила, прокачавши масло, минаючи підшипники;
- перевірити наявність змащення у всіх точках, що змазують, апарата;
- проконтролювати затягування нарізних сполучень у всіх доступних місцях;
- перевірити температуру і тиск води та масла в трубопроводах систем охолодження й змащення;
- переконатися у відсутності в апараті людей і сторонніх предметів.

Електродвигун варто обкатати протягом 1 год в холосту без механізму, що перемішує, визначивши також правильність напрямку обертання мішалки.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	10
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Апарати випробовують вхолосту й під навантаженням. Пристрої, що перемішують, повинні працювати спокійно, без різких стукотів, ударів і надмірного шуму. Масло не повинне вибиватися з корпусів підшипників і редукторів, а вода або повітря - просочуватися через сальник.

Температура нагрівання підшипників, корпусів електродвигунів, редукторів не повинна перевищувати 65°C , крім випадків, особливо зазначених заводом-виготовлювачем.

Випробування вважають закінченими при досягненні нормальної й усталеної роботи апарата протягом установленого часу.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	11
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 9. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

Структурна схема культивування мікроорганізмів наведена на рис.10.1. Вона містить власне об'єкт дослідження (ферментер), вимірювальні елементи (датчики і перетворювачі), регулюючі пристрої (виконавчі механізми і регулятори), обчислювальні засоби оброблення інформації.

Найбільш важливими параметрами середовища є: регулювання рН середовища – зазвичай стабілізація, яка відповідає вимогам потрібної точності, шляхом подавання лугу. Закон регулювання може бути будь-яким і формується відповідно до обраного математичного забезпечення, закладеного в ЕОМ.

Регулювання подачі поживних речовин здійснюється шляхом контрольованої часової програми або за заданим значенням змінної.

					<i>180235.ДП.44.СС.ПЗ</i>				
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Архів</i>	
<i>Розробив</i>	<i>Бовкши А.О</i>				<i>Система управління</i>			<i>1</i>	<i>3</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О</i>								
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва ОМ</i>								<i>НУХТ</i>
								<i>ОХ-4-10ск</i>	

Інформацію про активність культури дають такі параметри як концентрація клітин, величина рН, концентрація кисню і вуглекислого газу тощо. При регулюванні зазвичай повинні виконуватися такі умови: величина змінної, яка регулюється, повинна бути стабілізована так, щоб її коливання в межах інтервала регулювання не викликало суттєвих змін в будь-якому із вимірювальних діапазонів; інтервал змінної, яка регулюється, повинен бути достатньо великим.

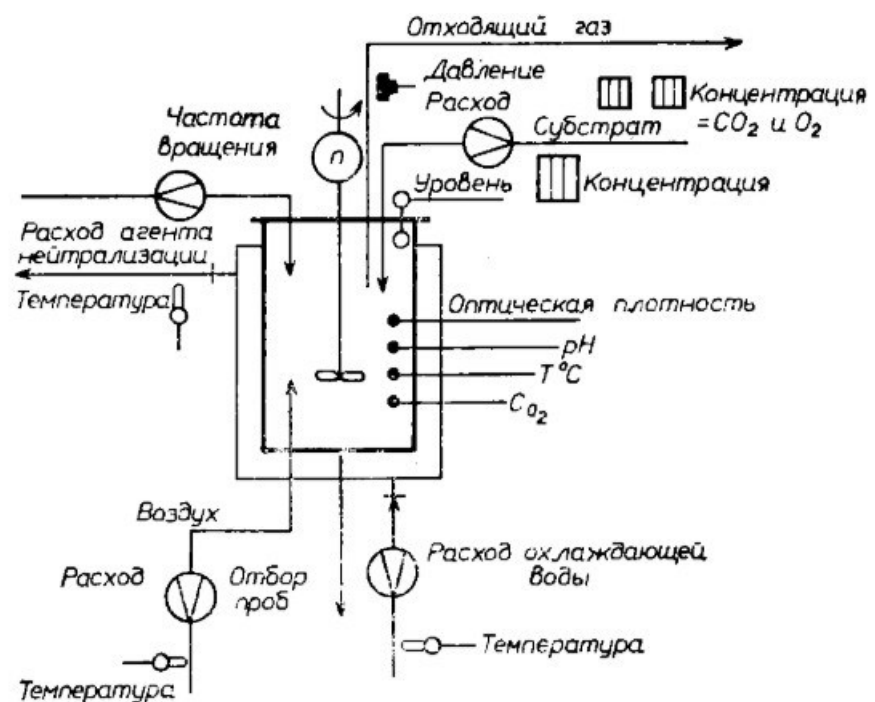
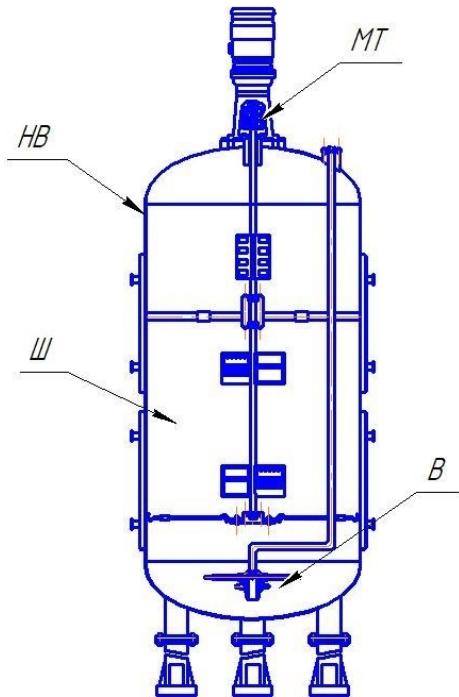


Рис.9.2. Обв'язка ферментера і вимірювальні прилади

10. Охорона праці

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при експлуатації ферментера



B – вібрація

Ш – шум

NB – небезпека вибуху

Mt – механічні травми

Рис.10.1. Ферментатор з механічним перемішуванням

1. Протягом всього терміну служби обладнання для мікробіологічних виробництв повинно відповідати всім вимогам безпеки.

Обладнання повинно забезпечувати вимоги безпеки при виготовленні, монтажі, експлуатації, ремонті, транспортуванні і зберіганні при використанні автономно або в складі технологічних ліній.

2. Призначений термін служби обладнання повинен бути зазначений в технічних документах, затверджених в установленому порядку.

					180235.ДП.44.1С.ПЗ				
		№		Підпис	Дата				
Розробив	Бодкиш А.О.						Архів		
Керівник	Чепелюк О.О.						1 4		
					Охорона праці				
					НУХТ ОХ-4-10ск				
Зав.каф	Гавва О.М.								

3. Конструкція апаратів, в яких можуть протікати некеровані або прискорені екзотермічні реакції, повинна передбачати ефективні методи відведення тепла, наявність пристроїв для установки засобів автоматичного контролю, регулювання процесів протиаварійного захисту і сигналізації.

4. Всі комплектуючі вироби повинні відповідати вимогам технічних документів на ці вироби і мати сертифікати (паспорти), оформлені у відповідному порядку.

5. Всі апарати повинні забезпечувати міцність і герметичність по відношенню до зовнішнього середовища. Ступінь герметичності апаратів, а також методи і способи їх випробувань на герметичність, повинні визначатися за нормативними документами держав.

6. Обладнання при проведенні технологічних процесів повинно відповідати всім вимогам безпеки.

7. При експлуатації обладнання основними джерелами небезпеки є:

пожежо- та вибухонебезпечні властивості продукту;
токсичність продуктів;

тиск рідких і газоподібних середовищ

температура нагрівання зовнішніх поверхонь обладнання;

електричний струм, що надходить до електроприводів, контрольно-вимірювальних приладів та автоматики;

статистична електрика;

наявність обертових частин;

вібрація;

					<i>Охорона праці</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		2

шум;

відсутність або нестача природного світла або освітленості на робочому місці і сигналізуючих приладів.

8. Обладнання повинне бути пожежо- та вибухобезпечним

9. Обладнання повинно бути забезпечене пристроями, що забезпечують захист навколишнього середовища від шкідливих повітряних викидів.

10. Обладнання, що працює під тиском, а також при роботі з пожежовибухонебезпечними продуктами, повинне бути забезпечене запобіжними пристроями, що запобігають руйнування обладнання від перевищення тиску понад допустимого і від вибуху, і засобами автоматичної сигналізації про виникнення аварійної ситуації відповідно до вимог нормативних документів

11. Температура нагрівання поверхні устаткування і трубопроводів на робочих місцях не повинна перевищувати 45 ° С. Поверхні обладнання з температурою понад 45 ° С повинні бути ізольовані.

12. Електроустаткування повинно мати надійне заземлення, що захищає обслуговуючий персонал від ураження електричним струмом і зарядів статичної електрики

13. Рухомі частини обладнання повинні бути огорожені або забезпечені іншими засобами захисту.

14. Вібраційні характеристики обладнання повинні відповідати вимогам для постійних робочих місць виробничих приміщень категорії вібрації 3 тип "а".

15. Освітленість на робочих місцях повинна відповідати нормам.

					<i>Охорона праці</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		
						3

16. Допустимі рівні звукового тиску і рівні шуму на робочих місцях повинні відповідати вимогам

17. Розміщення обладнання і загальна його компоновка повинні забезпечувати можливість безпечного монтажу, демонтажу, обслуговування і ремонту відповідно до вимог

10.2 Вимоги безпеки до ферментаторів

1. Ферментатори повинні бути оснащені витяжними трубами, перетин яких має повністю забезпечувати видалення повітря, що подається на аерування, з робочих приміщень в атмосферу.

2. Пар після стерилізації ферментаторів, комунікацій і арматури повинен відводитися в атмосферу поза будівлями.

3. Ферментатори повинні бути оснащені контрольно-вимірювальними приладами для визначення тиску в апараті, температури середовища, рівня рідини в апараті та ін. Згідно з технологічною схемою ведення процесу.

4. Забороняється завантаження кислоти вручну. Для подачі кислоти повинна бути передбачена самостійна кислотна лінія.

5. Відбір проб з ферментаторів повинен проводитися способами, що виключають контакт обслуговуючого персоналу з культуральними рідинами.

6. Всі роботи з ферментаторами повинні проводитися відповідно до регламентів та експлуатаційними документами, затвердженими в установленому порядку.

					<i>Охорона праці</i>	4
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Аналізуючи літературні джерела з'ясовано, що найбільш ефективно працюють ферментатори з механічним перемішуванням і підведенням енергії за рахунок повітря.

В ході виконання кваліфікаційної роботи встановлено, що культивування мікроорганізмів у ферментатор достатньо великого об'єму потрібно підводити велику кількість повітря, що не повною мірою забезпечується аератором променевого типу.

В кваліфікаційній роботі запропоновано модернізувати ферментатор із механічним перемішувачем і аератором для забезпечення додаткового підведення повітря. Перемішувач виконано у вигляді порожнистого валу, до якого приварені лопаті з отворами, через які виходить повітря. Лопаті встановлені під кутом до горизонталі, що забезпечує додаткову циркуляцію повітря і його рух як в радіальному, так і в осьовому напрямках. Це дає можливість зменшити витрати повітря за рахунок його повторного використання.

Технічний результат модернізації полягає в покращенні умов культивування мікроорганізмів, що призводить до збільшення продуктивності обладнання.

					<i>180235.ДП.45.00.ПЗ</i>			
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроблв</i>	<i>Бодкиш А.О</i>				<i>Висновок</i>			<i>Архів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Чепелюк О.О</i>							1
					<i>НУХТ</i>			
<i>Зав.каф</i>	<i>Гавва О.М</i>				<i>ОХ-4-10ск</i>			

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учеб. пособие для академического бакалавриата / А. Ю. Винаров [и др.] ; под ред. В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 275 с.

2. Класифікація та аналіз роботи промислових ферментерів з підведенням енергії рідкою фазою / А.В. Копиленко, М.Г. Кутовий, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький // Наукові праці НУХТ. – 2017. – Том 23, № 1. – С.133 – 143.

3. Саруханов А.В. Оборудование микробиологических производств : Справочник / А. В. Саруханов, В. А. Быков. - М. : Колос, 1993. - 384 с.

4. Кретов И.Т. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности : Учебник / И.Т. Кретов, С.Т. Антипов. — Воронеж: Издательство государственного университета, 1997. — 624 с.

5. Резенчук О.Є. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з пневматичним перемішуванням [Текст] / О.Є. Резенчук, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький. — Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2011. — № 3. — С. 79—84.

6. Оборудование биотехнологических производств : учебное пособие для ВУЗов / И.А. Евдокимов и др.; под ред И.А. Евдокимова. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 206 с.

7. Ферментационные аппараты для процессов микробиологического синтеза / А.Ю. Винаров, Л. С. Гордеев, А. А. Кухаренко и др.; под ред. В.А. Быкова. – М.: ДеЛи Принт, 2005. – 278 с.

					<i>180235.ДП.45.00.ПЗ</i>		
		<i>№</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			<i>Архів</i>
<i>Розроблв</i>	<i>Бовкш А.О</i>						
<i>Керівник</i>	<i>Чепеляк О.О</i>					<i>1</i>	<i>3</i>
					<i>Список використаної літератури</i>		
<i>Зав.каф</i>	<i>Івба ОМ</i>				<i>НУХТ ОХ-4-10ск</i>		

8. Бортников, И. И. Машины и аппараты микробиологических производств : [Учеб. пособие для спец. 0516 "Машины и аппараты хим. пр-в"] / И. И. Бортников, А. М. Босенко. - Минск : Вышэйшая школа, 1982. - 288 с.

9. Винаров А.Ю. Лабораторные и промышленные ферментеры: Учебное пособие / А.Ю. Винаров, А.А. Кухаренко, В.И. Панфилов - Москва, РХТУ, 2004. — 97 с.

10. Калунянц К. А. Оборудование микробиологических производств : [Учеб. для вузов по спец. "Технология микробиол. пр-в"] / К. А. Калунянц, Л. И. Голгер, В. Е. Балашов; Под ред. К. А. Калунянца. - М. : Агропромиздат, 1987. - 397 с.

11. Грачева И.М. Технология ферментных препаратов / И.М. Грачева, А.Ю. Кривова. – М.: Элевар, 2001. – 512 с.

12. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості / Ю.І. Сидоров, В.І. Чуешов, В.П. Новіков. – Вінниця: Нова книга, 2009. – 816 с.

13. Виестур У.Э. Системы ферментации. [Текст] / У.Э. Виестур, А.М. Кузнецов, В.В. Савенков. — Рига : Зинатне, 1988. — 368 с.

14. Андреев А.А. Производство кормовых дрожжей. 3-е изд., перераб. и доп. [Текст] / А.А. Андреев, Л.И.Брызгалов. — Москва : Лесная промышленность, 1986. — 248 с.

15. Schuger K. Neue Bioreaktoren fur aerobe Prozesse // Chem-Ing.-Techn. — 1980. — 52, # 12, — P. 951—965.

16. Сидоров Ю.І. Промислові ферментери / Ю.І. Сидоров // «Біотехнологія». —2012. — Т. 5, № 3. —С. 33—39.

17. Быков В.А. Расчет процессов микробиологических производств. [Текст] / В.А. Быков, А.Ю. Винаров, В.В. Шерстобитов.— Київ : Техніка, 1985. — 245 с.

					<i>Список використаної літератури</i>	2
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

9. Закоморний Д.М. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з механічними перемішувачами пристроями в аеробних процесах біотехнології [Текст] / Д.М. Закоморний, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький // «ScienceRise». — 2015. — № 5/2 (10). — С. 24—32.

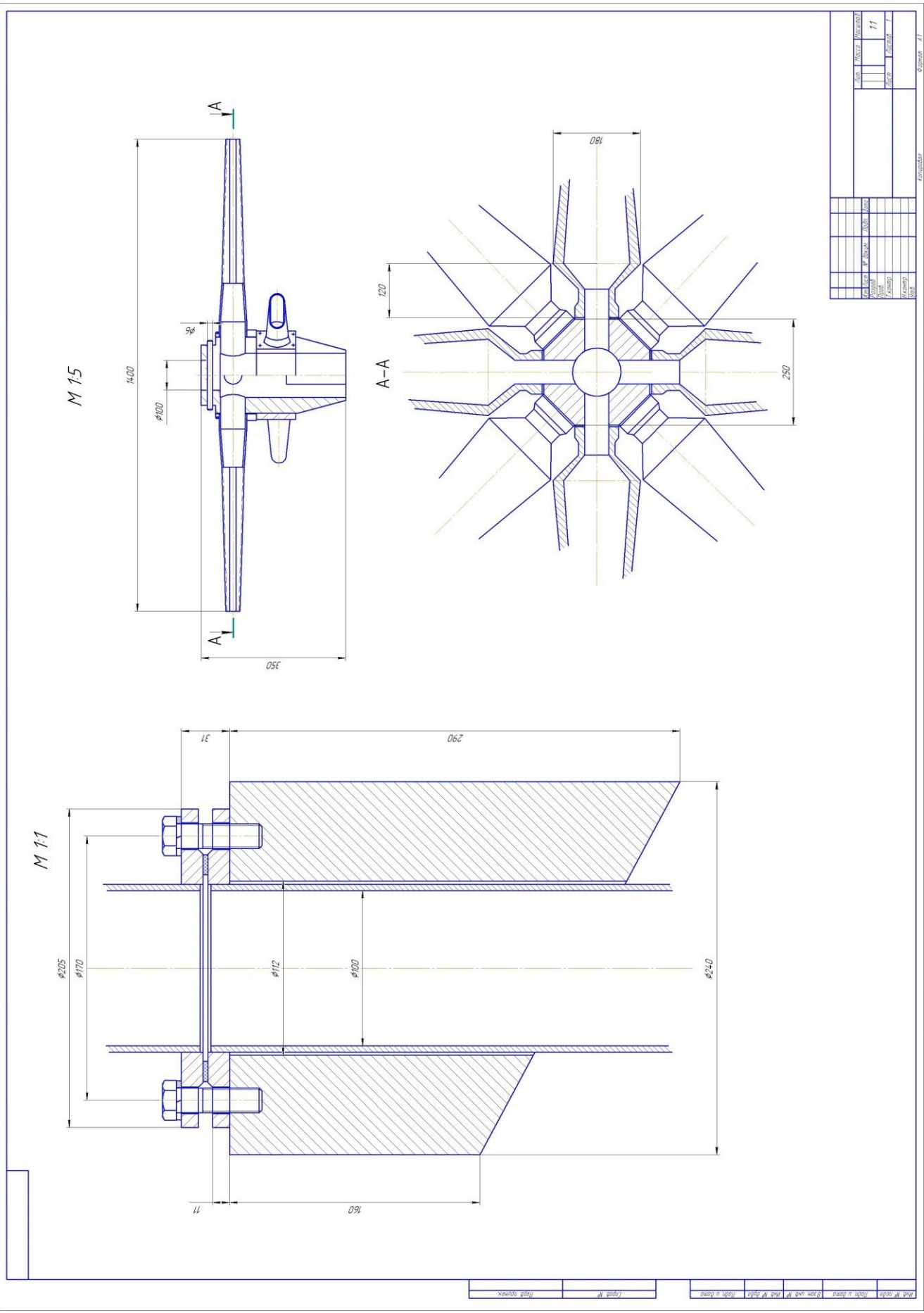
18. Соколов Е.Я. Струйные аппараты. [Текст] / Е.Я Соколов, Н.М. Зингер — 3-е изд., перераб. — Москва : Энергоатомиздат, 1989. — 352 с., ил.

19. Воронов В.Ю. Струйная аэрация. Научное издание. [Текст] / В.Ю Воронов, В.Д. Казаков, М.Ю. Толстой. — Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. — 216 с.

					<i>Список використаної літератури</i>	
ЗМН	Лист	№ докум	Підпис	Дата		3

ДОДАТКИ

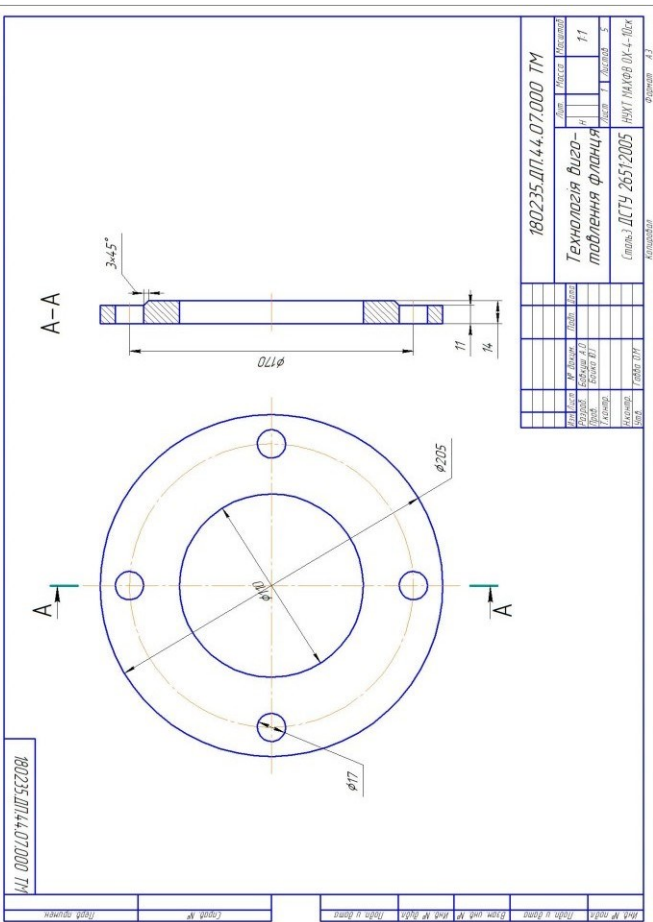
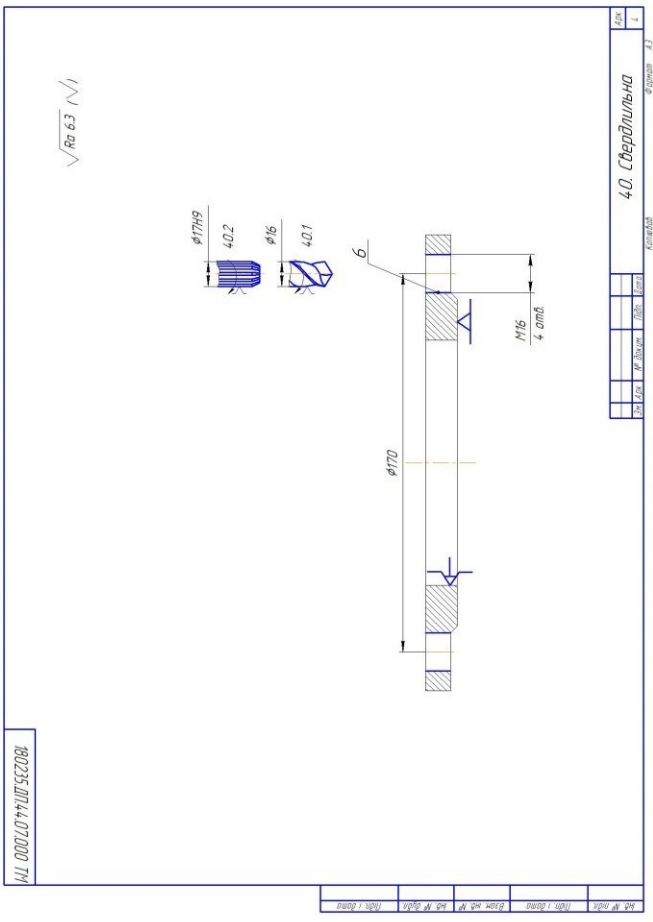
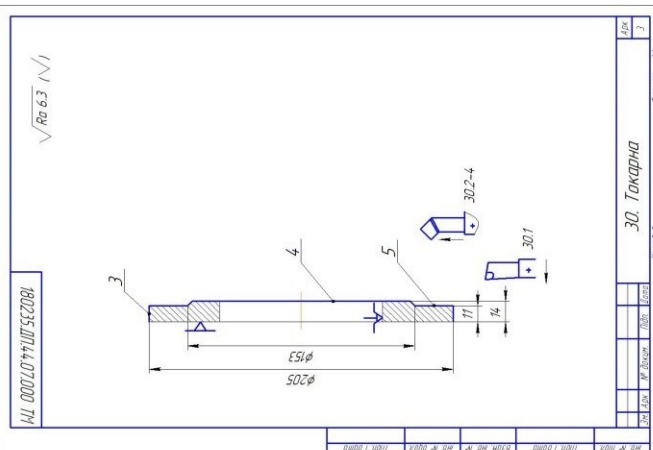
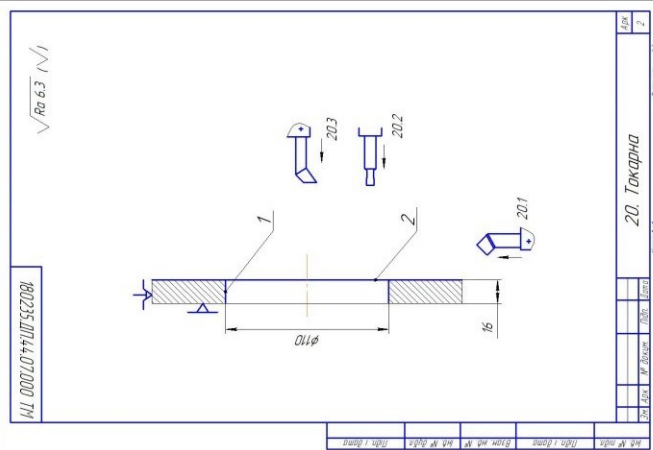
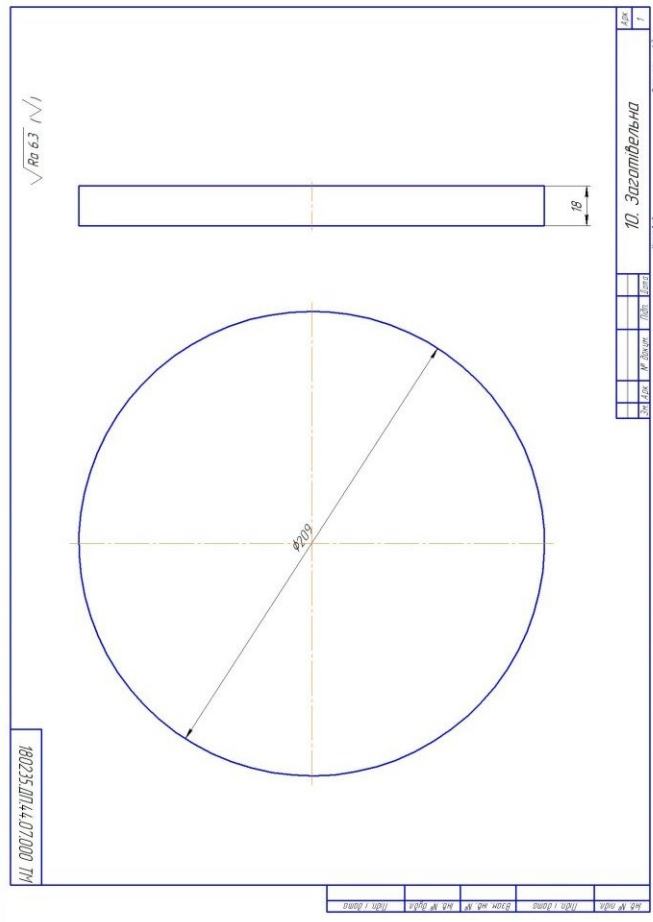
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
<i>Документація</i>								
A1			180235.ДП.44.00.000 СК	Складальне креслення				
<i>Складальні одиниці</i>								
		1	130738.ДП.44.00.000	Корпус	1			
		2	130738.ДП.44.06.000	Торцеве ущільнення	1			
		3	130738.ДП.44.06.000	Опора вала проміжна	1			
		4	130738.ДП.44.04.000	Вал з перемішувачими пристроями	1			
		5	130738.ДП.44.05.000	Аератор променевий	1			
		6	130738.ДП.44.06.000	Опора вала нижня	1			
<i>Деталі</i>								
		8	130738.ДП.44.00.001	Гільза для термометра	1			
		9	130738.ДП.44.00.002	Вал проміжний				
<i>Стандартні вироби</i>								
		11		Болт М16х55 ГОСТ15589-70	8			
		12		Болт М20х70 ГОСТ15589-70	12			
		13		Болт М27х120 ГОСТ15589-70	4			
		14		Болт М48х160 ГОСТ15589-70	8			
		15		Болт М48х200 ГОСТ15589-70	12			
		16		Гайка М27-6Н ГОСТ15526-70	8			
		17		Гайка М48-6Н ГОСТ5915-70	12			
		18		Шайба 16 ГОСТ 6402-70	4			
		19		Шайба 20 ГОСТ 6402-70	12			
180235.ДП.44.00.000 СК								
Изм. / лист		№ докум.		Подп.		Дата		
Разраб.		Бодкуш А.О.						
Пров.		Чепельюк О.О.						
Н.контр.								
Чтв.		Гавва О.М.						
Ферментатор				Складальне креслення		Лист.	Лист	Листов
							1	2
Складальне креслення				НУХТ ОХ-4-10ск				



M 1:5

M 1:1

№	ИЗМЕНЕНИЯ	ПОДПИСЬ	ДАТА
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			



180235.014.4.07.000 ТМ

Технологія виготовлення фланця

(Лист 3 ЗСТУ 2651:2005)

Лист	1	Кількість	11
Всього	1	Кількість	11

ІНЖ. ПАНЧЕНКО І. В.

180235.014.4.07.000 ТМ

Знак	Матеріал	Діаметр	Довжина	Кількість