

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

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

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

«__» _____ 20__р.

«__» _____ 20__р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
 зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування
 (шифр та назва напрямку підготовки (спеціальності))
 освітньо-професійної програми Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв
 на тему: Модернізація ферментатора з механічним перемішуванням
та пневматичною подачею повітря з об'ємом 140 м³

Виконав: : здобувач групи ОФ-4-14 Супруненко Роман Олександрович
 (прізвище та ініціали)

Керівник Житнецький Ігор Володимирович
 (прізвище та ініціали)

 (підпис)

Консультанти Бойко Ю.І.
 (прізвище та ініціали)

 (підпис)

 (прізвище та ініціали)

 (підпис)

Рецензент

 (прізвище та ініціали)

 (підпис)

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

Студент _____
 (підпис)

Київ – 2020 р.

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 фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАХФВ

О.М.Гавва

“ ” 2020 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Супруненко Роману Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація ферментатора з механічним перемішуванням та пневматичною подачею повітря з об'ємом 140 м³
керівник роботи доц., к.т.н. Житнецький Ігор Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "16" березня 2020 р. № 230 - кс

2. Строк подання студентом проекту (роботи) "01" червня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

1. Технічний паспорт обладнання. 2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література. 4. Матеріали по проходженню переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація. Вступ. 1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі. 2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування. 3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції. 4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи. 5. Розрахункова частина. 6. Технологія виготовлення деталі «кришка глуха». 7. Вибір конструкційних матеріалів. 8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту. 9. Система управління. 10. Заходи з охорони праці. 11. Охорона довкілля. Висновки. Список використаної літератури. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 лист - А1 – Апаратурно-технологічна схема вирощування культур цвілевих грибів

2 лист - А1 – Загальний вид ферментатора

3 лист - А1 – Сальникове ущільнення

4 лист – А1 – Деталювання ферментатора

5 лист – А1 - Технологія виготовлення деталі «кришка глуха»

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Тех. маршрут виготовлення деталі</i>	<i>доц., к.т.н. Бойко Ю.І.</i>		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>20.03.2020 р.</i>	виконано
2	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>25.03.2020 р.</i>	виконано
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	<i>01.04.2020 р.</i>	виконано
4	<i>Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи</i>	<i>15.04.2020 р.</i>	виконано
5	<i>Розрахункова частина</i>	<i>20.04.2020 р.</i>	виконано
6	<i>Технологія виготовлення «кришка глуха»</i>	<i>28.04.2020 р.</i>	виконано
7	<i>Монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та ремонт обладнання</i>	<i>31.04.2020 р.</i>	виконано
8	<i>Система управління</i>	<i>10.05.2020 р.</i>	виконано
9	<i>Заходи з охорони праці</i>	<i>15.05.2020 р.</i>	виконано
10	<i>Охорона довкілля</i>	<i>20.05.2020 р.</i>	виконано
11	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	<i>25.05.2020 р.</i>	виконано
12	<i>Висновки. Анотація. Список використаної літератури. Додатки</i>	<i>28.05.2020 р.</i>	виконано
13	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>01.06.2020 р.</i>	виконано

Здобувач

(підпис)

Супруненко Р.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Житнецький І.В.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема представленої кваліфікаційної роботи "Модернізація ферментатора з механічним перемішуванням та пневматичною подачею повітря з об'ємом 140м³". Суть проведеної модернізації полягає в зміні сальникового ущільнення на ущільнення яке б витримувало надлишковий тиск в апараті 0,3 МПа.

У порівнянні з базовим варіантом, ферментатор після модернізації має наступні переваги: зниження вартості сальникова ущільнення за рахунок більш спрощеної форми ущільнення; покращення експлуатації, обслуговування і ефективності роботи ферментатора; покращена герметичність ферментатора; збільшення прибутку при випуску продукції.

Дана модернізація підтверджується і обґрунтовується відповідними розрахунками, при цьому враховується її економічність, простота конструкції, безпека, автоматизація та інші фактори при обслуговуванні обладнання.

В роботі висвітлені питання монтажу і експлуатації обладнання, охорони праці, охорони навколишнього середовища, автоматизації. Проведено аналітичний аналіз технологічних і технічних рішень. Наведені розрахунки, що підтверджують доцільність впровадження модернізованого ферментатора у виробництво.

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки, яка містить 119 сторінки і графічної частини, яка складається з 6 аркушів формату А1.

Ключові слова: механічне перемішування, ферментатор, пневматична подача, повітря, сальникове ущільнення, мішалка, барботер, аерація.

Annotation

The topic of the presented qualification work is "Modernization of a fermenter with mechanical stirring and pneumatic air supply with a volume of 140 m³". The essence of the modernization is to change the stuffing box seal to a seal that would withstand excess pressure in the apparatus of 0.3 MPa.

In comparison with the basic variant, the fermenter after modernization has the following advantages: decrease in cost of epiploon consolidation at the expense of more simplified form of consolidation; improving the operation, maintenance and efficiency of the fermenter; improved tightness of the fermenter; increase in profit from production.

This modernization is confirmed and justified by appropriate calculations, taking into account its cost-effectiveness, simplicity of design, safety, automation and other factors in the maintenance of equipment.

The issues of installation and operation of equipment, labor protection, environmental protection, automation are covered in the work. An analytical analysis of technological and technical solutions. The calculations confirming expediency of introduction of the modernized fermenter in production are resulted.

The diploma project consists of a calculation and explanatory note, which contains 119 pages and a graphic part, which consists of 6 sheets of A1 format.

Key words: mechanical mixing, fermenter, pneumatic feed, air, stuffing box, stirrer, bubbler, aeration.

Зміст

Анотація.....	4
Вступ.....	7
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....	9
2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування.....	28
3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.....	30
4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання.....	36
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	42
6. Розрахункова частина.....	44
6.1 Розрахунок ферментатора на механічну міцність.....	45
6.2 Розрахунок турбінної мішалки ферментатора.....	47
6.3 Розрахунок сальникового ущільнення.....	50
6.4 Тепловий розрахунок ферментатора	53
7. Розрахунок технології виготовлення окремої деталі.....	58
8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту.....	88
9. Опис системи управління.....	99
10. Заходи з охорони праці.....	108
11. Охорона довкілля.....	114
Висновки.....	117
Список використаної літератури.....	118
Додатки.....	120

					180278.ДП.02.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Супруненко Р.О			Зміст	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Житнецький					1	1
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

Вступ

Світовим лідером з виробництва ферментерів, у тому числі промислових (із робочим об'ємом до 36 м³) є німецька фірма Sartorius Stedim Systems GmbH (стара назва Sartorius BBI Systems GmbH). Понад 5 000 ферментерів, які були вироблені цією компанією, успішно працюють у всьому світі.

Інтенсивний розвиток фармацевтичної та мікробіологічної промисловості інтенсифікувало процес створення спеціальної апаратури для культивування мікроорганізмів - продуцентів біологічно активних речовин (БАР) і дієтичних добавок (ДД) (вітамінів, ферментів і ін.).

Культивування мікроорганізмів проводять з метою отримання їх максимальної кількості (біомаси), як у випадку, дріжджового виробництва, так і у разі отримання продуктів їх метаболізму (життєдіяльності), наприклад, пива, етилового спирту, органічних кислот або ферментів.

Апарати для мікробного синтезу можуть бути з підведенням повітря (аеробні) і без підводки повітря (анаеробні). У апаратах з аерацією можуть використовуватися мішалки або конструкція може обходитися без них.

Великого поширення набули апарати (ферментатори) для культивування мікроорганізмів методом мікробного синтезу глибинним способом. У числі недоліків ферментаторів відзначаються громіздкість конструкції, низька продуктивність і т. д.

При вирощуванні пліснявих грибів в рідких живильних середовищах використовують спеціальні апарати - ферментатори, в яких передбачаються інтенсивне перемішування середовища, підведення повітря для дихання мікроорганізмів і відведення тепла.

У мікробіологічних виробництвах використовують різноманітні ферментатори.

					180278.ДП.02.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Супруненко Р.О						
Перевір.		Житнецький					1	2
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

Умовно їх можна поділити на такі типи: барботажні, ерліфтні, барботажно-ерліфтні з механічним перемішуванням, барботажні з циркуляційним перемішуванням, з ежекційною системою та ін. За структурою потоків ферментатори можуть бути апаратами повного перемішування або повного витіснення. За способом введення енергії і аерації розрізняють апарати із введенням енергії в газову фазу, у рідку фазу або комбіновані.

Об'єм виробничих ферментаторів може бути від 10 до 1000 м³ із механічним перемішуванням і барботажем. Ферментатори являють собою герметичні циліндричні посудини, висота яких у 2...2,5 рази перевищує діаметр, найчастіше їх виготовляють із нержавіючої сталі. У ферментаторах встановлюють мішалки турбінного, пропелерного та іншого типів. Діаметр мішалки становить приблизно 1/3 діаметра апарату. У виробництві ферментів поширені ферментатори з мішалками, під якими знаходиться кільцеподібний або радіальний повітряний барботер. Для підтримування температури в апараті є подвійний кожух або теплообмінник. Ферментатор обладнаний арматурою і трубопроводами для подачі живильного середовища, води, пари, розчину, що регулює рН, піногасників, повітря та інших матеріалів.

Ефективність роботи ферментатора визначається інтенсивністю перемішування. Пристрої, що перемішують, служать для збереження рівномірного температурного поля по всьому об'єму апарата, своєчасного підведення харчування до клітин і відведення від них продуктів метаболізму, а також інтенсифікації масопередачі кисню. В апараті встановлюють відбивні перегородки (відбійники) для створення у ферментаторі умов "повного відбиття", щоб уникнути утворення обертального контуру, що знижує інтенсивність перемішування.

Існуючі ферментатори морально застаріли і фізично зносилися.

Модернізація спрямована на вдосконалення технологічного процесу по вирощуванню мікроорганізмів з підвищеною біомасою і кращими поживними властивостями: спрощується конструкція ферментатора, збільшується його продуктивність, полегшується процес біосинтезу.

					Вступ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Ферментатор – апарат для глибинного культивування (виращування) мікроорганізмів на поживних середовищах в умовах стерильності, інтенсивного перемішування, безперервного продування стерильним повітрям і постійної температури.

Ферментатор являє собою герметичний циліндричний апарат, що має барботер для подачі стерильного повітря та мішалку з електричним приводом. Усередині ферментатора вздовж його корпусу та перпендикулярно до нього закріплюють вузькі металеві смуги-відбійники для підвищення ефективності перемішування. Об'єм ферментатора для лабораторних досліджень частіше до 30 дм³, для виробничих випробувань – 0,05...5 м³, промисловістю використовуються до 100 м³ та більше.

Лабораторний ферментатор можна виготовляти з термостійкого скла (їх стерилізують в актоклавах), ферментатори більших розмірів – із нержавіючої сталі (вони мають парову оболонку для стерилізації та підтримки температури).

Ферментатор, як правило, обладнаний пристроєм для вимірювання та регулювання температури, кількості повітря, що продувають, та тиску усередині ферментатора. У випадку необхідності ферментатор додатково має пристрої для вимірювання та регулювання рН-середовища, концентрації розчиненого кисню в культуральній рідині, вуглекислого газу в повітрі, що виходить, сигналізатори рівня піни та пристрої для механічного або хімічного піногасіння. При безперервному процесі культивування мікроорганізмів ферментер додатково обладнаний стерилізованими резервуарами для зберігання компонентів поживного середовища та насосами для їх безперервної подачі у ферментатор.

					180278.ДП.02.001.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Супруненко Р.О			Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Житнецький					1	18
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

Використовують ферментатори у промисловості при мікробіологічному синтезі антибіотиків, білково-вітамінних концентратів та інших продуктів, у наукових дослідженнях у галузі мікробіології, біохімії та інших близьких дисциплін.

Ферментатори за способом культивування поділяються на апарати безперервної та періодичної дії, за стерильністю – на герметичні та негерметичні; за конструктивними ознаками – з дифуззором та турбіною, з аератором, що обертається, з механічними мішалками, колонні з ежекцією повітря.

Найбільш універсальна, що часто застосовується на практиці, класифікація ферментерів за способом підводу енергії до апарата наведена на рис. 1.1. На рис. 1.2. подані апарати з підведенням енергії газовою фазою, на рис. 1.3 – рідкою фазою, на рис. 1.4 – комбіновані. Для кожної з них можуть бути однакові методики інженерних розрахунків.

Кожні з трьох видів ферментаторів, в свою чергу, поділяють:

- на барабанні, барботажно-аерліфтні, колонні;
- ежекційні з турбінною мішалкою, з зовнішнім циркуляційним контуром;
- барабанні з механічним перемішувачем.

Ферментер з підводом енергії газовою фазою характеризується перш за все простою конструкцією, високою експлуатаційною надійністю у зв'язку з відсутністю вузлів та деталей, що рухаються.

У мікробіологічній промисловості практично всі процеси культивування продуцентів біологічно активних речовин, за винятком дріжджів для одержання білково-вітамінних концентратів на парафінних гідролізатах та сульфідних розчинах здійснюються періодичним способом у стерильних умовах.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

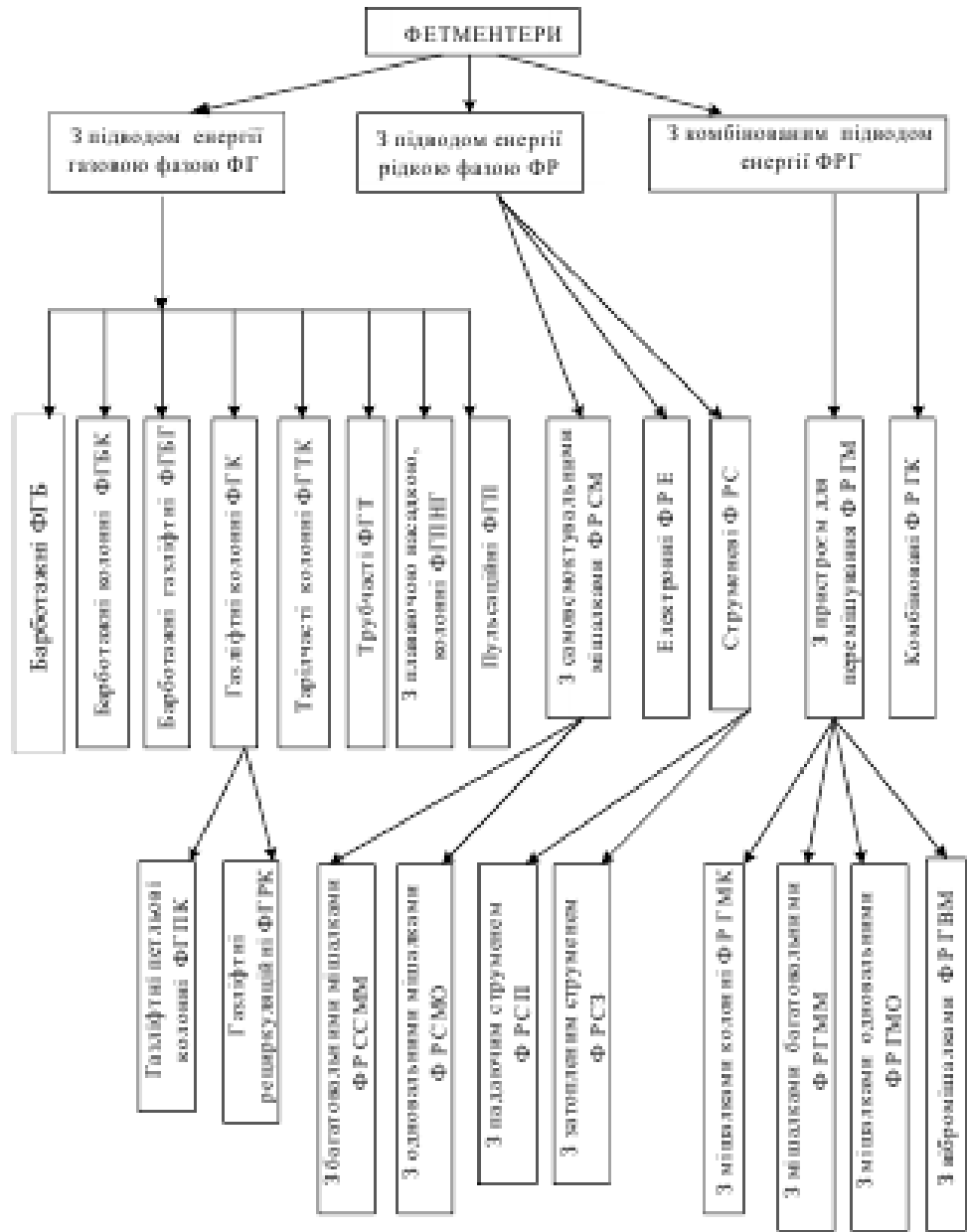


Рис. 1.1. Схема класифікації ферментаторів за способом підводу енергії

Ферментатори з підведенням енергії газовою фазою (гр. ФГ).

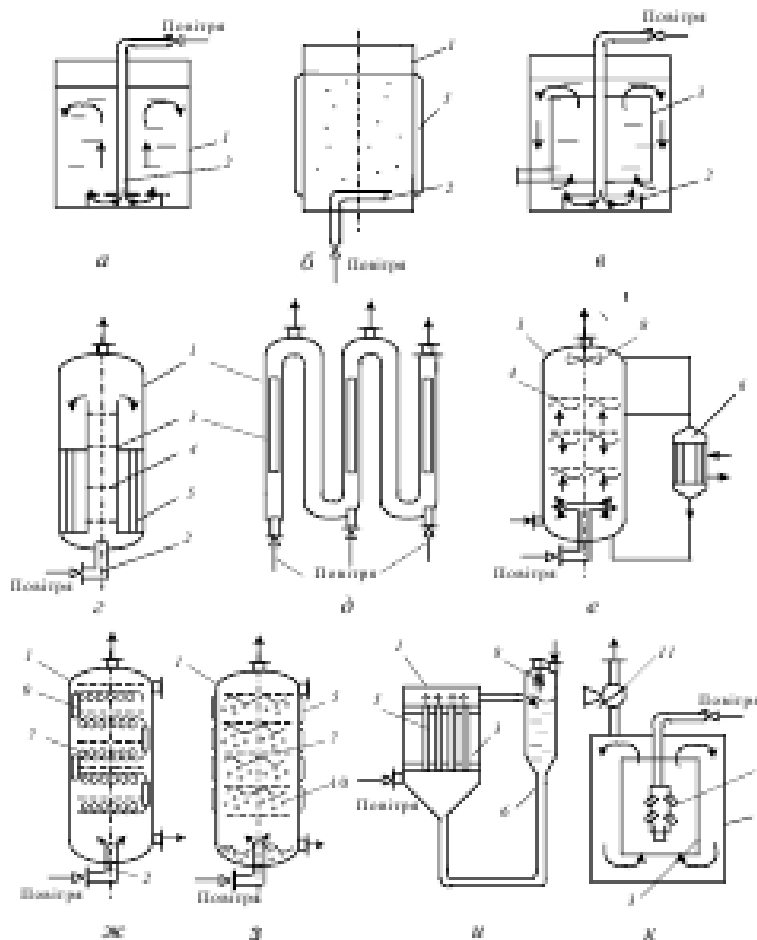


Рис. 1.2. Ферментатори групи ФГ: а – барботажний ($H/D > 2$) – (ФГБ), де H – висота, D – діаметр; б – барботажний колонний ($H/D < 2$) – (ФГБК); в – барботажний газліфтний ($H/D > 2$) – (ФГБГ); г – газліфтний колонний (ФГК, $H/D > 2$); д – газліфтний пульсаційний петльовий колонний (ФГПК); е – рециркуляційний колонний (ФГРК); ж – тарілчастий колонний (ФГТК); з – з плавачою насадкою колонний (ФГПНК); и – трубчастий (ФГТ); к – газліфтний пульсаційний; 1 – корпус; 2 – розподільник повітря; 3 – дифузор; 4 – диспергатор; 5 – теплообмінник; 6 – рециркуляційна труба; 7 – тарілка; 8 – піногасник; 9 – переливна труба; 10 – насадка; 11 – клапан

Ферментатор з підводом енергії рідкою фазою (гр. ФР).

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

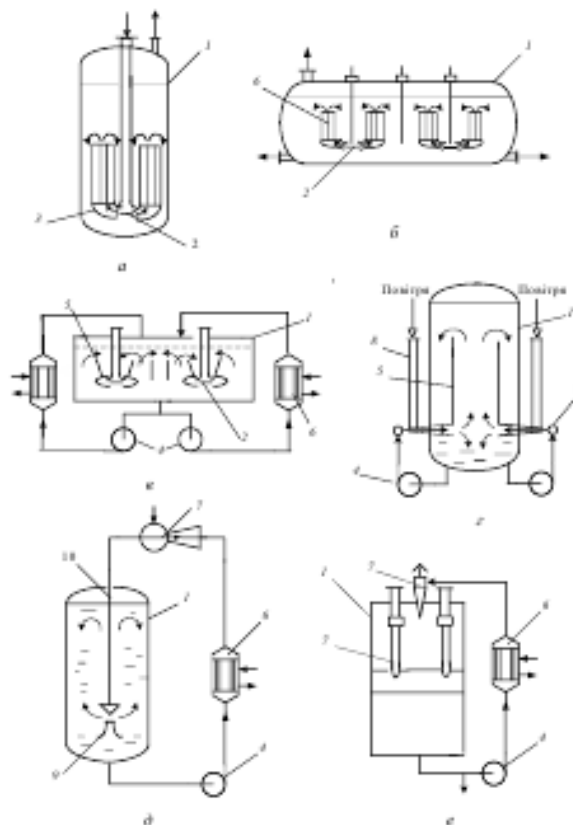


Рис.1.3. Ферментатори гр. ФР: а – одоновальний з мішалкою (ФРСМО); б – багатовальний з самовсмоктувальною мішалкою (ФРСММ); в – багатовальний з зовнішнім циркуляційним контуром (ФРСММ); г – ежекційний (ФРЕ); д – струменевий з затопленим струменем (ФРСЗ); е – струменевий з струменем, що падає (ФРСП); 1 – корпус; 2 – самовсмоктувальна мішалка; 3 – циркуляційний контур; 4 – насос; 5 – дифузор; 6 – теплообмінник; 7 – ежектор; 8 – відбір повітря розсікачем; 10 – труба з насадкою

Енергія в апаратах групи ФР передається рідкою фазою за допомогою мішалки або насоса. В останньому випадку рідина вводиться в апарат через сопло, ежектор, диспергатор та ін.

Ферментатор з самовсмоктувальними мішалками (підгрупа ФРСММ) характеризується тим, що не вимагає спеціальних машин для продувки повітря в апарат. Це є перевагою цих апаратів. Повітря надходить за рахунок розрідження, що виникає в повітряній камері мішалки, яка сполучається трубою з атмосферою

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

(з одного боку) та з рідиною, що відкидається мішалкою. Ці апарати застосовуються у виробництві харчового білка.

Недолік: труднощі оптимізації та керування інтенсивністю гідродинамічних та масообмінних процесів у зв'язку з використанням принципу самовсмоктування.

Ферментатори ежекційні підгрупи ФРЕ мають наступну перевагу: можливість рециклу газової фази, що особливо суттєво у випадку використання як сировини природного газу та при аерації середовища повітрям з підвищеним вмістом кисню, а недолік – необхідність застосування спеціальних насосів для перекачування культуральної рідини.

Ферментатори струменеві підгрупа ФРС мають такі особливості: наявність зовнішнього циркуляційного контуру (насос, ежекційний пристрій, система трубопроводів), можливість рециклу газової фази, порівняно проста будова. Як і ферментери груп ФРЕ ці ферментатори мають такий же недолік: необхідність застосування спеціальних насосів для перекачування середовищ з високим вмістом газу.

Ферментатори з підводом енергії рідкою та газовою фазами (гр. ФРГ). Основним елементом апаратів є пристрій для перемішування, що забезпечує високу інтенсивність розчинення кисню та високий ступінь диспергування газу, нерозчинних субстратів та гомогенізації середовища. У таких ферментаторів енергія рідкої фази підводиться одночасно пристроєм для перемішування та насосом або тільки насосом. Енергія газової фази вводиться звичайним способом. На рис. 1.4 зображені комбіновані ферментери з підводом енергії рідкої та газової фази (гр. ФРГ).

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

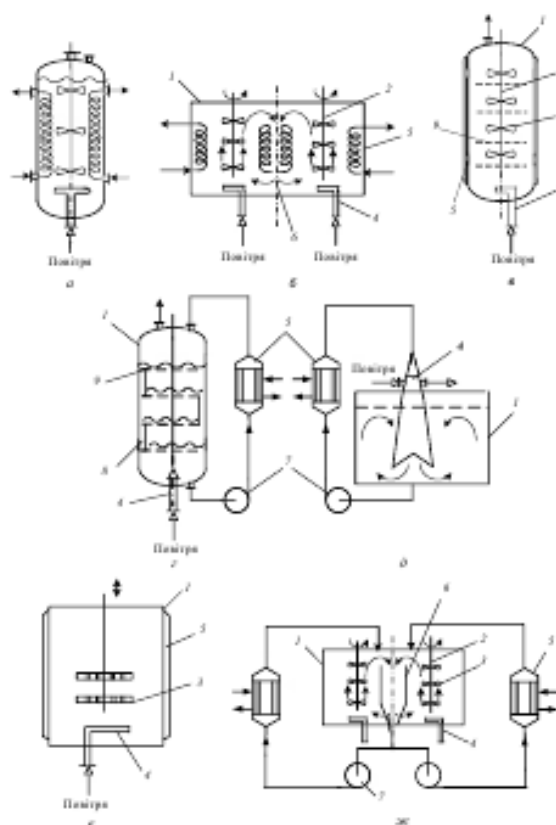


Рис. 1.4. Ферментатори з підведенням енергії газової та рідкої фази ФРГ:
 а – з мішалкою одновальною (ФРГМО); б – з мішалкою багатовальною (ФРГМБ);
 в – з мішалкою колонний (ФРГМК); г – з комбінованим підведенням енергії
 колонний (ФРГК); д – з комбінованим підведенням енергії (ФРГК);
 е – з вібромішалкою (ФРГВ); ж – з циркуляційним контуром (ФРГК); 1 – корпус;
 2 – вал; 3 – мішалка; 4 – розподільник повітря; 5 – теплообмінник; 6 – дифузор;
 7 – насос; 8 – пристрої для переливу; 9 – тарілки

Ферментатори з пристроєм для перемішування (підгрупа ФРГ) мають вал з лопатями (мішалками). Внизу апарат має розподільники газу (рухомі і стаціонарні), у середині нього знаходяться циркуляційні стакани та теплообмінники. Є ферментатори з виносними теплообмінниками.

У ферментаторах комбінованих (підгрупа ФРГК) з підводом енергії до рідкої фази одночасно мішалкою та насосом або тільки насосом повітря подається звичайним способом.

Перемішування та аерація

Перемішування важливо для:

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- інтенсифікації масопередачі системи газ-рідина, а також рідина-клітина;
- інтенсифікації теплопередачі при термостатуванні середовища;
- диспергування крапель рідини та газу;
- вирівнювання температури в об'ємі всього середовища;
- вирівнювання концентрації розчинних та нерозчинних речовин в об'ємі середовища.

За фізичним механізмом процеси, проходження яких прискорюється при перемішуванні, можна розділити на три групи:

1. Процеси переносу розчинних речовин, крапель клітин, інших частинок, газових бульбашок та тепла на відстані, що мають однакові розміри з розмірами апарата. Результат цього процесу характеризується ступенем однорідності концентрацій та температур.

2. Подрібнення крапель та бульбашок. Результат перемішування в цьому випадку характеризується діаметром крапель, що утворюються, або їхньою поверхнею. Цей результат визначається, головним чином, інтенсивністю мікромасштабної турбулентності.

3. Третя група утворює явище тепло – та масообмін на межі розділу рідина – газ, рідина – клітина, рідина – тверда поверхня.

Як правило, в результаті перемішування при культивуванні створюється турбулентний режим руху рідини. Але створити значну турбулентність по всьому об'єму апарата дуже часто не вдається. Тому намагаються, щоб ця рідинна пройшла крізь зони, де турбулентність найбільш інтенсивна. При цьому ефективність перемішування залежить як від ступеня турбулентності, так і від інтенсивності циркуляції. Це досягається шляхом барботування газу, застосуванням механічних мішалок та використанням циркуляційних насосів.

Пневматичне перемішування стисненим газом є малоефективним процесом, хоча витрати енергії порівнянні, а іноді більші, ніж при механічному перемішуванні.

Газорозподільні пристрої – барботери встановлюють в нижню частину ферментерів. Основні типи барботерів подані на рис 1.5.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

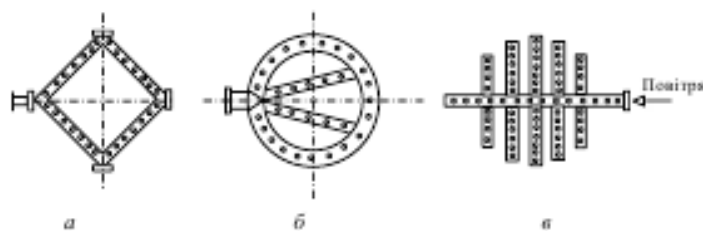


Рис. 1.5. Основні типи барботерів: а – прямокутний; б – кільцевий;
в – променевий

Основною вимогою до барботерів є рівномірність насичення рідини бульбашками повітря та утворення бульбашок малого розміру.

У ферментаторах бульбашки повітря мають діаметр від 1,5 до 10 мм. Швидкість їх підйому складає від 20 до 30 см/с.

Для інтенсифікації тепло- та масообміну барботажні апарати мають додаткові пристрої – дифузори. Дифузори забезпечують можливість циркуляції рідини в апараті.

Ферментатори з пневматичним перемішуванням. На рис. 1.6 показана схема ферментера з пневматичним перемішуванням (з аерліфтом).

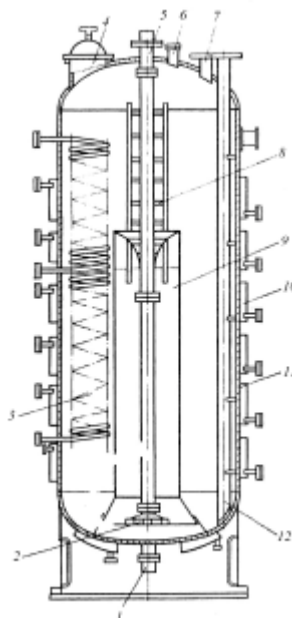


Рис. 1.6. Схема ферментатора з аерліфтом: 1 – штуцер для зливання рідини;
2 – аератор; 3 – внутрішній змійовик; 4 – люк; 5 – штуцер для подачі повітря;
6 – штуцер для відводу повітря; 7 – штуцер для завантаження; 8 – сходи;

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 – дифузор; 10 – секційна сорочка; 11 – корпус; 12 – труба перетискання

Вони прості за конструкцією, оскільки не мають механічних перемішуючих пристроїв, однак оскільки рух рідини має вертикальний напрямок, повітря, скоріше виходить з рідини, що призводить до більшої витрати стерильного аераційного повітря. Ферментери цього типу застосовують у випадку, коли не потрібний високий коефіцієнт масообміну з киснем, а рідина має малу в'язкість.

Існує значна кількість різноманітних конструкцій барботажно-аерліфтних ферментерів, що відрізняються за формою труби дифузора, кількості пристроїв для розподілення повітря.

Суттєвою модернізацією барботажних апаратів є створення колонних ферментаторів, що мають контактні пристрої та зовнішні циркуляційні контури. Контактні пристрої призначені для збільшення поверхні контакту між рідиною та газовою фазами, що здійснюються наступним чином:

- додатковим диспергуванням газу;
- розділенням рідкої фази на шари (секціонування);
- збільшенням локальних зон з підвищеним тиском.

Секціонування апарата по висоті здійснюється тарілками з організованим переливом (ковпачкові, клапанні, ситові) та провального типу (діркові, решітчасті). Газ у кожній секції барботує крізь незначний шар рідини, при цьому поверхня контакту фізично обновлюється на кожній тарілці, що збільшує швидкість розчинення кисню.

Колонний ферментер з контактними пристроями має наступні переваги:

- більш високу надійність в експлуатації;
- менші питомі витрати металу та більшу потужність;
- зниження рівня шуму;
- більші зручності в обслуговуванні та експлуатації.

Ферментатори з механічним перемішуванням. Механічне перемішування здійснюється мішалками. За типом потоку рідини, що створює мішалка в апараті,

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

розрізняють мішалки, які забезпечують тангенціальну, радіальну та осьову течію. При тангенціальній течії рідина в апараті рухається паралельно площині обертання мішалки. Найгірше перемішування відбувається у випадку, коли швидкість обертання мішалки дорівнює швидкості обертання рідини.

Радіальний рух – рідина рухається від мішалки до стінки апарата. Осьова течія направлена паралельно осі обертання мішалки. На рис. 1.7 подано рух рідини від двох типів мішалок.

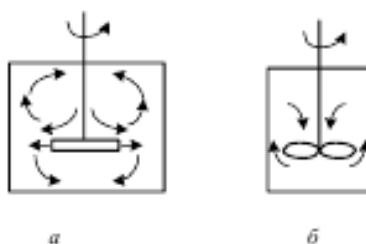


Рис. 1.7. Кінематичні моделі потоків рідини при роботі турбінних (а) та пропелерних мішалок (б)

При високих швидкостях лопатей мішалок, що створюють тангенціальну течію, утворюється воронка навколо вала. Для запобігання цього явища в апарат поміщають перегородки для відбивання, що сприяє утворенню місцевих закруглень рідини.

З усіх конструкцій найчастіше застосовують мішалки лопатеві, дискові та турбінні.

Конструкція мішалок має бути такою, щоб енергія її була направлена на створення турбулентних пульсацій (на мікрозмішування). Чим більшу швидкість має мішалка та чим менша її довжина, тим більша частина енергії перетворюється в турбулентність. Найкращий варіант – це створення багатоярусних мішалок.

Існують ферментери з верхнім та нижнім приводом мішалок. Для зручності обслуговування ферментатора краще нижнє розміщення приводу, при цьому звільняються верхня частина ферментера для ремонту, знижується навантаження на апарат, знижується металоємність, але ускладнюється ущільнення вала.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Менш складні в конструктивному плані ферментери з сумісним органом керування та перемішування – так званими самовсмоктувальними мішалками (рис. 1.8).

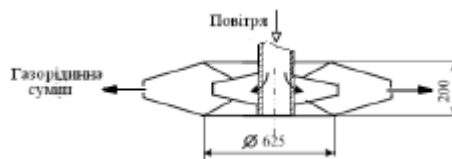


Рис. 1.8. Самовсмоктувальна мішалка

Завдяки відцентрованій силі при обертанні мішалки, рідина відкидається в сторони (на периферію), утворюється розрідження та всмоктується повітря.

Основним ферментатором для вирощування кормових дріжджів є апарат типу АДР-900-76, що працює на н-парафінах нафти, місткістю 900 м³ та безперервним культивуванням. Примусова рециркуляція культуральної рідини відбувається за допомогою радіальних перегородок та внутрішніх трубопроводів. Подача повітря для аерування культури здійснюється шляхом самовсмоктування.

У деяких країнах є конструкції ферментаторів, у яких перемішування та керування здійснюється за допомогою ежекторів.

Із апаратів з подачею енергії рідкої фази широкого розповсюдження набули струменеві ферментатори.

За допомогою циркуляційного насоса рідина всмоктується з нижньої частини ферментера та по напірному трубопроводу підводиться до ежектора (струменевий елемент). Сюди за рахунок розрідження надходить повітря. Перевагою струменевих ферментерів є висока експлуатаційна надійність завдяки відсутності внутрішніх пристроїв.

Найбільшого розповсюдження в мікробіологічній промисловості набули пристрої для аерування турбоежектором.

Турбоежектор – це здвоєна самовсмоктувальна конструкція мішалки з нижньою та верхньою горловинами. Турбоежектор (рис. 1.9) призначений для аерації та перемішування культуральних середовищ при вирощуванні мікроорганізмів, у тому числі дріжджів.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

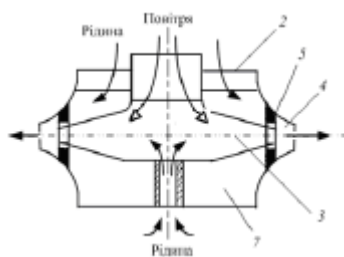


Рисунок 1.9. Турбодожетор з перфорованими кільцями

Культуральна рідина лопатками насоса (2) підхоплюється та направляється в проточну частину (7), діафрагмованими кільцями (5) розбивається на множини дрібних струменів. Останні дожджують повітря з вентилятора (3) та в соплі (4) утворюють газорідинну суміш, що лопатками диспергується в рідині. Турбодожетор дозволяє збільшити швидкість сорбції кисню в рідині.

Ферментатор з механічним перемішуванням барботажного типу. Ферментатор з підводом енергії рідкою та газовою фазами (рис. 1.10) широко застосовується для стерильних процесів вирощування мікроорганізмів – продуцентів біологічно активних речовин.

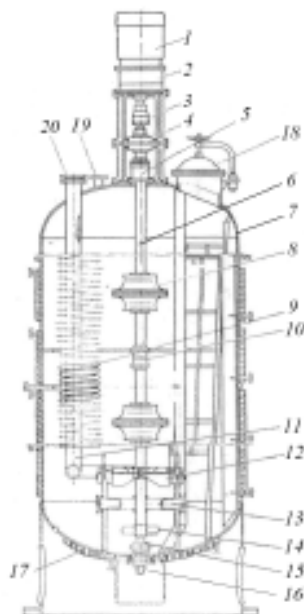


Рис. 1.10. Ферментатор з механічним перемішуванням барботажного типу:

- 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – муфта; 4 – підшипник; 5 – сальник;
 6 – вал; 7 – корпус; 8 – турбінна мішалка; 9 – змійовиковий теплообмінник;
 10 – муфта; 11 – труба для підведення повітря; 12 – лопатева мішалка;
 13 – барботер; 14 – гвинтова мішалка; 15 – опірний підшипник; 16 – штуцер;
 17 – сорочка; 18 – лаз-люк; 19 – патрубок завантаження;

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

20 – вхід повітря

Об'єм ферментатора 63 м³. Ферментатор цього типу являє собою вертикальний апарат циліндричної форми, виготовлений зі сталі X18H10T або біметалу з еліптичними кришками та днищем.

Відношення висоти до діаметра дорівнює 2,6:1. На кришці апарата розміщено привід пристрою для перемішування та механічного піногасника, штуцери для завантаження поживного середовища, посівного матеріалу, піногасника, подачі та виходу повітря, вікна для спостереження, запобіжний клапан та штуцери для приладів візуального контролю.

Для вивантаження культури в днищі апарата передбачено штуцер (16) всередині апарата проходить вал (6) із закріпленими на ньому пристроями для перемішування, що складається із закритих турбін (8) діаметром 600–1000 мм з лопатями шириною 150–200 мм, що розміщені в два яруси, третьої відкритої турбіни, що встановлена над барботером (13) для диспергування повітряних бульбашок. Барботер виготовлено у вигляді розбірного ромба з перфорованих труб. У верхній його частині розміщені в шаховому порядку 2000–3000 отворів.

Ферментатор обладнаний водяною сорочкою (17), що складається з 6–8 ярусів-секцій. Кожна секція складається з восьми навитих каналів, які виконані з профілю у вигляді кута розміром 60–100 мм. Площа поверхні охолодження сорочки 60 м². Внутрішня поверхня охолодження площею 45 м² складається із зміювиків (9) діаметром 600 мм з кількістю витків, яка дорівнює 23, при загальній висоті зміювика 2,4 м.

Ферментатор розрахований для роботи під надлишковим тиском 0,25 МПа та стерилізації при температурі 130–140 °С, а також для роботи під розрідженням. У процесі вирощування мікроорганізмів тиск усередині ферментера в межах 50 кПа, витрати стерильного повітря до 1 м³/м³ хв. Висота стовпа рідини в апараті 5–6 м при висоті апарата більше 8 м.

Ферментатор циліндричний. Конструктивно такий ферментатор зовні аналогічний ферментатору з механічним перемішуванням, але в ньому відсутні

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

механічні пристрої, що перемішують. Недоліком цього виду ферментатора є більше низька в порівнянні з ферментаторами з механічним перемішуванням величина робочого обсягу, особливо при роботі із сильно пінливими середовищами. Вони застосовуються в тих випадках, коли культура мікроорганізму не має потреби в інтенсивному перемішуванні і її в'язкості невелика.

Також існують ферментатори із самовсмоктувальною мішалкою (ферментатори системи Вальдгофа, з механічним перемішуванням й обертовими аераторами й ін.) рис 1.11; горизонтального типу; колонні ферментатори (струминні, з контактними пристроями й ін.) До недоліків ферментаторів з ежекційною системою аерації ставляться вібрація валів апаратів, забруднення поверхонь теплообміну й зменшення коефіцієнта тепловіддачі.

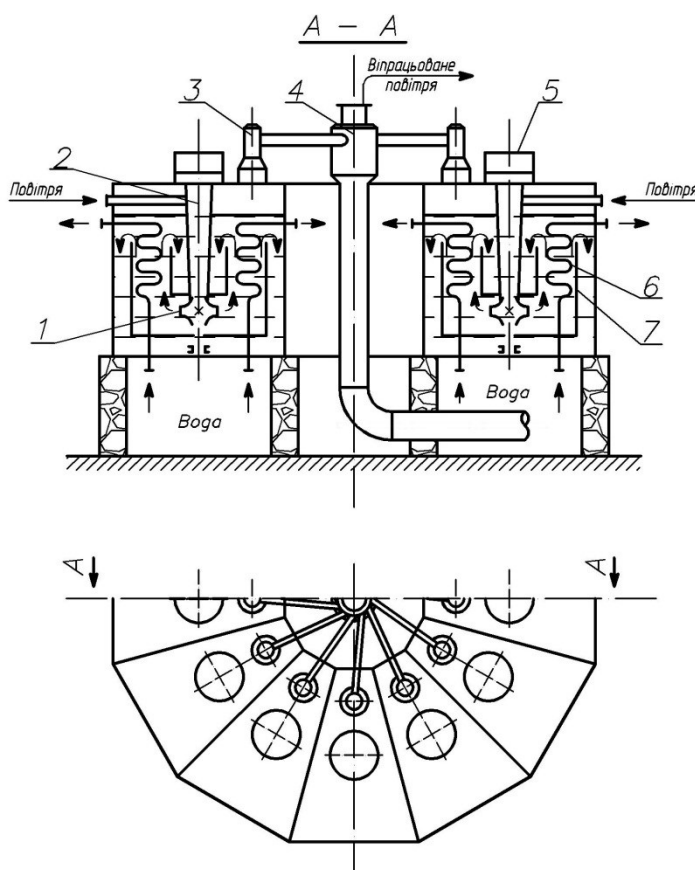


Рис. 1.11. Схема ферментера із турбоежекторними перемішувальними пристроями марки Б-50: 1 – ежекційний пристрій; 2 – повітропровід; 3 – піногасник; 4 – сепаратор; 5 – привід турбоежектора; 6 – теплообмінник; 7 – дифузор.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Ферментатор вертикального типу конструкції ЛенНІХімаша і ферментного відділення ВНІБіотехніка.

Для підвищення інтенсивності масообміну, зменшення питомої витрати стерильного повітря і підвищення активності культури розроблено новий тип ферментатора, що дозволяє здійснювати процес глибинного культивування при лінійних швидкостях потоку середовища 2 м/с і більше.

Ферментатор ФВО-40-0,6 представляє собою вертикальний циліндр, всередині якого розташовані: перемішуючий пристрій, що укріплений на валу; циркуляційна труба, аератор, теплообмінна камера, патрубки для підведення повітря, відводу культури і вихідних газів. Перемішуючий пристрій виконано у вигляді гвинта, що установлений в нижній частині циркуляційної труби. Над гвинтом розташовані направляючі лопатки (нижні-вертикально, а верхні-під горизонтальним кутом). Апарат забезпечений циркуляційною системою, що включає ежектор, підключений до нижньої частини апарату, насос, трубопроводи.

На кришці апарату змонтовано механічний піногасник, привід і чотири люки для введення механічної мийної головки. Для спостереження за процесом ферментації на корпусі розташовано 6 оглядових вікон. Ферментатор розрахований для роботи під надлишковим тиском не менше 0.3 МПа.

Для інтенсифікації процесу живильне середовище подається в апарат через ежектор. Культуральна рідина насосом забирається з апарату і нагнітається через сопло ежектора, за рахунок чого досягається висока степінь диспергування живильних речовин і утворення розвиненої поверхні контакту фаз.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вертикального та горизонтального типу з інтенсивним масообміном являються практично апаратами ідеального змішування, вони розраховуються і моделюються по числу Рейнольдса і швидкостями потоку.

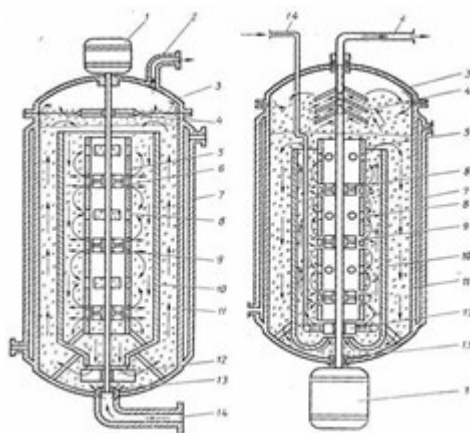


Рис 1.3. Ферментатор горизонтального типу: 1 - електродвигун; 2 - вихідний штуцер для повітря; 3 - кришка; 4 - піногасник; 5 - внутрішній дифузор; 6 - мішалка; 7 - сорочка; 8 - вхідні отвори для середовища; 9 - решітчасті отвори; 10 - зовнішній дифузор; 11 - корпус; 12 - насос; 13 - опорний підшипник; 14 - вхідний штуцер

Переваги апарату порівняно з вертикальним - менша метало- і енергоємність, відсутність застійних зон, легкість транспортування, що має важливе значення для апаратів великого об'єму.

Висновки. Пристрої для аерування та перемішування за принципом дії бувають з механічним перемішуванням та без нього. Частіше зустрічаються перші. Найбільш типовою системою є барботаж з механічною мішалкою. З усіх типів мішалок перевага віддається турбінним мішалкам, що забезпечують ефективне диспергування повітря при найбільшому ступені турбулізації. До систем з механічним перемішуванням належать вихрова аерація, самовсмоктувальна мішалка та система з використанням різних направляючих труб та дифузорів.

Вихрова аерація та самовсмоктувальні мішалки застосовують для апаратів невеликих розмірів (декілька м³).

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Конструкції з направляючими трубами та дифузорами застосовують для культивування значних об'ємів. Але ці системи сприяють значному піноутворенню. Тому їх застосовують у поєднанні з піногасниками.

У деяких випадках обходяться без механічної мішалки, що суттєво спрощує конструкцію апарата.

Однак при цьому збільшуються витрати повітря і відповідно витрати на його одержання та стерилізацію.

Високий ступінь аерації можна одержати за допомогою ежекторів з виносними насосами або високошвидкісною мішалкою. Об'єм апаратів з ежекторами декілька сотень метрів кубічних. Однак ежекторна система ускладнює асептику та сприяє піноутворенню.

					Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування

Серед усього розмаїття способів проведення процесів біотехнології найбільш складним процесом є регульований з дотриманням умов асептики. Крім того для проведення процесу в асептичних умовах необхідне введення додаткових стадій, що передбачає подачу у ферментатор стерильного повітря.

Створюється й підтримується необхідний режим в апараті для розмноження клітин продуцента (температуру, аерацію й перемішування), а потім контролюють й оцінюють розвиток культури.

Біосинтез цільового продукту у ферментаторі відбувається при заданих температурному режимі, аерації, перемішуванні, рН культуральної рідини. Величину рН регулюють періодичною подачею аміачної води. У випадку утворення піни подають стерильний піногасник зі спеціального апарата по сигналі датчика рівня піни.

При проведенні ферментації в нестерильних умовах живильне середовище й повітря для аерації не стерилізують, але посівний матеріал завжди вирощують на стерильних живильних середовищах у з асептичних умовах.

Більшість виробництв в мікробіології потребують стерильного середовища, тому питання стерилізації є одним із головних. Мікробіологічне виробництво є залежним від кількості повітря, тому на стерилізацію витрачається багато енергії. Це призводить до великих енергозатрат, відповідно вартість отриманого біоматеріалу висока.

Ознайомившись з рядом обладнання вітчизняного та закордонного виробництва ми можемо зробити висновок, що все ж таки закордонні апарати для культивування більш зручні і надійні в експлуатації, та легше ремонтуються. В останні роки розроблено конструкції ферментаторів, що дозволяють значно інтенсифікувати процес розвитку мікроорганізмів у рідкому середовищі та

					180278.ДП.02.002.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Техніко-економічне та соціальне обґрунтування	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Супруненко Р.О						
Перевір.		Житнецький					1	2
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

великих швидкостей циркуляції.

Наведені чинники обумовлюють високу економічну ефективність даного способу. У зв'язку з цим глибинне культивування знаходить все більш широке поширення як в нашій країні, так і за кордоном.

В даному дипломному проєкті було проведено модернізацію вузла ущільнення, яка дозволяє зменшити витрати на сальникове ущільнення і покращити надійність. Суть модернізації полягає в розробленні нової конструкції ущільнення. Сальникове ущільнення розташоване на валу в верхній частині апарату(закріплене з кришкою) має шість слоїв набивки і отвори для стерилізації. Під час роботи ферментатора до сальникового ущільнення подається стерильне повітря.

Запропоноване технічне рішення не потребує мінімальних затрат на модернізацію обладнання, є доцільним та економічно вигідним.

					Техніко-економічне та соціальне обґрунтування	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції

Джерелом збалансованих по амінокислотному складі білків є клітини міцелію та багатьох мікроскопічних грибів. По своїх властивостям білки грибів наближаються до білку сої й м'яса. Внаслідок чого вони можуть використатися не тільки для готування білкових концентратів, але і як добавка в їжу. Сировиною для промислового вирощування мікроскопічних грибів звичайно служать рослинні відходи, що містять клітковину, геміцелюлозу, лігнін.

У даний час у процесі дослідження відібрані не токсичні швидкозростаючі штами мезо- і термофільних грибів для промислового культивування. У порівнянні із дріжджовими білки мікроскопічних грибів відрізняються підвищеним вмістом сірковмісних амінокислот і краще засвоюються організмом. Концентрація нуклеїнових кислот у грибному міцелії (1 – 4 % від сухої маси) майже така ж, як у тканинах рослинного організму. Разом з тим у біомасі грибів значно менше, ніж у дріжджах, синтезується білків й у них відносно повільніше відбувається ріст біомаси.

Нижчі міцеліальні гриби, культивовані на целюлозо- та лігнінвмісних рослинних відходах, внаслідок їхньої здатності синтезувати комплекс гідролітичних ферментів розкладають целюлозу й лігнін до простих речовин, з яких утворюються амінокислоти й білки. З метою прискорення росту грибів проводиться попереднє оброблення рослинної сировини, що підвищує доступність його компонентів для використання мікроорганізмами. Найчастіше застосовують кислото-лужний спосіб оброблення целюлозо- та лігнінвмісних відходів, оброблення під тиском.

Після оброблення аміаком і каустичною содою відбувається повне або часткове розкладання полісахаридів і лігніну, що забезпечує прискорений ріст грибною маси й скорочення терміну промислового культивування грибів.

					180278.ДП.02.003.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Супруненко Р.О			Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Житницький							1	6
Реценз.								НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.										
Затверд.		Гавва О.М.								

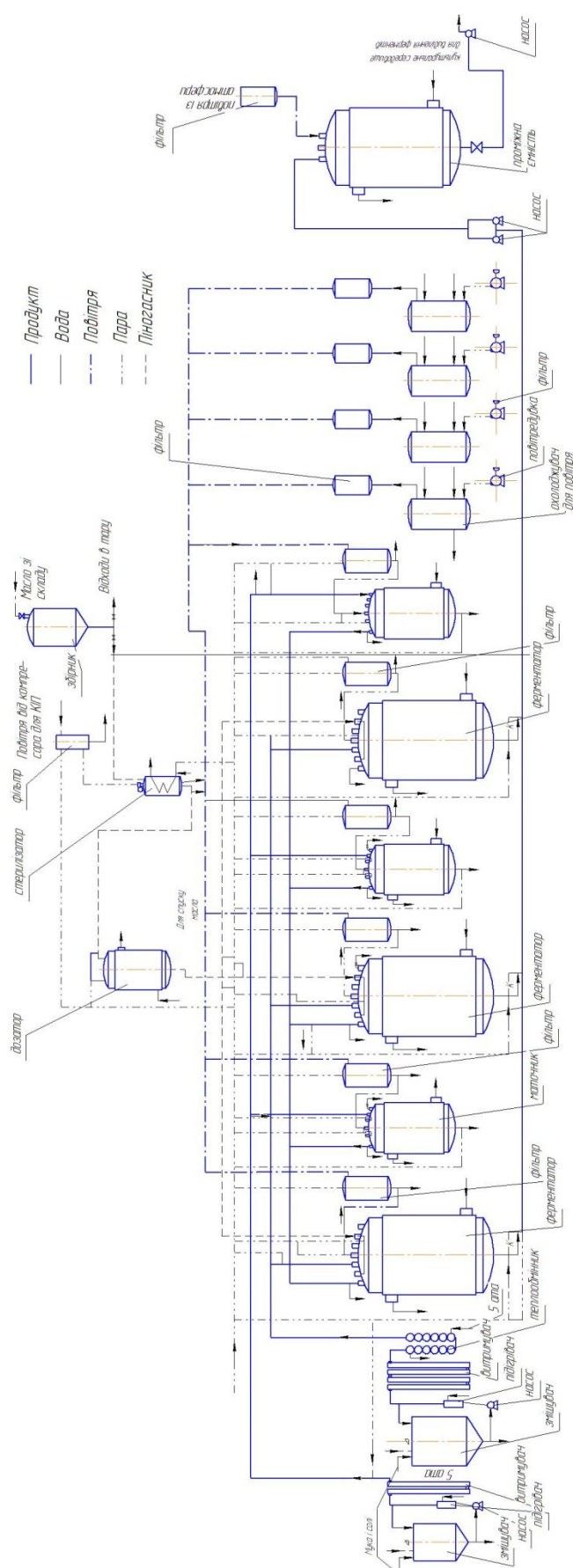
Високий коефіцієнт використання сировини звичайно досягається при вирощуванні грибів на гідролізатах рослинних відходів і рідких відходів деревопереробної й целюлозно-паперової промисловості. Для цього застосовують метод глибинного культивування, як і при вирощуванні кормових дріжджів. З метою більше повного використання сировини також практикується спільне культивування грибів і бактерій. Поряд з використанням рослинних відходів розроблені також технології по переробці в грибовий білок торфу, гною, екскрементів тварин.

Глибинне культивування мікроорганізмів - продуцентів біологічно активних речовин - є найбільш складним і тонким процесом одержання продуктів мікробного синтезу. Біосинтез мікроорганізмів біологічно активних речовин залежить від таких факторів, як температура, рН середовища й концентрація культури, концентрація розчиненого кисню, тривалість культивування, будова і матеріал устаткування, у якому відбувається процес, і ін.

Лінія вирощування виробничої культури (рис.3.1) складається з:

1 - змішувач для середовища для вирощування маточної культури; 2 - вихровий насос; 3 - підігрівник середовища для маточної культури; 4 - витримувач нагрітого середовища для маточної культури; 5 - змішувач для середовища, що направляється у ферментатор; 6 - насос; 7 - підігрівник середовища для виробничої культури; 8 - витримувач; 9 - теплообмінник для охолодження середовища; 10 - ферментатор; 11 - маточник; 12, 18, 19, 23 - індивідуальні фільтри для повітря; 13 - дозатор для піногасника; 14 - стерилізатор для піногасника; 15 - збірник для піногасника; 16 - повітродувка; 17 - охолоджувач для повітря; 20 - проміжна ємкість для готової культури; 21 - насос; 22 - повітряний фільтр масляний комірковий; 24 - повітряний фільтр зі скляною ватою; 25 - загальний фільтр для повітря.

					Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

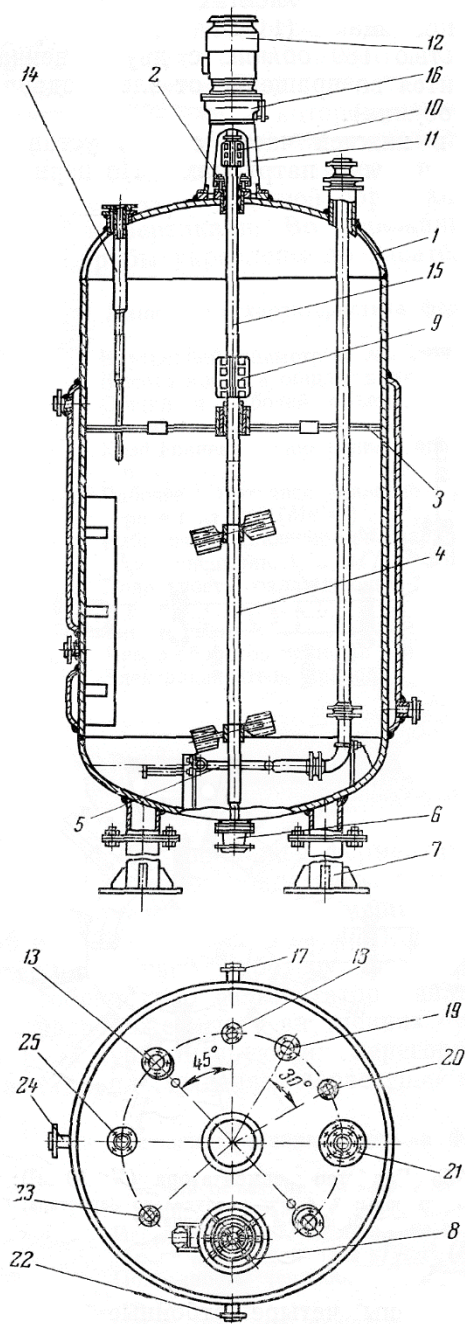


Рис. 3.1. Лінія вирощування виробничої культури

Поживне середовище для посівної культури починають готувати в змішувачі 1, в який задають воду з розрахунку отримання посівного середовища в об’ємі 10 % від виробничого середовища, що задається у ферментатор; до цього середовища додають борошно та мінеральні інгредієнти. Приготування

					Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середовища проводять при інтенсивному перемішуванні; при цьому не допускається виникнення грудочок. Отримана маса перекачується насосом 2 через теплообмінник 3, в якому вона нагрівається відкритою парою до 130 °С. Нагріте середовище поступає в витримувач 4, у якому воно знаходиться на протязі 15 хв. й остаточно стерилізується. Із витримувача гаряча маса поступає в маточник 11, тут вона охолоджується холодною водою через сорочку до 30...32 °С. Потім в середовище додають посівну культуру через запалений факел. Для цього в маточнику знаходиться отвір, що закривається пробкою.

Вирощування посівної культури здійснюють протягом 24...40 год. (в залежності від виду культури) при 30...32 °С, при безперервному перемішуванні та продуванні її стерильним повітрям в кількості 40...50 м³/(м³·год) аераційної рідини. Вирощену посівну культуру передавлюють стерильним повітрям у виробничий ферментатор, який до цього часу повинен бути заповнений простерилізованою масою, охолодженою до 30 °С. Після звільнення від посівної культури маточник ретельно промивають, перевіряють на герметичність і стерилізують парою на протязі 2 годин.

Загальна тривалість виробничого циклу маточника складає 44 години: заповнення - 0,5 год.; охолодження – 2 год.; посів - 0,5 год.; вирощування – 36 год.; спускання культури - 1; миття, ревізія, перевірка на герметичність – 3 год.; стерилізація обладнання - 2.

Середовище для вирощування виробничої культури в ферментаторах підготовлюють в окремому змішувачі 5 (V=20 м³), оснащеному механічною мішалкою; сюди додають ті ж самі інгредієнти, що й для посівної культури. Після ретельного перемішування підготовлене середовище насосом 6 перекачують через підігрівник 7 у витримувач 8. В теплообміннику підготовлене середовище підігрівають відкритою парою до 130 °С. При цій температурі вона знаходиться у витримувачі на протязі 15 хв безперервно переміщаючись по його секціям до виходу. За цей час середовище остаточно стерилізується. З витримувача середовище поступає в теплообмінник 9, в якому вона охолоджується до 30 °С;

					Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звідси середовище направляється у ферментатор 10, який до того часу має бути ретельно вимитий та простерилізований.

Після заповнення ферментатора середовищем в нього з маточника додають посівну культуру, потім запускають механічну мішалку та подають повітря. Вирощування мікроорганізмів здійснюється при безперервній подачі повітря та інтенсивному перемішуванні середовища, що забезпечує інтенсифікацію процесів обміну, які відбуваються при життєдіяльності мікроорганізмів. Культура вирощується протягом 48...52 годин і більше при температурі середовища 30...32 °С. Температура середовища регулюється шляхом відведення надлишкового тепла, що виділяється мікроорганізмами в процесі біосинтезу та водою, що подається в сорочку апарата.

Для контролю процесу в кришці апарата знаходяться люк з скла, через який періодично відбирають проби культури через спеціальні пробовідбірники. При вирощуванні культури на середовищах постійно утворюється піна в процесі ферментації, для її гасіння в апарат подають рідкий піногасник (масло, кашалотовий жир). Перед подачею в апарат піногасник стерилізують шляхом нагрівання його глухою парою в спеціальному апараті 14. Після стерилізації піногасник в тому ж апараті охолоджують до 30...32°C, потім продавлюють його стиснутим стерильним повітрям в дозатор 13; звідси по загальній комунікації піногасник може подаватись в будь-який ферментатор самопливом. Для очищення повітря, його пропускають через фільтр, оснащений спеціальною фільтрувальною тканиною, що забезпечує біологічну стерильність повітря.

Готову глибинну культуру цвілевих грибів з ферментатора перекачують відцентровим насосом 21 в проміжний збірник 20, де вона охолоджується водою через сорочку до 15 °С. Із збірника культуру по мірі необхідності насосом перекачують в цех на подальше перероблення.

Порожній ферментатор, ретельно миють, перевіряють на герметичність і стерилізують при надлишковому тиску 2 кг/см² на протязі 2 годин

Загальна тривалість циклу роботи ферментатора складає 60 годин: заповнення середовищем – 3 год.; подача посівного матеріалу – 1 год.;

					Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виросування культури – 50 год.; перекачування готової продукції – 1 год.; миття апарата – 2 год.; перевірка герметичності – 1 год.; стерилізація – 2 год.

При вирощуванні культур цвілевих грибів глибинним методом особливу увагу звертають на забезпечення стерильності повітря, що подається в ферментатор, задля запобігання потрапляння інфекції в апарат. Повітря в ферментатор подають повітродувкою 16 від 15 до 50 м³/год. на 1м³ аераційної культури.

Для попереднього очищення повітря від механічних домішок його пропускають через масляні фільтри 22, що встановлені на всмоктувальній частині повітродувки. На нагнітальному трубопроводі кожної повітродувки встановлені загальні повітряні фільтри 25. Загальний фільтр представляє собою сталевий вертикальний циліндр, заповнений двома шарами скляної вати висотою по 200 мм та шаром активованого вугілля між ними висотою 600 мм. Для остаточного біологічного очищення повітря на трубопроводах перед кожним апаратом встановлюють індивідуальні фільтри з спеціальною тканиною.

Тиск повітря, який повинна забезпечити повітродувна машина, визначається опором повітряного тракту, висотою стовпа рідини в ферментаторі і надлишковим тиском, що підтримується в апараті над шаром рідини. Сумарний повітряний напір для ферментатора складається з опорів в Па: в повітроводах - 0,98...1,96; в повітряних фільтрах - 4,9; в барботері - 0,98...1,47, стовп рідини в ферментаторі - 2,94...4,9; тиск в апараті над шаром рідини - 1,96...2,94.

В повітряному об'ємі ферментатора над шаром рідини підтримується надлишковий тиск до 2,45 Па для запобігання проникнення інфекції всередину апарату.

					Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання

При вирощуванні грибів в рідких живильних середовищах використовують спеціальні апарати – ферментатори, в яких передбачено інтенсивне перемішування середовища, підведення повітря й відведення біологічного тепла.

До конструкції ферментатора встановлюють високі вимоги по відношенню до герметичності. Апарати виготовляють у співвідношенні з вимогами Держгортехнагляду. Зварювання швів повинне бути щільним. Вплив вологи на зварні шви при гідравлічному випробуванні не допускається, так як це може призвести до потрапляння інфекції в культуральне середовище. Необхідно також забезпечувати щільність сальника робочого вала ферментатора, ущільнень, люків і фланцевих з'єднань. Апарат виготовляють з нержавіючої або двошарової сталі.

В даному проекті розглядається ферментатор з механічним перемішуванням (турбінна мішалка) й пневматичною подачею повітря (барботер).

					180278.ДП.02.004.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Супруненко Р.О			Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Житнецький					1	5
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

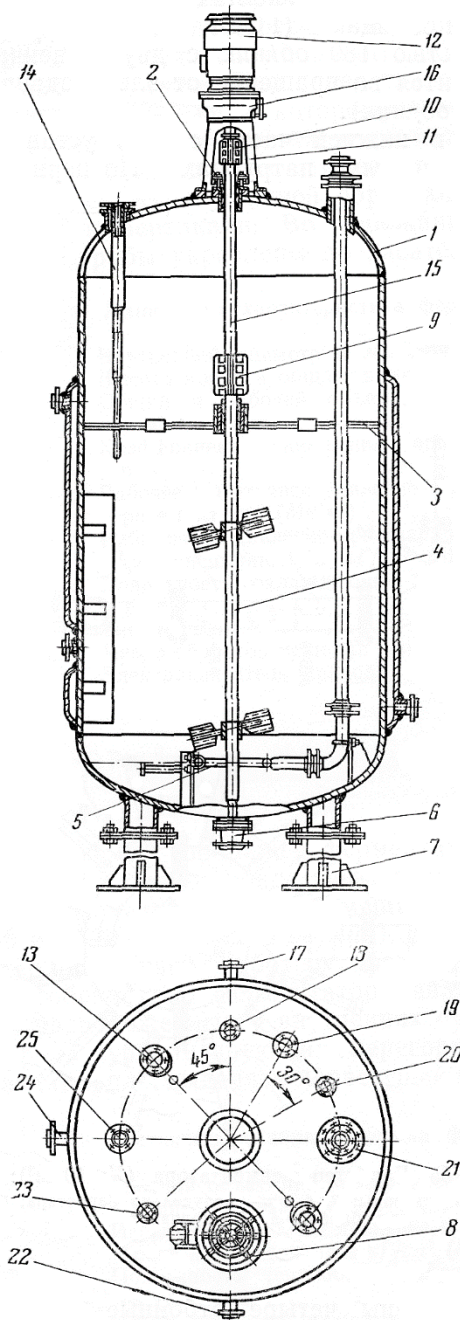


Рис. 4.1. Ферментатор з механічним перемішуванням: 1 - корпус; 2 - сальник; 3 - тяги; 4 - вал з мішалками; 5 - барботер; 6 - підп'ятник; 7 - стійка; 8 - лаз-павук; 9, 10 - муфти; 11 - стійка; 12 - електродвигун; 13 - оглядове скло; 14 - гільза для термометра; 15 - проміжний вал; 16 - редуктор; 17, 18, 19 - штуцери для виходу води, для гільзи термометра та для наповнення; 20, 21, 22 - штуцери для завантаження посівного середовища, для барботера і подачі води; 23, 24, 25 - штуцери для манометра, відбору проби та виходу повітря.

					Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Корпус ферментатора вертикальний циліндричний з еліптичним днищем (ГОСТ 6533-53). В корпусі 1 обертається вал 4 з швидкістю 180 об/хв. з двохступінчатою турбінною мішалкою. Вал приводиться в рух електродвигуном.

Для подачі повітря в середовище в нижній частині апарату встановлено барботер (рис. 4.2) 5 кільцевого типу з 12 променевими патрубками. По периферії внутрішньої стінки корпуса розташовані чотири відбійні пластини, призначені для турбулізації рідини і запобігання кругового обертання рідини з утворенням вирви.

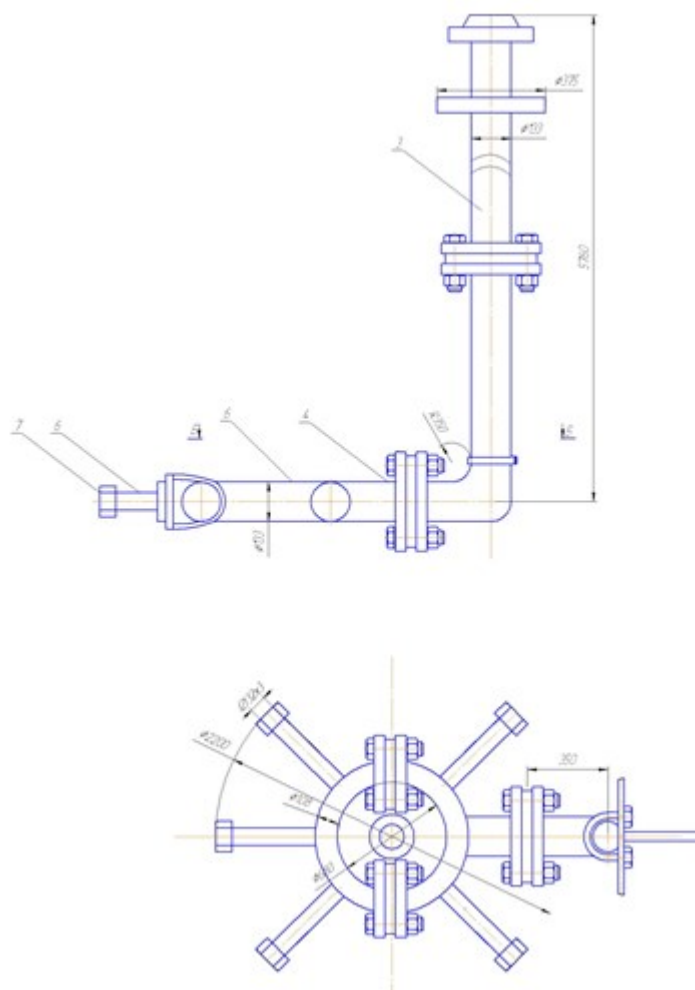


Рис. 4.2. Барботер ферментатора: 1, 2 повітропроводи; 3, 4, 5 півкільце барботера; 6 – промінь барботера; 7 - ковпачок

Із зовнішньої сторони корпус оснащений сорочкою, в яку подають воду для відведення тепла, що виділяється культурою мікроорганізмів, що розвиваються.

					Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль та регулювання температури середовища здійснюється датчиком температури, встановленим в гільзу 14.

Мішалка представляє собою диск, посажений на вал, що обертається, до якого болтами прикріплено 6 лопатей з профілем, що забезпечує розсікання рідини з невеликим лобовим опором та відкидання її по складній гвинтовій траєкторії.

Для забезпечення герметичності вала використовується сальник 2, який з'єднано з корпусом ферментатора і посаджено на вал 4 що обертається .

Запропонованим технічним рішенням є модернізація сальникового ущільнення. Модернізація даного ущільнення спрямована на підвищення надійності ущільнення спрощення його конструкції порівняно із торцевим ущільненням, яке також досить часто застосовується для ущільнення вала ферментатора. На рис. 4.3 показана схема ущільнення валу за допомогою шести шарів сальникової набивки, попередньо обробленої 0,5 %-вим розчином кришталевого фенолу; ущільнення прижимається втулкою за допомогою болтів. Сальникова набивка 3 закладається між валом 1 і перфорованим стаканом 4.

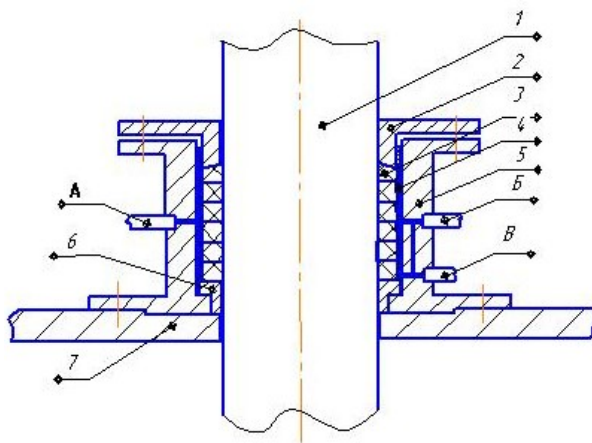


Рис. 4.3. Сальникове ущільнення вала ферментатора: 1 - вал; 2 - натиксна втулка; 3 - набивка; 4 - перфорований стакан; 5 - корпус сальникового ущільнення; 6 - утримуюче кільце; 7 – корпус; А - штуцер для стерильного повітря; Б - штуцер для підводу пари; В - штуцер для відводу конденсату

					Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

До отворів стакану підводиться штуцер Б, по якому поступає пара для стерилізації ущільнення. Стерилізація проводиться при температурі 135 °С впродовж однієї години. Конденсат стікає до нижньої частини штуцера В. По закінченні процесу стерилізації штуцер відводу конденсату перекривається і через штуцер А поступає стерильне повітря, який заповняє ущільнюючий прилад. На протязі всього процесу культивування тиск повітря підтримується на рівні 0,2...0,3 МПа.

					Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Вибір конструкційних матеріалів

Специфічні умови фармацевтичних виробництв: корозійно-активні середовища, миючі і дезінфікуючі розчини, підвищена температура, висока швидкість протікання робочих середовищ, значні перепади тиску і т.д. визначають особливі вимоги до вибору матеріалів при конструюванні технологічного обладнання.

Однією з основних вимог до матеріалів, що використовуються для технологічного обладнання, являється їх висока корозійна стійкість. Також ці матеріали руйнуються під дією органічних середовищ.

При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я на його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем фармацевтичного виробництва; корозійну стійкість при довгій 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; економічну доцільність.

Виходячи з цього можна сказати, що термін роботи апарату визначатиметься головним чином властивостями вибраних матеріалів, їх зносостійкістю. Саме тому одним із основних напрямів збільшення терміну служби та надійності роботи апарату є правильний вибір конструкційних матеріалів. До конструкцій ферментаторів пред'являються високі вимоги стосовно забезпечення герметичності. Апарати виготовляють у відповідності з вимогами Держтехстандарту України. Необхідно також забезпечити щільність сальника робочого валу ферментатора, ущільнень люка та фланцевих з'єднань.

					180278.ДП.02.005.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір конструкційних матеріалів	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Супруненко Р.О						
Перевір.		Житнецький					1	2
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

В середині апарата знаходиться агресивне середовища всі елементи виготовляється зі сталі 12X18H10T (ГОСТ 4986 – 79). Матеріал опори реактора сталь Ст.3сп (ГОСТ 380 – 94).

Для виготовлення кріпильних елементів вибрано сталь 35Х ГОСТ 7798 – 70 для болтів та ГОСТ 5915 – 70 для гайок. Ущільнення виготовлено із пароніту ПОН-А за ГОСТ 481-80.

					Вибір конструкційних матеріалів	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

6. Розрахункова частина

Визначити основні конструктивні та енергетичні показники ферментатора з загальним об'ємом $V_{\text{заг}}=140 \text{ м}^3$, призначеного для вирощування культур цвілевих грибів на штучних середовищах з наступними параметрами:

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

Динамічна в'язкість $\mu=0,00143 \text{ н}\cdot\text{сек/м}^2$.

Теплоємність $c=1 \text{ ккал/(кг}\cdot\text{град)}$, або $c=3840 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{град)}$.

Коефіцієнт теплопровідності $\lambda=0,516 \text{ ккал/(кг}\cdot\text{м}\cdot\text{град)}$ [$0,58 \text{ Вт/(м}\cdot\text{град)}$].

Робочий тиск при стерилізації паром – $0,3 \text{ МПа}$

Коефіцієнт заповнення $K=0,7$.

Робочий об'єм апарату $V_p=V_{\text{заг}}\cdot K=0,7\cdot 140=98 \text{ м}^3$.

Внутрішній діаметр апарату приймаємо $D_{\text{вн}}=3000 \text{ мм}$.

Еліптичні днища для апарату такого діаметра мають такі показники, згідно з ГОСТ 6533-53: внутрішній діаметр $D_{\text{вн}}=3000 \text{ мм}$; висота еліптичної частини $h_b=1125 \text{ мм}$; висота відбортовки $h=100 \text{ мм}$; внутрішня поверхня $F=23,36 \text{ м}^2$; ємність днища $V_{\text{дн}}=13,482 \text{ м}^3$; товщина стінки днища $S=20 \text{ мм}$;

Згідно з ГОСТ 6533-53 приймаємо співвідношення:

$$h_e = 0,25D_{\text{вн}}; \quad h \geq 2S.$$

Повний об'єм ферментатора

$$V_n = V_u + 2V_{\text{дн}} = 60 \text{ м}^3.$$

Об'єм циліндричної частини ферментатора

$$V_u = V_n - 2V_{\text{дн}},$$

де $V_{\text{дн}}$ – об'єм еліптичних днищ; $V_{\text{дн}}=13,483 \text{ м}^3$.

$$H_u = \frac{V_n - 2V_{\text{дн}}}{F} = \frac{60 - 2 \cdot 13,483}{0,785 \cdot 3^2} = 4,675 \text{ м},$$

					180278.ЛП.02.006.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахункова частина			
Розроб.		Супруненко Р.О						
Перевір.		Житнецький						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.			Літ. Арк. Акрюшів 1 15 НУХТ ОФ 4-14			

де F – площа перерізу ферментатора по внутрішньому діаметру;

$$F = 0,785 D_{\text{вн}}^2.$$

Загальна висота ферментатора

$$H_{\text{заг}} = H_{\text{ц}} + 2(h_{\text{в}} + h) = 4.676 + 2(1,125 + 0,1) = 7.12 \text{ м.}$$

6.1 Розрахунок ферментатора на механічну міцність

Після кожного циклу вирощування культури ферментатор ретельно миють та стерилізують відкритою парою під надлишковим тиском $p=3$ ат ($t_{\text{нас}}=142,9^\circ\text{C}$), або $p = 3 \cdot 98,1 = 294,3 \text{ кН/м}^2$. У зв'язку з цим його елементи розраховують на механічну міцність згідно нормам Держміськтехнагляду. Матеріал ферментатора Ст.3(ГОСТ 380-60).

Товщину стінки S циліндричної обичайки визначаємо за формулою:

$$S = \frac{p D_{\text{вн}}}{230 \varphi \sigma_{\text{доп}} - p} + C = \frac{3 \cdot 3000}{230 \cdot 0,9 \cdot 11,17 - 3} + 3 = 3,89 \text{ мм,}$$

де $\varphi=0,9$ – коефіцієнт міцності зварного шва;

$\sigma_{\text{доп}}=11,17 \text{ кГ/мм}^2$ – допустиме напруження на розтяг;

$C=3 \text{ мм}$ – прибавка на зношення до розрахункової товщини стінки.

Для отримання міцного зварного шва на стику з днищем з товщиною стінки 20 мм приймаємо $S_{\text{ц}}=20 \text{ мм}$.

Гідравлічне випробування ферментатора згідно з нормами Держміськтехнагляду повинне проводитись під тиском

$$p_z = p_p + 2 = 3 + 2 = 5 \text{ кГ/см}^2$$

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

Гідравлічний випробувальний тиск при висоті стовпа рідини $H_{\text{ж}}=4,25 \text{ м}$

$$p_u = p_z + p_{\text{ж}} = 5 + 0,425 = 5,425 \text{ кГ/см}^2.$$

Гідростатичний тиск стовпа рідини

$$p_{\text{ж}} = 0,1 H_{\text{ж}} = 0,1 \cdot 4,25 = 0,425 \text{ кГ/см}^2.$$

					Розрахункова частина	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустиме напруження матеріалу при гідравлічному випробуванні посудини повинне задовольняти вимогу згідно формулі:

$$\sigma = \frac{[D_{\text{вн}} + (S - C)]p_u}{2(S - C)\eta} \leq \frac{\sigma_m}{1,2},$$

де $S=2$ см – прийнята товщина стінки обичайки;

σ_T – границя текучості матеріалу; для Ст.3 $\sigma_T=2400$ кГ/см²;

$\eta=0,9$ – коефіцієнт міцності зварного шва.

Підставивши цифрові значення маємо:

$$\sigma = \frac{[300 + (2 - 0,3)] \cdot 5,425}{2(2 - 0,3) \cdot 0,9} = 478,89 \text{ кГ/см}^2$$

$$\sigma \leq \frac{\sigma_T}{1,2} = \frac{2400}{1,2} = 2000 \text{ кГ/см}^2$$

Отже, міцність стінки ферментатора при гідравлічному випробуванні не порушується.

Товщину стінки еліптичних днищ визначимо за формулою:

$$S_{\text{дн}} = \frac{pD_{\text{вн}}}{400K\sigma_{\text{дон}}\varphi - p} \cdot \frac{D_{\text{вн}}}{2h_g} + C = \frac{3 \cdot 3000}{400 \cdot 0,5 \cdot 11,7 \cdot 1 - 3} \cdot \frac{3000}{2 \cdot 1125} + 5 = 10,13 \text{ мм},$$

де $\varphi=1$ – коефіцієнт міцності зварного шва;

C – прибавка на корозію, зношування та інші несприятливі фактори; приймаємо C на 2 мм більше, ніж для циліндричної частини; $C=5$ мм.

Безрозмірний коефіцієнт, що враховує послаблення днища отвором найбільшого діаметра,

$$K = 1 - \frac{d}{D_{\text{вн}}} = 1 - \frac{600}{3000} = 0,5,$$

де $d=600$ мм – діаметр лазу в днище.

Згідно з ГОСТ 6533-53 еліптичні днища з внутрішнім діаметром $D_{\text{вн}}=3000$ мм прийняті з мінімальною товщиною стінки 20 мм. У зв'язку з цим приймаємо товщину днища $S_{\text{дн}}=20$ мм. Товщину циліндричної стінки $S_{\text{ц}}$ ферментатора остаточно приймаємо з міркувань забезпечення жорсткості конструкції: $S_{\text{ц}}=20$ мм.

					Розрахункова частина	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В днищах і циліндричній частині ферментатора є отвори, що неукріплені накладками, відбортовкою та ін.

Максимально допустимий діаметр неукріпленого отвору в циліндричній частині не повинен перевищувати розмірів, що визначаються за формулою:

$$d_u = 8,1 \cdot \sqrt[3]{D_{\text{вн}}(S_u - C_u)(1 - K)} = 8,1 \cdot \sqrt[3]{3000 \cdot (20 - 3) \cdot (1 - 0,197)} = 280 \text{ мм.}$$

Визначаємо коефіцієнт К:

$$K = \frac{D_{\text{вн}} p}{(230 \sigma_{\text{дон}} - p)(S_u - C_u)} = \frac{3000 \cdot 3}{(230 \cdot 11,7 - 3)(20 - 3)} = 0,197$$

де $C_u = 3$ мм – надбавка до розрахункової товщини стінки апарату.

В циліндричному корпусі апарата, що розраховується всі отвори мають діаметр, менший 310 мм; отже, такий діаметр отвору допустимий без укріплення. Найбільший допустимий діаметр неукріплених отворів у випуклих днищах визначається за формулою:

$$d_{\text{он}} = 0,95 D_{\text{вн}} (1 - K_1) = 0,95 \cdot 3000 (1 - 0,171) = 2363 \text{ мм.}$$

Визначаємо коефіцієнт K_1 :

$$K_1 = \frac{p}{400 \sigma_{\text{дон}}} \left[\frac{D_{\text{вн}}}{S_{\text{вн}} - C_{\text{вн}}} \cdot \frac{D_{\text{вн}}}{2h_g} - 1 \right] = \frac{3}{400 \cdot 11,7} \left[\frac{3000^2}{(20 - 5) \cdot 2 \cdot 1125} \right] = 0,170$$

Всі отвори в днищах ферментатора, що розраховується мають діаметр, що менший за 2363 мм, отже, вони допустимі.

6.2 Розрахунок механічної мішалки ферментатора

Перемішуючий пристрій розраховуємо згідно з нормами НДІхімашу ОН-12-23-61. При глибинному вирощуванні цвілевих грибів розвивається міцелій, що має волокнисту структуру та підвищує в'язкість середовища, внаслідок чого погіршується перемішування та аерація середовища. Для інтенсивного перемішування такої рідини рекомендується застосовувати турбінні мішалки. Діаметр турбінної мішалки згідно нормі $d_M = (0,3 - 0,33) D_{\text{вн}}$.

$d_M = 0,3 \cdot 3000 = 900$ мм ($D_{\text{вн}} = 3000$ мм – внутрішній діаметр ферментатора).

					Розрахункова частина	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо для більш ефективного перемішування здвоєну шестилопатеву турбінну мішалку(на одному валу три мішалки) з діаметром $d_M=900$ мм.

Для перемішування середовища з в'язкістю $\mu=0,00143$ н·сек/м² рекомендується колова швидкість мішалки $\omega=7$ м/сек.

Кількість обертів мішалки

$$n = \frac{\omega}{\pi d_M} = \frac{7}{3,14 \cdot 0,9} = 2,47 \text{ об/сек.}$$

Так як середовище культур цвілевих грибів,що ростуть, потрібно інтенсивно перемішувати, то приймаємо $n=3$ об/сек =180 об/хв.

Потужність,що споживається одною мішалкою на перемішування середовища, без врахування впливу допоміжних пристроїв

$$N_M = K_N \rho_C n^3 d_M^5 = 0,847 \cdot 1040 \cdot 3^3 \cdot 0,9^5 = 14,044 \cdot 10^3 \text{ Вт,}$$

де $\rho_v=1040$ кг/м³ – густина середовища;

$n=3$ об/сек – кількість обертів мішалки;

Критерій потужності K_N залежить від інтенсивності перемішування, що характеризується центробіжним критерієм Рейнольдса: $K_N=f(Re_{\text{ц}})$.

Центробіжний критерій Рейнольдса

$$Re_{\text{ц}} = \frac{\rho n d_M^2}{\mu_C} = \frac{1040 \cdot 3 \cdot 0,9^2}{0,00143} = 1767272,72$$

де $\rho_v=1040$ кг/м³ – густина середовища;

$n=3$ об/сек – кількість обертів мішалки;

$\mu_c=0,00143$ н·сек/м² - динамічна в'язкість.

По графіку нормалі НДІхіммаш ОН 12-23-61 знаходимо значення $K_N=f(Re_{\text{ц}})$ для турбінної мішалки. З графіка можна написати:

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

					Розрахункова частина	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_N = \frac{1}{\left(\frac{g}{n^2 d_M}\right)^m} = \frac{1}{\left(\frac{9,81}{3^2 \cdot 0,9}\right)^{-0,1375}} = 0,847$$

Згідно нормалі ОН 12-23-61 визначаємо показник m :

$$m = \frac{a - \lg \text{Re}_\Pi}{b} = \frac{1 - \lg 3007059}{40} = -0,1375,$$

де коефіцієнти $a=1$ та $b=40$.

Розрахункова потужність на валу мішалки

$$N_p = K_1 K_2 (\sum K + 1) N_M = 1,66 \cdot 1,1 \cdot (2,15 + 1) \cdot 14,044 = 80,78 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт, що враховує степінь заповнення апарата переміщуваним середовищем,

$$K_1 = \frac{H_{\text{ж}}}{D_{\text{вн}}} = \frac{5}{3} = 1,66,$$

де $H_{\text{ж}}$ – висота шару переміщуваної рідини; для турбінних мішалок $H_{\text{ж}}=0,75H_{\text{ап}}=0,75 \cdot 7,12=5,3$ м ($H_{\text{ап}}=7,12$ м – висота апарата).

Середовище, що застосовується для вирощування культур цвілевих грибів, в період росту культури створює піну. Для уникнення викидання піни приймаємо $H_{\text{ж}}=5$ м.

Коефіцієнт, що враховує збільшення споживаної потужності в результаті підвищення опору середовища в процесі розвитку культури мікроорганізмів

$$K_2=1,1.$$

Сума коефіцієнтів $\sum K$ враховує збільшення споживаємої потужності, що викликане допоміжними пристроями, які знаходяться всередині апарата. Чотири відбивні перегородки шириною $0,08D_{\text{вн}}$, розташовані біля стінок апарату по напрямку радіусів, враховує коефіцієнт $K_{\Pi}=1,5$. Додаткова мішалка с таким самим розміром, що й основна, враховується коефіцієнтом

$K_M=0,35$. Труба для підводу повітря $K_{\text{тр}}=0,2$; гільза для термометра $K_{\Gamma}=0,1$. Таким чином,

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

					Розрахункова частина	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.3 Розрахунок сальникового ущільнення

Розрахунок зводиться до визначення потужності, що втрачається на тертя в сальнику (рис. 6.1), і законів зміни осьової і радіальної сил, які залежать від діаметра уплотноюемого вала матеріалу набивки. Вибір матеріалу набивки сальникового ущільнення визначається технологічними умовами роботи агрегату.

1. Виходячи із заданих значень технологічних параметрів (робочого тиску P_r , Па і температури t , °C) (табл. 6.2) вибираємо тип сальникової набивки.

Таблиця 6.1

Межі застосування сальникових набивок різного типу

Тип набивки	l/m	Граничний робочий тиск, Па10 ⁶	Діапазон температур, °C
Азбестова набивка: маслобензостійка просочена суха	☐ 0,5 ☐ 0,5 ☐ 0,5		80 80 400
АГ — плетені, азбестова, проклеїна з графітом	0,29	35	565
АФТ — плетені, азбестова, просочена суспензією фторопласта з тальком	0,31	25	-200 ... 300
АФ-1 — плетені, азбестова, просочена суспензією фторопласта	0,41	20	-2 ... 50
Асбестопроволочная набивка	☐ 0,5		400
Фторопластовая набивка: фторопласт-4	0,41	40	-80 ... 200
ФУМ — набивка з волокнистого матеріалу	0,52	20	-60 ... 150

2. Ширина (мм) сальникової набивки

Товщина сальникової набивки

$$S_c = 0,044 \sqrt{d_s''} = 0,044 \sqrt{0,11} = 0,0132 \text{ м} = 14 \text{ мм},$$

де $d_s'' = 110$ мм – діаметр вала при проході через сальник.

Обчислення значення ширини (мм) сальникової набивки S округлюється в більшу сторону до величини, вибирається з наступного ряду чисел: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 38, 42, 45, 50, 52, 55, 60, 65, 70.

2. Висота (мм) набивки

					Розрахункова частина	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$h_c = (6-10)S_c$; приймаємо $h_c = 6S_c = 6 \cdot 0,014 = 0,084$ м

3. Величина осьового зусилля (Па) у верхній частині сальника

$$P_y = P_p \cdot \exp\left(2 \cdot f \cdot \frac{h}{s}\right),$$

де f - коефіцієнт тертя при обертанні вала,

$$f = \frac{\mu_{тр}}{m} = 0,15/0,52 = 0,288$$

де $\mu_{тр}$ - коефіцієнт тертя набивки про вал і корпус сальника (табл. 16); m - величина, що залежить від матеріалу набивки, тиску та інших факторів

$$P_y = 0,3 \cdot 10^6 \cdot \exp(2 \cdot 0,288 \cdot 6) = 9,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Таблиця 6.2

Коефіцієнти тертя для сальникових ущільнень

Тип набивки	Значення $\mu_{тр}$ при температурі, °C						
	15×25	25×50	50×70	75×100	100×150	150×200	□ 200
Фторопласт- 4	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
ФУМ, пенькова й х/б про- салювання	0,20	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04
АГ, азбестопр- волочна	0,30	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15
АФТ	0,40	0,34	0,28	0,24	0,20	0,18	0,18
АФ-1	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07

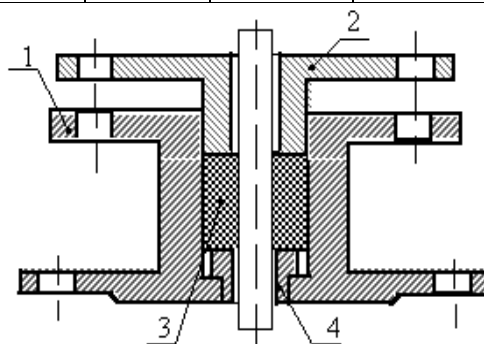


Рис. 6.1. Сальник: 1 - корпус; 2 - натискна втулка; 3 - набивання; 4 – упорне кільце

					Розрахункова частина	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

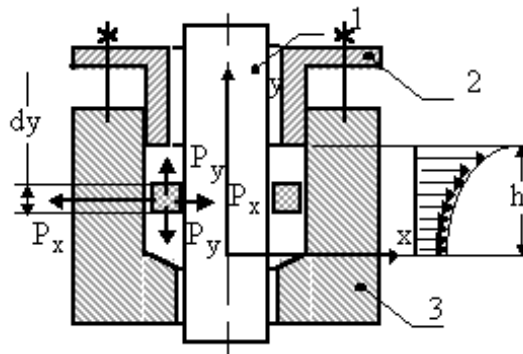


Рис. 6.2. Схема розподілу зусиль в сальникових ущільненнях: 1 - вал; 2 - натискна втулка; 3 – корпус

Потужність, що потрібна на подолання тертя в сальнику вала, визначаємо за формулою:

$$N_C = 2nd_B S_C p (e^{0,1 \frac{h_c}{s_c}} - 1) = 2 \cdot 3 \cdot 0,11^2 \cdot 0,012 \cdot 0,1 \cdot 10^6 (e^{0,1 \frac{0,084}{0,014}} - 1) = 71,6 \text{ Вт},$$

де $n=3$ об/сек – кількість обертів вала;

$d_B=0,11$ м – діаметр вала;

$S_c=0,014$ м – товщина набивки сальника вала;

$p=24520$ н/м² – робочий тиск повітря в апараті над рівнем рідини;

h - висота набивки сальника; $h_c=(6-10)S_c$; приймаємо $h_c=6S_c=6 \cdot 0,014=0,084$ м

При визначенні N_C рекомендується приймати p не менше за 10^5 н/м² через можливе підвищення тиску зверх прийнятого для нормальних умов експлуатації. Для визначення N_C приймаємо $p=0,1 \cdot 10^6$ н/м².

Діаметр приводного вала мішалки визначаємо по наближеній формулі, виходячи з міцності його на кручення:

$$d_B = 1,713 \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{\tau'_{дон}}} + C = 1,713 \sqrt[3]{\frac{4389}{70 \cdot 10^6}} + 0,003 = 0,09 \text{ м},$$

де $C=3$ мм – прибавка на корозію, ерозію та зношування;

$\tau'_{дон}=70$ Мн/м² – допустиме напруження для матеріалу вала на кручення.

Крутний момент на валу мішалки

$$M_{кр} = 0,163 \frac{N_p}{n} = 0,163 \frac{80780}{3} = 4389 \text{ н·м},$$

					Розрахункова частина	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_p = 80,78$ кВт – розрахункова потужність на валу.

Для забезпечення жорсткості приймаємо $d_B = 100$ мм. Ділянку вала, розташовану вище нижньої турбіни, буде мати діаметр $d'_e = 105$ мм;

ділянка вала, розташована вище верхньої турбіни, $d''_e = 110$ мм при проході через сальник.

Матеріал вала приймаємо Ст. 45. Для цього матеріалу межа міцності на розтяг (ГОСТ 1050-60) $\sigma_B = 610$ МН/м². Приймаємо запас міцності $n_B = 2,6$.

Допустиме напруження на розтяг

$$\sigma_{don} = \frac{610}{2,6} = 234 \text{ МН/м}^2.$$

Допустиме напруження на кручення

$$\tau_{don} = 0,6\sigma_{don} = 0,6 \cdot 234 = 140 \text{ МН/м}^2.$$

Для валів перемішуючих пристроїв допустиме напруження на кручення

$$\tau'_{don} = 0,5\tau_{don} = 0,5 \cdot 140 = 70 \text{ МН/м}^2.$$

Розрахункову силу P'_c , з якою повинна бути стиснута набивка сальника, визначимо за наближеною формулою:

$$P'_c = \pi(d''_B + S_c) S_c p e^{0,04 \frac{h_c}{S_c}} = 3,14(0,11 + 0,014) \cdot 0,014 \cdot 294300 e^{0,04 \frac{0,084}{0,014}} = 1720 \text{ Н},$$

де $p = 294300$ н/м² – допустимий тиск в апараті при стерилізації.

Остаточна встановлена потужність приводного двигуна мішалки

$$N_{вст} = 1,15 \frac{(N_p + N_c)}{\eta} = 1,15 \cdot \frac{80,78 + 0,0716}{0,95} = 85 \text{ кВт},$$

де $\eta = 0,95$ – ККД редуктора привода.

За нормами НДІхіммаша підбираємо вертикальний привід. Вал редуктора приєднаний до вала перемішуючого пристрою муфтою. Вихідний вал редуктора обертається зі швидкістю 180 об/хв. Електродвигун типу АО потужністю 85кВт.

					Розрахункова частина	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Тепловий розрахунок ферментатора

Склад завантаження, що поступає в робочий об'єм ферментатора при культивуванні цвілевих грибів на 1 м³ об'єму (на 25 м³ об'єму), кг:

Борошно кукурудзяне – 60(1500);

Може бути замінена на: а) крохмаль – 60(1500),

б) солодові паростки – 10(250);

Азотнокислий натрій – 9,1(227,5);

Хлористий калій – 0,5(12,5);

Сірчаноокислий магній – 0,5(12,5);

Фосфорнокислий калій – 1,0(25).

В перерахунку на цукор живильного середовища, що знаходиться в ферментаторі, при крохмалистості борошна $K_{кр}=68\%$ отримаємо:

а) крохмалю $1500 \cdot 0,68 = 1020$ кг; б) цукру $1,11 \cdot 1020 = 1120$ кг, де 1,11 – перевідний коефіцієнт крохмалю в глюкозу.

В процесі розвитку цвілевих грибів відбувається дисиміляція цукру з виділенням надлишкового тепла:



Отже, при згоранні 1 г-мол цукру виділяється 674 ккал тепла, або 2820 кДж.

Маса 1 г-мол цукру складає

$$12 \cdot 6 + 1 \cdot 12 + 6 \cdot 16 = 180 \text{ кг} = 0,18 \text{ кг.}$$

Тепловиділення складе $674 : 0,18 = 3744$ ккал/кг цукру.

На основі експериментальних даних припускаємо, що засвоєння цукру культурою мікроорганізмів, що розвивається, відбувається протягом 24 год.

Для спрощення розрахунків приймаємо, що тепловиділення відбувається рівномірно. Тоді годинна кількість біологічного тепла, що виділяється культурою,

$$Q_{г} = \frac{1120 \cdot 674}{0,18 \cdot 24} = 175000 \text{ ккал/год.}$$

Для запобігання перегрівання середовища тепло, що виділяється, відводять.

Тепло відводиться охолоджуючою водою $Q_{вод}$, повітрям $Q_{пов}$, що подається на аерацію культури, тепловипромінюванням Q_5 .

					Розрахункова частина	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий баланс ферментатора:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{вод}} + Q_{\text{пов}} + Q_5.$$

В розрахунках $Q_{\text{пов}}$ можна не приймати до уваги, так як величина його незначна, оскільки повітря подають в апарат з температурою, що близька до температури середовища $t_{\text{сер}} = 30^\circ\text{C}$.

Втрати на тепловипромінювання в оточуюче середовище приймаємо 2% від $Q_{\text{ч}}$:

$$Q_5 = 0,02 \cdot 175000 = 3500 \text{ ккал/год.}$$

Тепло, що відводиться водою,

$$Q_{\text{вод}} = Q_{\text{ч}} - Q_5 = 175000 - 3500 = 171500 \text{ ккал/год.}$$

Витрата води для відведення тепла(охолодження ферментатора)

$$G_{\text{вод}} = \frac{Q_{\text{вод}}}{c(t_2 - t_1)1000} = \frac{171500}{1(22 - 15)1000} = 24,5 \text{ т/год,}$$

де $t_1 = 15^\circ\text{C}$ – температура води при вході у сорочку;

$t_2 = 22^\circ\text{C}$ – температура води при виході із сорочки.

Споживча поверхня охолодження ферментатора

$$F = \frac{Q_{\text{аіа}}}{k\Delta t_{\text{аіа}}},$$

де k – коефіцієнт тепловіддачі від охолоджуючої води до середовища, що охолоджується;

$$\Delta t_{\text{о}} = 30 - 15 = 15 \text{ град;}$$

$$\Delta t_{\text{м}} = 30 - 22 = 8 \text{ град;}$$

$$\frac{\Delta t_{\text{о}}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{15}{8} \leq 2.$$

Для даного випадку середня різниця температур теплоносіїв

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{о}} + \Delta t_{\text{м}}}{2} = \frac{15 + 8}{2} = 11,5 \text{ град.}$$

					Розрахункова частина	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для апаратів з сорочками при перемішуванні мішалкою коефіцієнт тепловіддачі від рідини, що перемішується, до стінки визначають з виразу:

$$Nu = 0,36 Re^{0,67} Pr^{0,33} \left(\frac{\mu}{\mu_{ст}} \right)^{0,14}$$

Критерій Нуссельта, що характеризує інтенсивність тепловіддачі на межі потік – стінка,

$$Nu = \frac{\alpha_1 D_{вн}}{\lambda}$$

Критерій Рейнольдса, що характеризує співвідношення сил інерції та молекулярного тертя в потоці:

$$Re = \frac{\omega l}{\nu} = \frac{\omega l \rho}{\mu}$$

Для примусового перемішування мішалкою критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho n d_m^2}{\mu}$$

Критерій Прандтля, що характеризує фізичні властивості потоку,

$$Pr = \frac{3600 c_p \mu g}{\lambda}$$

Після підстановки у формулу значень критеріїв, що в неї входять, вона набуває вигляд:

$$\frac{\alpha_1 D_{вн}}{\lambda} = 0,36 \left(\frac{\rho n d_m^2}{\mu} \right)^{0,67} \left(\frac{3600 c_p \mu g}{\lambda} \right)^{0,33} \left(\frac{\mu}{\mu_{ст}} \right)^{0,14}$$

Звідси коефіцієнт тепловіддачі від рідини, що перемішується, до стінки

$$\alpha_1 = 0,36 \frac{\lambda}{D_{вн}} \left(\frac{\rho n d_m^2}{\mu} \right)^{0,67} \left(\frac{3600 c_p \mu g}{\lambda} \right)^{0,33} \left(\frac{\mu}{\mu_{ст}} \right)^{0,14}$$

$$\alpha_1 = 0,36 \frac{0,516}{4,5} \left(\frac{106,5 \cdot 3 \cdot 1,2^2}{0,000153} \right)^{0,67} \left(\frac{3600 \cdot 1 \cdot 0,000153 \cdot 9,81}{0,516} \right)^{0,33} \left(\frac{0,000153}{0,000153} \right)^{0,14} = 1962 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град})$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності рідкої культури цвілевих грибів при $t=30^\circ\text{C}$

$D_{вн}$ – внутрішній діаметр ферментатора;

ρ – густина рідкої культури при $t=30^\circ\text{C}$;

n – кількість обертів мішалки;

					Розрахункова частина	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d_m – діаметр мішалки;

$\mu_{ст}$ та μ – в'язкість середовища при температурі стінки та при середній температурі рідини; так як різниця між ними незначна, то приймаємо їх однаковими;

c – теплоємність середовища при $t=30^\circ\text{C}$.

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки ферментатора до охолоджуючої води визначимо за формулою для потоку кільцевого перерізу:

$$\alpha_2 = 0,023 \frac{\lambda}{D_{зов}} \left(\frac{D_{вн.с.}}{D_{вн.с.} - D_{зов}} \right)^{0,45} \left(\frac{\omega_g D_{зов} \rho}{\mu} \right)^{0,8} \left(\frac{3600 \mu s g}{\lambda} \right)^{0,43}$$

$$\alpha_2 = 0,023 \frac{0,5}{4,516} \left(\frac{4,615}{4,615 - 4,569} \right)^{0,45} \left(\frac{0,021 \cdot 4,569 \cdot 101,8}{0,00011} \right)^{0,8} \left(\frac{3600 \cdot 0,00011 \cdot 0,9995 \cdot 9,81}{0,5} \right)^{0,43} =$$

$$= 436 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}),$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності води;

$D_{зов}$ – зовнішній діаметр корпусу ферментатора;

$D_{вн.с.}$ – внутрішній діаметр сорочки ферментатора;

Швидкість води в сорочці ферментатора

$$\omega_g = \frac{G_g}{3600 f \rho} = \frac{24,5}{3600 \cdot 0,785 \cdot (4,615^2 - 4,569^2) \cdot 0,999} = 0,021 \text{ м/сек},$$

де f – площа живого перерізу сорочки; $f = 0,785(D_{вн.с.}^2 - D_{зов}^2)$;

ρ – густина води;

c – теплоємність води;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості води.

Теплофізичні параметри води прийняті при середній температурі

$$t_{сер} = \frac{15 + 22}{2} = 17,5 \text{ град}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від рідини, що охолоджується, до охолоджуючої води

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{1962} + \frac{0,02}{50} + \frac{1}{436}} = 423 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}),$$

					Розрахункова частина	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $S=0,02$ м – товщина стінки ферментатора;

λ – коефіцієнт теплопровідності стінки ферментатора(сталі).

Забруднення стінок відкладеннями в процесі експлуатації призводить до погіршення коефіцієнта теплопередачі, тому для розрахунку приймаємо

$$k = 0,95 \cdot 423 = 401.85 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}).$$

Для умов даного розрахунку поверхня охолодження сорочки ферментатора

$$F = \frac{Q_{\text{вод}}}{k \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{171500}{401.85 \cdot 11,5} = 37.11 \text{ м}^2$$

При діаметрі корпусу ферментатора $D_{\text{зов}}=3.02$ м і загальній висоті $H=7.12$ м висота сорочки

$$H_c = \frac{F}{\pi D_{\text{зов}}} = \frac{37.11}{3,14 \cdot 3.02} = 3.91 \text{ м}.$$

					Розрахункова частина	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Розрахунок технології виготовлення окремої деталі

Технологія виготовлення деталі «кришка»

Для розроблення технологічного маршруту була обрана деталь типу «Кришка».

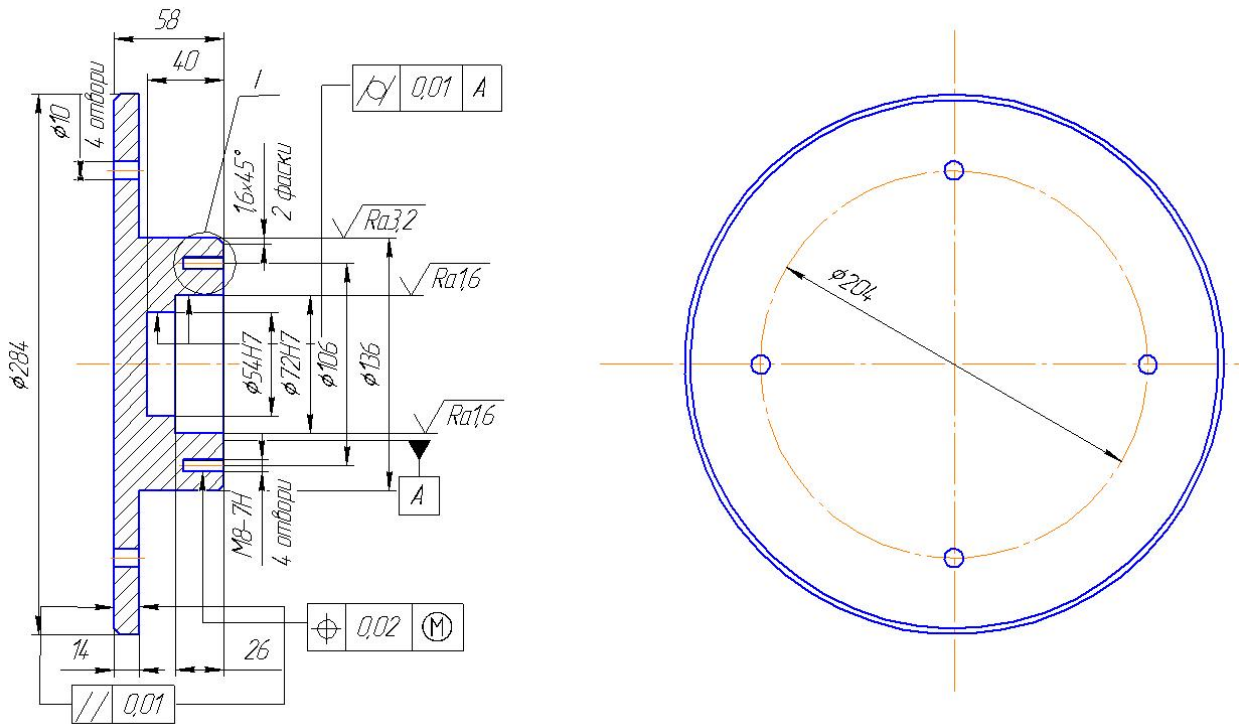


Рис. 7.1 Загальний вид деталі «кришка»

					180278.ДП.02.007.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «кришка»				Літ.	Арк.	Акрушів		
Розроб.		Супруненко Р.О										1	30
Перевір.		Бойко Ю.І.							НУХТ ОФ 4-14				
Реценз.													
Керівник		Житнецький											
Затверд.		Гавва О.М.											

Таблиця 7.1

Технологічний маршрут виготовлення деталі типу «Кришка»

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристроїв, інструмент оброблювальний, контрольний
10	Заготівельна	Лиття в землю Сталь 45Л ГОСТ 1050-74
20	Токарна установити, закріпити, зняти (У33)	Токарно-гвинторізний верстат 16К30 трикулачковий патрон
20.1	Торцювати пов.1	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
20.2	Точити пов.2 на l=15мм, начорно $\varnothing 284$	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
20.3	Точити пов.2 на l=15мм, начисто $\varnothing 284$	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
20.4	Зняти фаску 1,6x45 пов. 3	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
30	Токарна У33	Токарно-гвинторізний верстат 16К30 трикулачковий патрон
30.1	Торцювати пов.1 начорно	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
30.2	Точити пов.2 на l=44мм, начорно $\varnothing 136$	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дат		2

		<i>Продовження таблиці 7.1</i>
40	Свердлильна УЗЗ	Вертикально – свердлильний верстат 2А15 Кондуктор
40.1	Свердлити 4 отвори під Ø10Н10 пов.1	Свердло Ø8 Р6М5
40.2	Свердлити 4 отвори під Ø10Н10 пов.1	Свердло Ø10 Р6М5
50	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К30 спеціальний пристрій
50.1	Торцювати пов.1 начисто	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
50.2	Торцювати пов.2	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
50.3	Точити пов.3 на l=44мм, начисто Ø136	Різець прохідний відвігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
50.4	Розточити пов. 4 на l=14мм, начорно Ø54Н7	Різець розточувальний для глухих оторів, Т15К6, В*Н*L = 16*16*140мм ШЦ1
50.5	Розточити пов. 4 на l=14мм, начорно Ø54Н7	Різець розточувальний для глухих оторів, Т15К6, В*Н*L = 16*16*140мм ШЦ1
50.6	Розточити пов. 5 на l=26мм, начорно Ø72Н7	Різець розточувальний для глухих оторів, Т15К6, В*Н*L = 16*16*140мм ШЦ1
50.7	Розточити пов.5 на l=26мм начисто Ø72Н7	Різець розточувальний для глухих оторів, Т15К6, В*Н*L = 16*16*140мм ШЦ1

Арк.

Технологія виготовлення окремої деталі

3

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дат

50.8	Зняти фаску 1,6x45 пов. 6	Різець прохідний відвігнутий правий, T15K6, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\alpha = 8^\circ$; В*Н*L = 16*25*140мм ШЦ1
60	Свердлильна УЗЗ	Вертикально – свердлильний верстат 2А15 Кондуктор
60.1	Свердлити 4 отвори під Ø8М16 пов.1	Свердло Ø7,5 Р6М5
60.2	Нарізати різьбу М8-7Н L=16мм	Метчик М8-7Н

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		4

Розрахунок припусків

Розрахунок загального припуску кованої заготовки ведемо за найточнішим розміром Ø72Н9.

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}^2})$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому точінні.

E_{y2} - похибка установки деталі при напівчистому точінні. $Rz_2=50$ мкм, $D_2=50$ мкм. При установленні деталі в патроні $Tnp_1=100$ мкм, $E_{y2}=0$.

Тоді $2Z_{2\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 200$ мкм, $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск при чорновому точінні, $T_1 = IT12 = 250$ мкм,

T_2 - допуск при чистовому точінні, $T_2 = IT9 = 62$ мкм,

$$2Z_{2\max} = 200 + 250 - 62 = 388 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{388 + 200}{2} = 294 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове розточування:

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2})$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка кованої заготовки.

$Rz_0=150$ мкм; $D_0=250$ мкм; $Tnp_0=0,62$ мм;

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час установлення деталі в патрон $E_{y1}=100$ мкм

$$2Z_{1\min} = 2(150 + 250 + \sqrt{620^2 + 100^2}) = 2056 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Z_{iном} = 294 + 2056 = 2350 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}}=2,5$ мм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_M = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{0,92}{1,98} = 0,46$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок операцій

20. Токарна операція

Перехід 20.1 Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 3$ мм. Подача табл.. №17 $S=0,6...0,9$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,8$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,4}} = \frac{504}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 3^{0,35}} = 127,9 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 127,9}{3,14 \cdot 284} = 143,4 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=125$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 284 \cdot 125}{1000} = 117,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = 148 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{148}{125 \cdot 0,8} = 1,48 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3=0$ хв – заміна різця.

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 20.3 Точити Ø 284 Пов(2) начорно

Приймаємо глибину різання $t = 1.5$ мм.

Подача табл.. №17 $S=0,4 \div 0,5$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_в=0,5$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 126,5 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 126,5}{3,14 \cdot 284} = 141,8 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_в=125$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 284 \cdot 125}{1000} = 111,47 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 14 + 2 = 16 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=14$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{16}{125 \cdot 0,5} = 0,25 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв — допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3=0,7$ хв — заміна різця

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 20.2 Точити Ø 284 Пов(2) начисто

Приймаємо глибину різання $t = 0.5$ мм.

Подача табл.. №17 $S=0,4 \div 0,5$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S_в=0,5$ мм/об .

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 204.3 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 204.3}{3,14 \cdot 284} = 229.1 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_в=200$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 284 \cdot 200}{1000} = 178.35 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 14 + 2 = 16 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=14$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0$

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{16}{200 \cdot 0,5} = 0,16 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв — допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3=0,7$ хв — заміна різця.

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 20.4_Зняти фаску 1,6x45° поверхня 3

Визначаємо основний час на виконання переходу за розміром фаски і беремо цей час як операційний :

$$t_0 = 0,2 \text{ хв.}$$

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 + 0,16 = 0,26 \text{ хв.}$$

$$\text{Допоміжний час } T_D = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,19 + 0,23 + 0,93 = 1,54 \text{ хв.}$$

Для установлення деталей масою до 3 кг в патрон $t_y = 0,19$

$$\text{Операційний час } T_{оп} = T_0 + T_D = 0,26 + 1,54 = 1,8 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 1,8 / 100 = 0,11 \text{ хв.}$$

$$\text{Штучний час становить } T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 1,8 + 0,11 = 1,91 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт, то

$$T_K = 1,91 + 24 / 200 = 2,03 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60 / T_K = 60 / 2,03 = 29 \text{ деталей.}$$

30. Токарна операція

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Перехід 30.1 Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t = 2$ мм. Подача табл.. №17 $S = 0,5 \dots 0,9$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120$ хв. – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 192,155 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 192,155}{3,14 \cdot 136} = 450 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 400$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 400}{1000} = 170,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 44 + 2 + 3 = 49 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі $l_{DET} = 44$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 3$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{49}{400 \cdot 0,5} = 0,245 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 30.2 Точити Ø 136 начорно. Пов(2).

Приймаємо глибину різання $t = 2$ мм.

Подача табл. №17 $S = 0,4 \dots 0,6$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120$ хв. – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 192,15 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 192,15}{3,14 \cdot 136} = 450 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 400$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 400}{1000} = 170,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 44 + 2 = 46 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі $l_{DET} = 44$ мм

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{46}{400 \cdot 0,5} = 0,23 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 + 0,7 = 0,91 \text{ хв}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7$ хв – заміна різця.

Перехід 30.3 Зняти фаску $1,6 \times 45^\circ$ поверхня 3

Визначаємо основний час на виконання переходу за розміром фаски і беремо цей час як операційний :

$$t_0 = 0,2 \text{ хв.}$$

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 + 0,16 = 0,26 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $T_d = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,19 + 0,23 + 0,93 = 1,54$ хв.

Для установлення деталей масою до 3 кг в патрон $t_y = 0,19$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_d = 0,26 + 1,54 = 1,8$ хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 1,8 / 100 = 0,11 \text{ хв.}$$

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 1,8 + 0,11 = 1,91$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт, то

$$T_K = 1,91 + 24 / 200 = 2,03 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60 / T_K = 60 / 2,03 = 29 \text{ деталей}$$

40. Свердлильна операція

Перехід 40.1 Свердлити 4 отвори під $\varnothing 10$ $d_{св} = 8$ мм

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припуск на оброблення становить $t = \frac{d_c}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ мм.}$

Обираємо подачу узгоджену з паспортними даними верстата

Приймаємо $S_B = 0,15 \text{ мм/об}$

Обираємо емпіричну формулу (критичної) швидкості

$$T = 25 \text{ хв}$$

$$V_c = \frac{8 \cdot d_{ce}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S^{0,7}} = \frac{8 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} = 36,75 \text{ м/хв}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 36,75}{3,14 \cdot 8} = 1463 \text{ об/хв}$$

Узгоджуємо n_p з паспортними характеристиками верстату 2A125, в даному випадку приймаємо $n_B = 1400 \text{ об/хв}$

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1400}{1000} = 35,16 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 15 + 3 + 4 = 22 \text{ мм}$$

l_{DET} - глибина різання

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 4 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час на перехід 40.1

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{22}{0,15 \cdot 1400} = 0,1 \text{ хв;}$$

Допоміжний час на перехід 40.1

$$t_{d1} = 0,08 \text{ (табл. 51)}$$

Загальний технологічний час час по операції 40

$$t_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 \text{ хв}$$

Додатковий час

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$T_{\text{д}} = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,34$ хв (табл.50) – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі.

Тоді: $T_{\text{д}} = 0,34 + 0,08 + 0,14 = 0,56$ хв.

Оперативний час

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{д}},$$

$$T_{\text{оп}} = 0,1 + 0,56 = 0,66 \text{ хв}$$

Штучний час

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{пп}},$$

$T_{\text{об}} = 0,015 T_{\text{оп}}$, $T_{\text{пп}} = 0,04 T_{\text{оп}}$ (табл. 49)

$$T_{\text{шт}} = 0,66 + 0,015 \cdot 0,66 + 0,04 \cdot 0,66 = 0,78 \text{ хв}$$

Калькуляційний час

$$T_{\kappa} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-завершувальний час табл. 49:

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{п.з1}} + T_{\text{п.з2}}$$

$T_{\text{пз1}} = 10$ хв – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{\text{пз2}} = 3$ хв – час на налагодження установлення деталі в пристрої без кріплення пристрою на столі.

$$T_{\text{пз}} = 10 + 3 = 13 \text{ хв}$$

Тоді калькуляційний час буде $T_{\kappa} = 0,78 + \frac{13}{200} = 0,84$ хв

Норма виробітку

$$N = \frac{60}{T_{\kappa}} = \frac{60}{0,84} = 71 \text{ деталі/год}$$

Основний час на перехід 40.1

$$t_0 = \frac{L_z}{S_e \cdot n_e} = \frac{19}{0,14 \cdot 1400} = 0,1 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 40.1

$$t_{\text{д1}} = 0,08 \text{ (табл. 51)}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний технологічний час час по операції 40

$$t_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 \text{ хв}$$

Додатковий час

$$T_d = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,34 \text{ хв}$ (табл.50) – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі.

Тоді: $T_d = 0,34 + 0,08 + 0,14 = 0,56 \text{ хв}$.

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d,$$

$$T_{оп} = 0,1 + 0,56 = 0,66 \text{ хв}$$

Перехід 40.2 свердли́ти 4 отвори Ø 10

Припуск на оброблення становить $t = \frac{d_c}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм}$.

Обираємо подачу узгоджену з паспортними даними верстата

Приймаємо $S_B = 0,15 \text{ мм/об}$

Обираємо емпіричну формулу (критичної) швидкості

$$T = 25 \text{ хв}$$

$$V_c = \frac{8 \cdot d_{cs}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S^{0,7}} = \frac{8 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} = 40,17 \text{ м/хв}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{cs}} = \frac{1000 \cdot 40,17}{3,14 \cdot 8} = 1600 \text{ об/хв}$$

Узгоджуємо n_p з паспортними характеристиками верстату 2A125, в даному випадку приймаємо $n_B = 1600 \text{ об/хв}$

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{cs} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1600}{1000} = 50,24 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 15 + 3 + 4 = 22 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - глибина різання

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 4 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час на перехід 40.2

$$t_0 = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{22}{0,15 \cdot 1400} = 0,1 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 40.2

$$t_{д1} = 0,08 \text{ (табл. 51)}$$

Загальний технологічний час час по операції 40

$$t_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 \text{ хв}$$

Додатковий час

$$T_{д} = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,34 \text{ хв}$ (табл.50) – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі.

$$\text{Тоді: } T_{д} = 0,34 + 0,08 + 0,14 = 0,56 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_{д},$$

$$T_{оп} = 0,1 + 0,56 = 0,66 \text{ хв}$$

Штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп},$$

$$T_{об} = 0,015 T_{оп}, T_{пп} = 0,04 T_{оп} \text{ (табл. 49)}$$

$$T_{шт} = 0,66 + 0,015 \cdot 0,66 + 0,04 \cdot 0,66 = 0,78 \text{ хв}$$

Калькуляційний час

$$T_{\kappa} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n}$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час табл. 49:

$$T_{н.з.} = T_{н.з1} + T_{н.з2}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{пз1}=10\text{хв}$ – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{пз2}=3\text{хв}$ – час на налагодження установлення деталі в пристрої без кріплення пристрою на столі.

$$T_{пз}=10+3=13\text{хв}$$

Тоді калькуляційний час буде $T_{\kappa} = 0,78 + \frac{13}{200} = 0,84 \text{ хв}$

Норма виробітку

$$N = \frac{60}{T_{\kappa}} = \frac{60}{0,84} = 71 \text{ деталі/год}$$

50. Токарна операція

Перехід 50.1 Торцювати пов.1.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t=2\text{ мм}$. Подача табл.. №17 $S=0,5\dots0,9\text{ мм/об}$. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,5\text{ мм/об}$.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120 \text{ хв.}$ – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 192,155 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 192,155}{3,14 \cdot 136} = 450 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=400 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 400}{1000} = 170,8 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 44 + 2 + 3 = 49 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ}=44 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_3 - врізання інструменту $l_2 = 3$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l_3 - перебіг інструменту $l_3=0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{49}{400 \cdot 0,5} = 0,245 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл..26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв.}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3=0 \text{ хв}$ – заміна різця.

Перехід 50.2 Торцювати пов.2.

Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні $t=2 \text{ мм}$. Подача табл.. №17 $S=0,5...0,9 \text{ мм/об}$. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S=0,5 \text{ мм/об}$.

Визначаємо швидкість різання табл.. №20

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120 \text{ хв.}$ – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 192,155 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 192,155}{3,14 \cdot 284} = 215,47 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B=200 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 284 \cdot 200}{1000} = 178,35 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 44 + 2 + 3 = 49 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі $l_{DET}=44 \text{ мм}$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2$ мм

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 3$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{49}{400 \cdot 0,5} = 0,245 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл.26).

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12$ хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0$ хв – заміна різця.

Перехід 50.3 Точити Ø 136 начисто. Пов(3).

Приймаємо глибину різання $t = 0,5$ мм.

Подача табл.№17 $S = 0,4 \dots 0,6$ мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо $S = 0,5$ мм/об.

Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120$ хв. – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 236,57 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_z} = \frac{1000 \cdot 236,56}{3,14 \cdot 136} = 553,95 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата $n_B = 500$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_z \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 500}{1000} = 213,52 \text{ м/хв}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{\text{ДЕТ}} + l_1 + l_2 + l_3 = 44 + 2 = 46 \text{ мм}$$

$l_{\text{ДЕТ}}$ - довжина деталі $l_{\text{ДЕТ}} = 44 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 0$

l_3 - перебіг інструменту $l_3 = 0$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{46}{400 \cdot 0,5} = 0,23 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,1 + 0,7 = 0,91 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору (табл.26).

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв.}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7 \text{ хв}$ – заміна різця.

Перехід 50.4 Розточити поверхню 4 отв. Ø 54 начорно

Припуск на оброблення становить $t = 1,5 \text{ мм.}$

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120 \text{ хв.}$ – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 200,62 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 200,62}{3,14 \cdot 54} = 1183,22 \text{ об/хв}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо $n_B=1250$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 1250}{1000} = 211,95 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 14 + 2 + 1 = 17 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 14 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{17}{1250 \cdot 0,5} = 0,027 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ — допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7 \text{ хв.}$ — заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 + 0,03 + 0,04 + 0,028 + 0,064 + 0,6 + 0,07 + 0,18 = 1,1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_D = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0,19 + 0,23 + 0,23 + 0,91 + 0,21 + 0,91 + 0,1 + 0,93 + 0,04 = 3,94 \text{ хв.}$$

Для установлення деталей масою до 3 кг в патрон з центром $t_y = 0,19$

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_D = 1,1 + 3,94 = 5,04 \text{ хв.}$

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 5,04 / 100 = 0,33 \text{ хв.}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 5,04 + 0,33 = 5,37$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з}/n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується

помісячно 10 раз по 200 шт, то

$$T_K = 5,37 + 24/200 = 5,49 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60/T_K = 60/5,49 = 10 \text{ деталей.}$$

Перехід 50.5 Розточити поверхню 4 отв. Ø 54H7 начисто

Припуск на оброблення становить $t = 0,5$ мм.

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5$ мм/об

Приймаємо $S_B = 0,5$ мм/об

Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120$ хв. – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 236,57 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 236,57}{3,14 \cdot 54} = 1395,19 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1250$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 1250}{1000} = 211,95 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 14 + 2 + 1 = 17 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - довжина деталі $l_{ДЕТ} = 14 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{17}{1250 \cdot 0,5} = 0,027 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7 \text{ хв.}$ – заміна різця.

Перехід 50.6 Розточити поверхню 5 отв. Ø 72Н7 начорно

Припуск на оброблення становить $t = 1,5 \text{ мм.}$

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120 \text{ хв.}$ – період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 200,62 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_s} = \frac{1000 \cdot 200,62}{3,14 \cdot 72} = 887,42 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 800 \text{ об/хв.}$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 800}{1000} = 180,86 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 1 = 29 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі $l_{DET} = 26 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{29}{800 \cdot 0,5} = 0,0725 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3 = 0,11 + 0,12 + 0,7 = 0,93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0,11 \text{ хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленим різцем по упору.

$t_2 = 0,06 + 0,06 = 0,12 \text{ хв}$ — допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0,7 \text{ хв.}$ — заміна різця.

Перехід 50.7 Розточити поверхню 5 отв. Ø 72Н7 начисто

Припуск на оброблення становить $t = 0,5 \text{ мм.}$

Вибраємо діапазон подач: $S = 0,4 \dots 0,5 \text{ мм/об}$

Приймаємо $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$

Обираємо залежність для визначення швидкості різання і визначаємо емпіричну швидкість різання

$C_V = 270$ - коефіцієнт, що враховує умови різання.

$T = 120 \text{ хв.}$ — період стійкості інструмента.

$$V = \frac{C_V}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{270}{120^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 236,57 \text{ м/хв}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібна частота обертів шпинделя верстата

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} = \frac{1000 \cdot 236.57}{3.14 \cdot 72} = 1046.39 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя

$$V_D = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 72 \cdot 1000}{1000} = 226.08 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 26 + 2 + 1 = 29 \text{ мм}$$

l_{DET} - довжина деталі $l_{DET} = 26 \text{ мм}$

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 2 \text{ мм}$

l_2 - врізання інструменту $l_2 = 1 \text{ мм}$

l_3 - перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{17}{1250 \cdot 0.5} = 0.027 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_D = t_1 + t_2 + t_3 = 0.11 + 0.12 + 0.7 = 0.93 \text{ хв}$$

$t_1 = 0.11 \text{ хв}$ — допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поперечного обточування з установленням різця по упору.

$t_2 = 0.06 + 0.06 = 0.12 \text{ хв}$ — допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

$T_3 = 0.7 \text{ хв.}$ — заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0.1 + 0.03 + 0.04 + 0.028 + 0.064 + 0.6 + 0.07 + 0.18 = 1.1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$T_D = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} = 2 \cdot 0.19 + 0.23 + 0.23 + 0.91 + 0.21 + 0.91 + 0.1 + 0.93 + 0.04 = 3.94 \text{ хв.}$$

Для установлення деталей масою до 3 кг в патрон з центром $t_y = 0.19$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Операційний час $T_{оп} = T_0 + T_d = 1,1 + 3,94 = 5,04$ хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п} = (2,5 + 4,0) \cdot T_{оп} / 100 = 6,5 \cdot 5,04 / 100 = 0,33 \text{ хв.}$$

Штучний час становить $T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} = 5,04 + 0,33 = 5,37$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_K = T_{шт} + T_{п.з} / n$$

$T_{п.з}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей.

$$T_{п.з} = 10 + 10 + 4 = 24 \text{ хв.}$$

n – кількість деталей у партії (серії).

Якщо виходити з річної програми 2000 деталей на рік, яка виконується помісячно 10 раз по 200 шт, то

$$T_K = 5,37 + 24 / 200 = 5,49 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 год становить:

$$N = 60 / T_K = 60 / 5,49 = 10 \text{ деталей.}$$

60. Свердлильна операція

Перехід 60.1 Свердли 4 отвори під М8 $d_{св} = 8$ мм поверхня 1

Припуск на оброблення становить $t = \frac{d_c}{2} = \frac{8}{2} = 4$ мм.

Обираємо подачу узгоджену з паспортними даними верстата

Приймаємо $S_v = 0,15$ мм/об

Обираємо емпіричну формулу (критичної) швидкості

$$T = 25 \text{ хв}$$

$$V_c = \frac{8 \cdot d_{св}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S^{0,7}} = \frac{8 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} = 36,75 \text{ м/хв}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{св}} = \frac{1000 \cdot 36,75}{3,14 \cdot 8} = 1463 \text{ об/хв}$$

Узгоджуємо n_p з паспортними характеристиками верстату 2A125, в даному випадку приймаємо $n_v = 1400$ об/хв

Дійсна швидкість свердління:

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1400}{1000} = 35,16 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{DET} + l_1 + l_2 + l_3 = 15 + 3 + 4 = 22 \text{ мм}$$

l_{DET} - глибина різання

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 + l_3 = 4 \text{ мм}$ (табл. 48)

Основний час на перехід 40.1

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{22}{0,15 \cdot 1400} = 0,1 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 40.1

$$t_{d1} = 0,08 \text{ (табл. 51)}$$

Загальний технологічний час час по операції 40

$$t_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 \text{ хв}$$

Додатковий час

$$T_D = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,34 \text{ хв}$ (табл.50) – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі.

$$\text{Тоді: } T_D = 0,34 + 0,08 + 0,14 = 0,56 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_D,$$

$$T_{оп} = 0,1 + 0,56 = 0,66 \text{ хв}$$

Штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп},$$

$$T_{об} = 0,015 T_{оп}, T_{пп} = 0,04 T_{оп} \text{ (табл. 49)}$$

$$T_{шт} = 0,66 + 0,015 \cdot 0,66 + 0,04 \cdot 0,66 = 0,78 \text{ хв}$$

Калькуляційний час

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\kappa} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{н.з.}}}{n}$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-завершувальний час табл. 49:

$$T_{\text{н.з.}} = T_{\text{н.з.1}} + T_{\text{н.з.2}}$$

$T_{\text{пз1}}=10\text{хв}$ – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{\text{пз2}}=3\text{хв}$ – час на налагодження установлення деталі в пристрої без кріплення пристрою на столі.

$$T_{\text{пз}}=10+3=13\text{хв}$$

Тоді калькуляційний час буде $T_{\kappa} = 0,78 + \frac{13}{200} = 0,84 \text{ хв}$

Норма виробітку

$$N = \frac{60}{T_{\kappa}} = \frac{60}{0,84} = 71 \text{ деталі/год}$$

Основний час на перехід 40.1

$$t_0 = \frac{L_3}{S_g \cdot n_g} = \frac{19}{0,14 \cdot 1400} = 0,1 \text{ хв};$$

Допоміжний час на перехід 40.1

$$t_{\text{д1}} = 0,08 \text{ (табл. 51)}$$

Загальний технологічний час час по операції 40

$$t_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0,1 \text{ хв}$$

Додатковий час

$$T_{\text{д}} = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,34 \text{ хв}$ (табл.50) – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі.

Тоді: $T_{\text{д}} = 0,34 + 0,08 + 0,14 = 0,56 \text{ хв}$.

Оперативний час

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{д}},$$

$$T_{\text{оп}} = 0,1 + 0,56 = 0,66 \text{ хв}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 60.2 різати різьбу М8 в чотирьох отворах $d_{св} = 8 \text{ мм}$

Припуск на оброблення становить $t = 0.25 \text{ мм}$.

Обираємо подачу узгоджену з паспортними даними верстата

Приймаємо $S_B = 2 \text{ мм/об}$

Обираємо емпіричну формулу (критичної) швидкості

$$T = 25 \text{ хв}$$

$$V_c = \frac{6.3 \cdot d_{св}^{0.15}}{T^{0.2} \cdot t^{0.1} \cdot S^{0.45}} = \frac{6.3 \cdot 8^{0.15}}{25^{0.2} \cdot 0.25^{0.1} \cdot 2^{0.45}} = 6.43 \text{ м/хв}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{св}} = \frac{1000 \cdot 6.43}{3.14 \cdot 8} = 256 \text{ об/хв}$$

Узгоджуємо n_p з паспортними характеристиками верстату, в даному випадку приймаємо $n_B = 250 \text{ об/хв}$

Дійсна швидкість свердління:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{св} \cdot n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 8 \cdot 250}{1000} = 6.28 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова довжина обробки

$$L = l_{ДЕТ} + l_1 + l_2 + l_3 = 16 + 3 + 2 = 21 \text{ мм}$$

$l_{ДЕТ}$ - глибина різання

l_1 - підвід інструменту $l_1 = 3 \text{ мм}$

l_2, l_3 - врізання і перебіг інструменту $l_2 = 2$

Основний час

$$t_0 = \frac{L_3}{S_e \cdot n_e} = \frac{21}{2 \cdot 250} = 0.042 \text{ хв};$$

Допоміжний час

$$t_{д1} = 0.08$$

Загальний технологічний час час по операції 40

$$t_0 = \sum_1^i t_{0i} = 0.1 \text{ хв}$$

Додатковий час

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_d = t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}$$

де $t_y = 0,34$ хв – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі.

Тоді: $T_d = 0,34 + 0,08 + 0,14 = 0,56$ хв.

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d,$$

$$T_{оп} = 0,1 + 0,56 = 0,66 \text{ хв}$$

Штучний час

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп},$$

$T_{об} = 0,015 T_{оп}$, $T_{пп} = 0,04 T_{оп}$ (табл. 49)

$$T_{шт} = 0,66 + 0,015 \cdot 0,66 + 0,04 \cdot 0,66 = 0,78 \text{ хв}$$

Калькуляційний час

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-завершувальний час табл. 49:

$$T_{п.з.} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$$

$T_{пз1} = 10$ хв – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{пз2} = 3$ хв – час на налагодження установлення деталі в пристрої без кріплення пристрою на столі.

$$T_{пз} = 10 + 3 = 13 \text{ хв}$$

Тоді калькуляційний час буде $T_k = 0,78 + \frac{13}{200} = 0,84$ хв

Норма виробітку

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{0,84} = 71 \text{ деталі/год}$$

					Технологія виготовлення окремої деталі	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту

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

Технічна характеристика ферментатора об'ємом $V=140 \text{ м}^3$

Внутрішній діаметр в м..... 3

Висота корпуса загальна в м.....7.12

Загальний і робочий об'єм апарата в м^3 60 та 36

					112032.ДП.119.008.ПЗ									
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту				Літ.		Арк.		Акрушів	
Розроб.	Супруненко Р.О										1		13	
Перевір.	Житнецький													
Реценз.														
Н. Контр.														
Затверд.	Гавва О.М.				НУХТ ОФ 4-14									

Коефіцієнт заповнення апарата у %.....70
 Робочий надлишковий тиск в апараті в МПа.....0.3
 Надлишковий тиск при гідравлічному випробуванні в кг/см^2 ..3
 Тип мішалки.....турбінна
 Кількість обертів мішалки за хвилину.....180
 Електродвигун приводу..... АМУ280М4

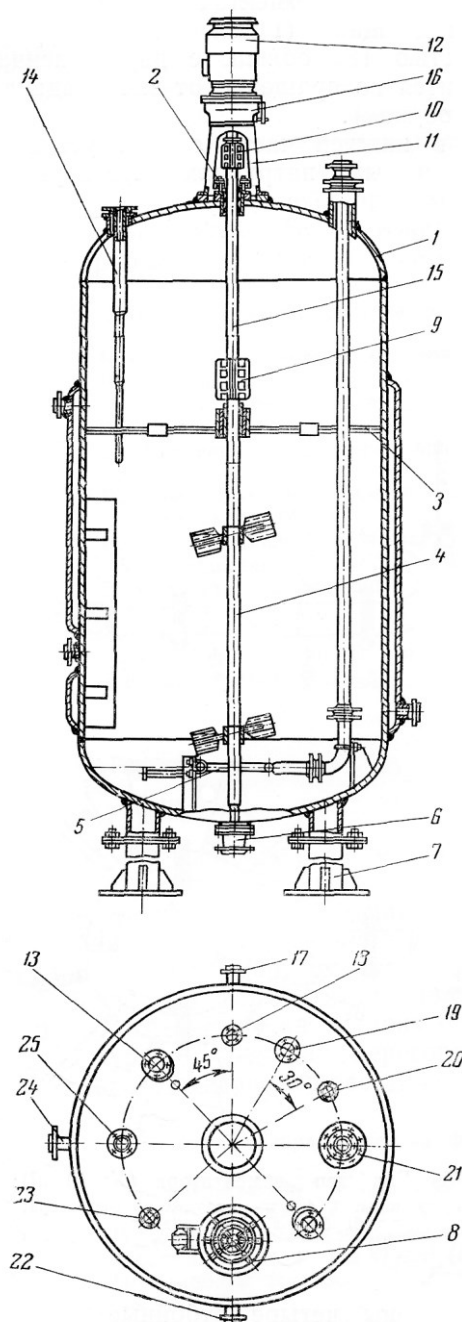


Рис.8.1 Ферментатор з механічним перемішуванням

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

В даному проекті розглядається ферментатор з турбінною мішалкою і барботером. Його складовими частинами являються наступні елементи:

1-корпус; 2-сальник; 3-тяги; 4- вал з мішалками; 5-барботер; 6-підп'ятник; 7-стійка; 8-лаз-павук; 9, 10-муфти; 11-стійка; 12-електродвигун; 13-оглядове скло; 14-гільза для термометра; 15-проміжний вал; 16-редуктор; 17, 18, 19-штуцери для виходу води, для гільзи термометра та для наповнення; 20, 21, 22-штуцери для завантаження посівного середовища, для барботера і подачі води; 23, 24, 25-штуцери для манометра, відбору проби та виходу повітря.

В корпусі 1 обертається вал 4 з швидкістю 120 об/хв з двохступінчатою лопатевою мішалкою. Вал приводиться в рух електродвигуном.

Для подачі повітря в середовище в нижній частині посудини встановлено барботер 5 кільцевого типу з 12 променевими патрубками. По периферії внутрішньої стінки корпуса розташовані чотири відбійні пластини, призначені для турбулізації рідини і запобігання кругового обертання рідини з утворенням вирви.

Із зовнішньої сторони корпус оснащений сорочкою, в яку подають воду для відведення тепла, що виділяється культурою мікроорганізмів, що розвиваються. Контроль та регулювання температури середовища здійснюється датчиком температури, встановленим в гільзу 14.

Мішалка, посаджена на вал, що обертається, в центрі мішалки знаходиться отвір, під час проходження ним рідина піддається тиску, чим спонукає процес ежекції. Повторне використання повітря виконується за рахунок вакууму, який утворюється в зоні отворів на робочій поверхні мішалки. На поверхні знаходиться 850 отворів діаметром 3 мм. Мішалка складається з двох лопатей прямокутної форми. В середині лопаті пустотілі і з'єднані з валом за допомогою зварного з'єднання і упорних пластин. Вал з мішалкою об'єднані системою отворів для проходу повітря. Барботер представляє собою кільцевий трубопровід, до якого на різьбі приєднано 12 прямих труб-променів, направлених по радіусам. В кожному

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промені мають отвори діаметром 3мм, розташованих на нижній утворюючій по радіусам, що складають кут 30° до вертикалі.

Експлуатація ферментатора

Монтажно-технологічні вимоги - за ДСТ 24444. Монтаж й експлуатацію комплектуючих виробів варто проводити відповідно до інструкцій по монтажу й експлуатації, що поставляють із цими виробами. Апарати варто експлуатувати з дотриманням вимог дійсного стандарту при робочих параметрах, не перевищуючих припустимих значень, зазначених у технічних документах. Апарати й системи їхньої технологічної обв'язки повинні бути оснащені контрольно-вимірювальними приладами, необхідними для контролю параметрів, зазначених у технічних документах, а також необхідними арматурами.

Апарати варто експлуатувати із застосуванням робочих середовищ, які не викликають у матеріалі корпусу крапкової й виразкової корозії й корозійного розтріскування. Швидкість корозії не повинна перевищувати припустимих значень, визначених встановленою прибавкою на корозію й розрахунковий термін служби апаратів.

Швидкість зміни температури корпусу й інших частин апарата при всіх режимах роботи не повинна перевищувати зазначеної в технічних документах.

Апарати з надлишковим тепловиділенням повинні бути теплоізовані. Теплоізоляція апарата виконується на місці монтажу споживачем або притягнутою їм спеціалізованою організацією.

Пуск, зупинку й випробування на герметичність апаратів, установлених на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях, у зимовий час варто проводити згідно ОСТ 26-291.

Установка апаратів повинна забезпечувати можливість огляду, ремонту й очищення їх внутрішньої й зовнішньої поверхонь.

У процесі експлуатації всі апарати варто піддавати технічному огляду, обсяг, методи й періодичність яких вказують підприємства-виготовлювачі в паспортах й вказівках по монтажу й безпечній експлуатації.

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ремонт апаратів із застосуванням зварювання варто проводити за технологією, розробленою підприємством-виготовлювачем або ремонтною організацією до початку виконання робіт.

До обслуговування апаратів можуть бути допущені особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчені по відповідній програмі й атестовані.

Ремонт

Розбирання апарата з мішалкою проводяться в наступному порядку. На фланці корпусу, кришці апарата й прокладці робляться мітки, потім знімаються болти. Кришка за допомогою вантажопідйомного механізму піднімається й установлюється на козла так, щоб мішалка виявилася в підшшеному стані. Потім розбираються привод, муфта й мішалка. Далі апарат чистять м'якими щітками або дерев'яними шкребками й промивають гарячою водою.

Ремонт починається із зовнішнього огляду. Результати огляду відбиваються в протоколі й схемі розташування дефектів і ушкоджень. При відсутності видимих дефектів і ушкоджень здійснюється магнітний і ультразвуковий контроль.

Вм'ятини на корпусі й сорочці виправляються ударами кувалди по мідній підкладці. Якщо дефекти неможливо усунути ударами, то ушкоджені частини ремонтують зварюванням.

Технологія ремонту зварюванням полягає в наступному:

1. Ушкоджені місця, що підлягають зварюванню, ретельно обробляються шліфувальним каменем до видалення всіх дефектів і додання їм форми із плавними переходами. При наявності наскрізних ушкоджень вони розточуються.

2. Оброблені місця піддаються магнітному й ультразвуковому контролю для виявлення дефектів. При необхідності проводяться металографічні дослідження.

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

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

4. Після закінчення зварювання проводиться негайна термообробка в режимі високої відпустки: нагрівання до $650 - 680^{\circ}\text{C}$ і витримка при цій температурі з розрахунку 7 хв на 1 мм товщини наплавлення.

Особливу складність представляє ремонт пошкоджень емалевого покриття апарата.

При ремонті на дно апарата укладають листову гуму для запобігання покриття днища від можливого падіння використовуваних при ремонті предметів.

Підготовка дефектного місця до ремонту полягає у видаленні ушкодженої емалі до ґрунтувального шару або до металу за допомогою абразивного інструмента з тонкого корунду, промиванню дефекту 10% розчином соди, сушінню й наступному промиванню спиртом.

Як замазки використовуються різноманітні композиції. Силікатна замазка застосовується для кислотійких емалей і має наступний склад: діабазове борошно, кремнієфтористий натрій, рідке скло. Наноситься вона гумовою пластинкою при ретельному втиранні в нерівності поверхні в кілька шарів. Кожний шар сушиться гарячим повітрям. Просушене покриття двічі обробляється 50 %-ю сірчаною кислотою протягом 6 хв із наступним промиванням і сушінням після кожної обробки. Силікатне покриття володіє гарною зчепленістю з металом і емаллю, але має недостатню 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 відтвердінням кожного шару протягом 6 год при 40°C і 1 год при 160°C .

Найбільш універсальним і надійним способом ремонту невеликих дефектів емалевого покриття є установка танталових грибоподібних пломб із

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ущільненню із фторопласта. у станова танталової пломби показана на малюнку.

У тих випадках, коли хімічна стійкість танталу недостатня, застосовуються пломби-гвинти з танталу із фторопластовим покриттям. Перед загортанням гайка заповнюється замазкою. Така конструкція пломби дозволяє ремонтувати дефекти, що мають більші розміри. При значних ділянках ушкоджень або в тих випадках, коли ці ушкодження розташовані усередині штуцерів, ремонт здійснюється за допомогою танталових накладок, що закріплюються декількома гвинтами.

Ремонт штуцерів апаратів з мішалкою можливий шляхом установки титанового патрубку. Патрубок з відборттованим краєм уводиться із внутрішньої сторони апарата й затискається із зовнішньої сторони титановою гайкою з гумовою прокладкою. У зазор навколо патрубка попередньо заливається епоксидна смола.

Мішалки ремонтують внаслідок зношування або поломок деталей і вузлів. Для ремонту використовують зварювання, наплавлення, заміні шпонок і кріпильні деталі і т.д. Якщо наплавляються поверхні, що сполучаються з валом (маточина, пази під шпонки), те їх до складання піддають механічній обробці.

Приводи мішалок при кожному ремонті піддають ревізії: перевіряють люфти в зачепленнях і підшипниках, а також центрування мотора з редуктором. Особливу увагу приділяють справність системи подачі змащення. Виявлені дефекти виправляють.

Вали ремонтують внаслідок зношування посадкових місць шийок валів, шпонкових канавок, появи вигину вала.

Спосіб ремонту зношеного вала вибирають залежно від характеру й розмірів дефекту, а також технічної оснащеності ремонтної бази.

Шейки валів, що мають невеликі подряпини, ризики, овальність до 0,1 мм, ремонтують шліфуванням. Якщо зношування значне, шейки валів проточують і шліфують під черговий ремонтний розмір у тих випадках, коли необхідно

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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).

Зламани вали замінюють.

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 замінюють.

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

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

При ремонтах у чепцевих ущільненнях роблять перенабивання сальника.

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

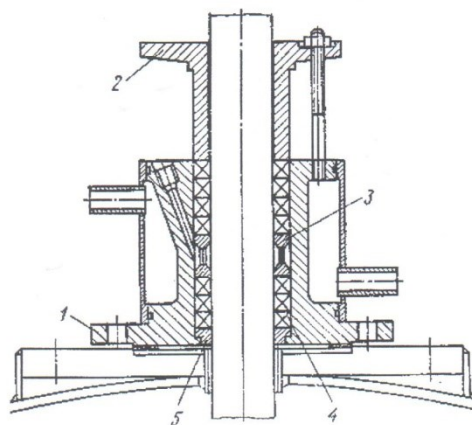


Рис. 8.2 Натяжний сальник: 1 - корпус чепцевої коробки, 2 - натискна кришка, 3 - мастильне кільце, 4 - чепцеве набивання, 5 - ґрундбукс.

Чепцеве набивання набирають окремими кільцями з косим зрізом зазором у стику 3 - 5мм. При установці кільця стики повинні бути зміщені на 1200 один щодо іншого. Перекіс ущільнюючих елементів (манжет, кільце) 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.). Так само при ремонті очищають систему охолодження ущільнення.

Розрахунок.

При плануванні ремонтних робіт користуються системою показників та нормативів за допомогою яких визначають: тривалість ремонтних робіт кожної одиниці обладнання, витрати праці, та ін..

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення строків ремонту потрібно знати ремонтний цикл, міжремонтні та між оглядові періоди для кожного виду обладнання.

Ремонтний цикл – період роботи машини між двома плановими капітальними ремонтами, або від початку введення машини в експлуатацію до першого капітального ремонту.

1. Ферментатор з механічним перемішуванням за ремонтним циклом відноситься до VI групи.

Структура ремонтного циклу – це чергування у відповідній послідовності планових ремонтів і оглядів, яка найкраще забезпечує якісний ремонт обладнання.

2. Структура ремонтного циклу ферментатора з механічним перемішуванням:

К-О-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-С-О-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-К

Міжремонтний період - період роботи обладнання між двома послідовними плановими ремонтами.

$$3. P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum P + 1} = \frac{24}{1 + 2 + 1} = 6 \text{ міс}$$

P_{pc} - ремонтний цикл, місяці

$\sum C$ - кількість середніх ремонтів в ремонтному циклі

$\sum P$ - кількість поточних ремонтів в ремонтному циклі

4 Тривалість між оглядових періодів:

$$P_{mo} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum P + \sum O + 1} = \frac{24}{1 + 2 + 20 + 1} = \frac{24}{24} = 1 \text{ міс}$$

$\sum O$ - кількість оглядів в ремонтному циклі

$$5. \text{Тривалість ремонтного циклу: } \frac{P_{pc}}{P_{mp}} = \frac{24}{12} = 2 \text{ роки}$$

6. Тривалість ремонту обладнання при складанні місячних планів ремонту обладнання:

$$A = \frac{T_p \cdot R \cdot K_n}{B \cdot T_c \cdot C} = \frac{35 \cdot 9.8 \cdot 0.9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 20 \text{ змін}$$

T_p - Норма трудомісткості однієї умовної одиниці. (люд.год)

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R - категорія складності машини

K_n - коефіцієнт виконання норми часу (не вище 1)

B - кількість робітників в 1 зміну

T_c - тривалість зміни

C - змінність роботи на ремонті даної машини

7. Тривалість простою обладнання в ремонті при складанні річного плану ремонту обладнання:

$$A = \frac{24 \cdot R \cdot \Pi_p}{T_c} = \frac{24 \cdot 9.8 \cdot 0.8}{8} = 24 \text{ зміни}$$

Π_p - норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю.

8. Норми трудомісткості ремонтів та профілактичних оглядів приведені в табл.8.1 (люд.год на 1 умовну одиницю)

Таблиця 8.1

Роботи	Профілактичний огляд	Поточний ремонт	Середній ремонт	Капітальний ремонт
Слюсарні	0,6	3	12	23
Станочні	-	0,9	3,6	8,5
Інші	-	0,5	1,8	3,5
Всього	0,6	4,4	17,4	35,0

Трудомісткість ремонтного циклу:

$$T_{p.ц.} = R \cdot (35 + 17,4 \cdot \sum C + 4,4 \cdot \sum \Pi + 0,6 \cdot \sum O) = 9.8 \cdot (35 + 17,4 \cdot 1 + 4,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20) = 717.34 \text{ люд.год}$$

9. Потрібна кількість слюсарів для міжремонтного обслуговування по цехам та типам обладнання:

$$\chi_{mo} = \frac{\sum R}{D} = \frac{9.8}{500} = 0,02 \text{ люд/змін.}$$

$\sum R$ - сума ремонтних одиниць

D – норма міжремонтного обслуговування, умовні ремонтні одиниці на одного робочого в зміну.

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо $R > 10$ то $D=300$

Якщо $R \leq 10$ то $D=500$

Назва обладнан ня	Тип або марка	Кількі сть змін	Катего рія ремонт ної складн ості	Розря д ремон тного циклу	Тривалість, місяців		
					Ремонтн ого циклу	Міжремонт ного періода	Міжогляд ового періода
Фермент атор	3 мішал кою	1	9.8	VI	24	6	1

Графік планово-попереджувального ремонту:

10. Розрахунок потрібної кількості робітників для виконання планових ремонтів і оглядів виконують на підставі річного плану ремонтів:

$$\varphi_p = \frac{(T_{pk} \sum R_k + T_{pc} \sum R_c + T_{pn} \sum R_n + T_{po} \sum R_o) K_n}{\Phi} = \frac{(35 \cdot 0 + 17.4 \cdot 9.8 + 4.4 \cdot 9.8 + 0.6 \cdot 9.8) \cdot 0.9}{2000} = 0.122$$

люди/рік

11. Витрати праці на ремонтні та профілактичні роботи:

$$P_1 = a \cdot R$$

На огляд: $0.6 \cdot 9.8 = 5.88$ год.

На поточний ремонт: $4.4 \cdot 9.8 = 43.12$ год.

На середній ремонт: $17.4 \cdot 9.8 = 170.5$ год.

На капітальний ремонт: $0 \cdot 9.8 = 0$ год.

Витрати праці в рік: 272.44 год/рік

На огляд: $10 \cdot 5.88 = 120$ год/рік

На поточний ремонт: $43.12 \cdot 1 = 43.12$ год/рік.

На середній ремонт: $170.5 \cdot 1 = 170.5$ год/рік.

12. Трудомісткість слюсарних, станочних та інших робіт (норма · год)

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Профілактичний огляд:

$$P_{cl} = R \cdot a \cdot P_o = 9.8 \cdot 0.6 \cdot 10 = 58.8 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ct} = R \cdot a \cdot P_o = 0$$

Плановий ремонт:

$$P_{cl} = R \cdot a \cdot P_n = 9.8 \cdot 3 \cdot 1 = 29.4 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ct} = R \cdot a \cdot P_n = 9.8 \cdot 0.9 \cdot 1 = 8.82 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Середній ремонт:

$$P_{cl} = R \cdot a \cdot P_c = 9.8 \cdot 12 \cdot 1 = 117.6 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ct} = R \cdot a \cdot P_c = 9.8 \cdot 3.6 \cdot 1 = 35.28 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Для інших робіт:

$$P_{cl} = 272.44 - ((58.8 + 29.4 + 117.6) + (0 + 8.82 + 35.28)) = 22.54 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

13. Кількість слюсарів та станочників:

$$Z_{cl} = \frac{\sum P_{cl}}{\Phi} = \frac{205.8}{2000} = 0.1 \text{ люд.}$$

$$Z_{ct} = \frac{\sum P_{ct}}{\Phi} = \frac{44.1}{2000} = 0,022 \text{ люд.}$$

$$Z_{in} = \frac{\sum P_{in}}{\Phi} = \frac{22.54}{2000} = 0,011 \text{ люд.}$$

Назва обладнання	Види ремонтних та профілактичних робіт та їх трудомісткість по місяцях, норма·год												Загальна трудоемкість робіт, норма·год			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	всього	Сл.	Ст.	Ін.
Ферментатор з механічним перемішуванням	0/5.8	0/5.8	0/5.8	0/5.8	0/5.8	П/43.1	0/5.8	0/5.8	0/5.8	0/5.8	0/5.8	С/170.5	272.4	205.8	44.1	22.5

Ремонт апаратів з мішалками закінчується випробуванням.

Вимоги, що пред'являються до ферментаторам при проектуванні

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

При конструюванні необхідно враховувати ферментатора такі вимоги, які в першу чергу визначаються проведенням технологічним режимом.

1. Геометричний об'єм апарата повинен бути таким, щоб вмістити в себе весь обсяг культуральної рідини, який запланований технологічним режимом на останню годину роботи, включаючи міститься в культуральній рідині повітря і піну над нею.

2. Апарат повинен бути забезпечений пристроями для подачі повітря в культуральну рідину, його ефективного диспергування та перемішування з метою рівномірного розподілу газової фази по всьому об'єму.

3. Апарат повинен бути оснащений теплообмінними пристроями для підтримки необхідної температури культуральної рідини.

4. Внутрішня геометрія робочого об'єму апарата повинна бути якомога простішою з метою надійної миття і стерилізації робочого об'єму апарата.

Сучасні технологічні режими культивування передбачають збалансований приплив поживних речовин, у суворій відповідності зі швидкістю розмноження дріжджів, що забезпечує отримання продукції високої якості з високим виходом.

Для цього необхідно, щоб ферментатори були оснащені:

– усіма необхідними технологічними патрубками для подачі субстрату, розчинів солей та ростових речовин, підведення і відведення повітря і т. п;

– системою контрольно-вимірювальних приладів, які підтримують основні параметри процесу культивування (температура, рН живильного середовища і кількість спирту, який утворюється при зброджуванні цукрів субстрату) у заданих межах;

– оглядовими вікнами для візуального спостереження за робочим процесом;

– монтажним люком, для проведення монтажних і ремонтних робіт всередині ферментатора (апарати геометричним об'ємом більше 30 м³).

					Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Опис системи управління

Однією з основних проблем ферментації є відсутність датчиків, що відповідають асептичним умовам процесу, витримують багаторазову термічну стерилізацію, ферментаційне середовище, що містить біомасу, бульбашки повітря, жири, емульсії та тверді частинки.

Основним керуючим впливом на ферментацію є режими аерації та перемішування, подачі теплоносія, регулювання рН, підтримування рівня піни, швидкість дозування субстратів та ін. Фізіологічний стан культури оцінюється за різними кінетичними параметрами процесу: швидкість росту, споживання кисню та різних субстратів, виділення CO₂ та інших продуктів метаболізму (в тому числі і цільових), швидкості окиснення або залуження, виділення тепла та ін.

Концентрацію іонів водню вимірюють за допомогою рН-метрів.

Концентрацію розчиненого кисню вимірюють амперметричними датчиками.

Кисень, що селективно проходить крізь мембрани датчика, викликає на електроді електрохімічну реакцію. Між концентрацією кисню та напругою спостерігається лінійна залежність. Датчик витримує 20-кратну стерилізацію. Перед ферментацією датчик градуують.

Концентрацію CO₂ у вихлопних газах вимірюють за температуропровідністю газів, інколи застосовують інфрачервоний аналізатор

Температура вимірюється ртутними термометрами, термопарами або металічними термометрами опору.

Тиск. Застосовують діафрагмові манометри, що здатні працювати в умовах стерильності. Пневматичний сигнал перетворюється в електричний. Тиск у ферментері можна регулювати простим клапаном зворотного тиску. При аварійній зупинці компресора і, відповідно, падінню надлишкового тиску у ферментері вмикається аварійна сигналізація (звук) та одночасно автоматично

					112032.ДП.119.009.ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Опис системи управління			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Супруненко Р.О									
Перевір.	Житнецький								1	7
Реценз.								НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.										
Затверд.	Гавва О.М.									

закриваються заступи герметизації апарата.

Швидкість подачі газу та рідини вимірюють лічильниками та приладами змінного перетину – ротаметрами та діафрагмами. Поплавок у ротаметрі трансформується в електричний сигнал, що керує вентилем на трубопроводі.

Для вимірювання рівня рідини у ферментаторі застосовують ваговий тип рівнеміра. Датчик фіксує масу рідини в апараті, відградуєований в одиницях рівня.

Комп'ютеризовані системи забезпечують значну швидкість розрахунків, миттєву інформацію та дають рекомендації з оптимізації технологій.

У майбутньому від ферментера слід переходити до мембранних біореакторів. Для вимірювання концентрації біологічно активних речовин у культуральному середовищі все ширше застосовують біосенсорні датчики.

Технологи мають наступні вимоги до машинобудівників:

- поверхні, що контактують з робочим середовищем, необхідно виготовляти з нержавіючої сталі та полірувати;
- ущільнення валів мішалок та піногасників повинні мати термічну стерилізацію;
- довжину штуцерів звести до мінімуму;
- штуцер встановлювати нахиливши для стікання рідини;
- передбачити можливість миття внутрішньої частини барботерів;
- передбачити термічну стерилізацію вихлопної труби для запобігання зараженню крізь рідку плівку;
- підвести пару до оглядових вікон для їх очищення;
- забезпечити стерильність пробовідбірників;
- розробити пристрій для механічного миття апаратів.

Кількість варіантів конструкцій та принципів роботи промислових ферментаторів – біореакторів залежить від їх потужності та асортименту продукції, що випускають.

Ускладнення конструкції апаратів пов'язано з тим, що ферментатор має задовольняти основні вимоги мікроорганізмів, щоб забезпечити:

					Опис системи управління	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- подачу кожній клітині в достатній кількості всіх субстратів;
- відведенню від кожної клітини продуктів метаболізму;
- термостатування мікробної суспензії в кожній точці ферментера;
- підтримка оптимальних робочих параметрів у кожній точці ферментатора;
- високий рівень автоматизації процесу культивування, техніку безпеки та умов праці операторів.

Забезпечення асептичних умов

Під асептичними умовами розуміють можливість проведення процесу без сторонньої мікрофлори. Особливо це є важливим у виробництві тонкого мікробіологічного синтезу. Основним методом створювання асептичних умов є стерилізація.

Існує два шляхи забезпечення асептики: забезпечення гігієни виробництва та проведення комплексу технічних рішень та методів.

Сторонню мікрофлору можна знищити стерилізацією внутрішньої поверхні апаратів та вузлів, після чого забезпечують їхню герметизацію.

Найбільш розповсюджений метод стерилізації апаратури та трубопроводів – теплова обробка насиченою водяною парою. Цей метод надійніший, економічніший та зручніший, ніж обробка хімічними засобами.

При стерилізації важливо, щоб у всіх точках внутрішньої поверхні створювалась потрібна температура, і вона повинна підтримуватись протягом заданого часу.

Існує графік, за яким визначають час загибелі мікроорганізмів при будь-якій температурі. Чим вища температура, тим швидше проходить стерилізація.

Для підвищення ефективності стерилізації паром важливо: видаляти повітря з апарату перед початком стерилізації, продуваючи його паром; зменшувати вміст повітря в парі; не допускати забруднення на внутрішній поверхні апарата та ін.

Найбільш незручними в процесі стерилізації є штуцера, місця введення датчиків контрольно-вимірювальних приладів, спуску, відкриті трубні закінчення.

Обв'язування різних ферментерів складаються з типових елементів.

					Опис системи управління	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі матеріальні лінії трубопроводів мають термозатвори, в які постійно подається пара та виводиться конденсат, що утворюється.

На рис. 9.1 подана типова схема обв'язування приладами ферментатора.

Крім самого ферментатора (1), спорядженого сорочкою (2), барботером (3), багатоярусною турбінною електромішалкою (4), до складу вузлів ферментера входять:

- сателітарні ємкості-мірники (5, а та 5, 6), в які з вузла приготування лугів та кислот закачують відповідно ці розчини. Їх додають з метою регулювання величини рН культуральної рідини;

- ємкість-мірник піногасника (6), спорядженого змішувиком (7), в який подають пару для нагрівання антипінного агента та його стерилізації;

- індивідуальні фільтри для остаточної стерилізації повітря (8,а та 8,б) (один у резерві);

- водяний поглинач вологи з відпрацьованого повітря (9).

Подачу живильного середовища (ЖС), посівного матеріалу (ПМ), підживлюючих розчинів солей або інших компонентів (ГЖ1 та ПК2), розчинів кислот та лугів, піногасника здійснюють через багатокорпусний стерильний вентиль (10).

Подачу охолодної води (В) в оболонку ферментера здійснюють знизу, а вивід – зверху. Відпрацьовану воду спрямовують у зворотною каналізацію (ЗК) на загальнозаводські градирні. Пару, для підігрівання живильного середовища або культуральної рідини в процесі ферментації, подають у верхній штуцер оболонки, а вивід пароконденсатної суміші здійснюють знизу через конденсаційну ємність (11).

Вивід КР з ферментатора на насос здійснюють знизу. Знизу виводять також промивну воду і пароконденсат після стерилізації апарата; їх спрямовують у каналізацію на очисні споруди (ОС).

Для промивання і стерилізації ферментера передбачають окремий штуцер для подачі води та пари.

					Опис системи управління	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обов'язковими для контролю або контролю з автоматичним регулюванням є наступні показники:

- температура культуральної рідини (датчик, контрольно-вимірювальний прилад з автоматичним регулюванням витрати охолодної води – відповідно 12,а, 12,б та 12,в);
- рН культуральної рідини (13,а, 13,б, 13,в);
- тиск у ферментері (14,а, 14,б, 14,в);
- рівень піни (15,а, 15,б, 15,в);
- витрата стерильного повітря (16,а, 16,б, 16,в);
- концентрація кисню в культуральній рідині (17,а, 17,б).

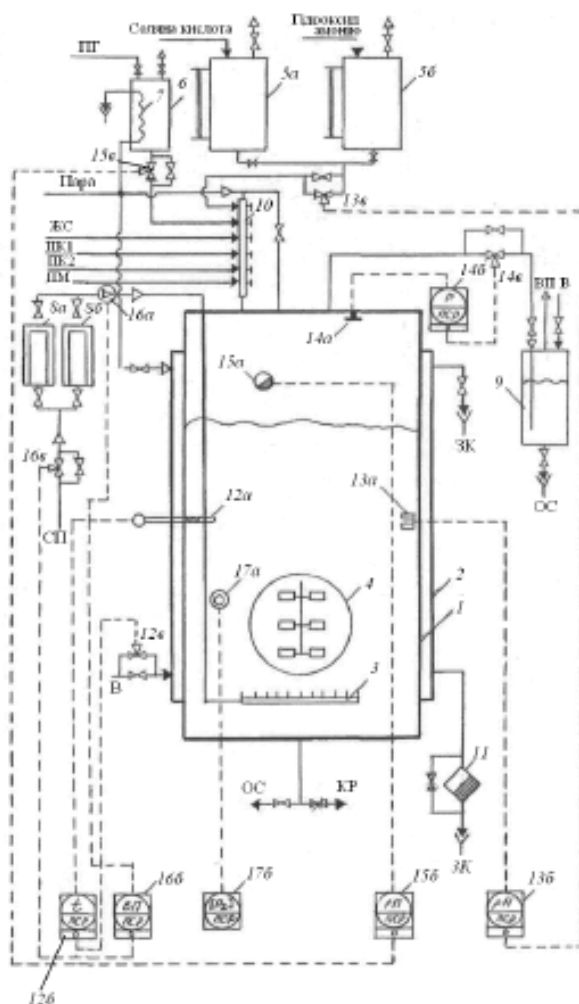


Рис. 9.1. Типова схема обв'язування приладами ферментатора

Крім контролю вказаних показників, можуть бути передбачені контроль та автоматичне регулювання частоти обертання мішалки, температури охолодної

					Опис системи управління	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

води, концентрації CO_2 у середовищі та на виході, окислювально-відновлювального потенціалу, в'язкості середовища, вологості повітря на виході, витрати підживлювальних розчинів, концентрації біомаси тощо.

Особливість апаратури – її герметизація (захист від зовнішньої мікрофлори та захист навколишнього середовища від продуктів біосинтезу).

Проблеми герметизації полягають у вібрації в апаратурі, валах, що обертаються, у різних температурах усередині та зовні, міцності затягування болтів та ін.

Герметичність апаратів контролюють декількома методами:

- манометричним, що ґрунтується на зниженні тиску або розрідження;
- галоїдними шукачами витікання (фреони, CCl_4 , дихлоретан). Їх додають в апарат $10\text{--}30\text{ см}^3$ на 1 м^3 об'єму апарата. У випадку витікання галоїдних газів з апарата їх фіксують приладом з чутливістю до $10^{-4}\%$ у повітрі.

Дегерметизація відбувається часто там, де є сидла для ущільнення, клапани та ущільнення штока, фланцеві з'єднання, вали мішалок, місця кріплення контрольно-вимірювальних приладів.

Найбільш уразливе місце ферментера – вал мішалки. Сальники з м'яким набиванням не забезпечують необхідної герметизації. Краще мати торцеві ущільнення вала мішалки з масляним термічним затвором типу ТТ (рис. 9.2).

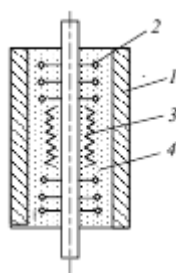


Рис. 9.2. Ущільнення вала мішалки: 1 – корпус; 2 – сальфонне ущільнення;
3 – пружина; 4 – масло

Для підвищення ефективності замість фланцевих з'єднань можна використовувати зварні. Замість звичайних вентилів – сальфонні або мембранні (рис. 9.3).

					Опис системи управління	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

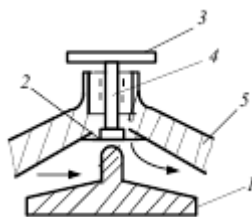


Рис. 9.3. Діафрагмовий вентиль: 1 – корпус; 2 – діафрагма; 3 – маховик;
4 – шпindel; 5 – кришка

					Опис системи управління	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Заходи з охорони праці

Охорона праці – це система законодавчих актів та відповідних їм соціально-економічних, технічних, гігієнічних та організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я та працездатність людини в процесі виробництва.

Питанням охорони праці приділяється особлива увага, тому що на цих підприємствах виробляються хімічні та мікробіологічні продукти: біологічно активні речовини (вітаміни, амінокислоти, білки та ферменти, дріжджі та ін.), а також широко використовують кислоти, луги, розчини солей, мікроорганізми, що викликає алергічні реакції у людини та ряд інших захворювань. Крім того, багато речовин пожежо- та вибухонебезпечні.

У правилах безпеки для мікробіологічної промисловості містяться 11 розділів, де знайшли відображення наступні питання:

1. Загальні положення охорони праці містять виявлення та вивчення травматизму на виробництві, розробки заходів щодо покращення умов праці, інструктажу з охорони праці та техніки безпеки.

2. Опалення, вентиляція та освітлення. Усі приміщення в мікробіологічній промисловості обігрівують водою, парою або повітрям (центральне опалення). Передбачається герметизація обладнання та вентиляція приміщення для очищення повітря від пилу, пари, токсичних речовин, теплоти та мікроорганізмів. Вентиляція зводить концентрацію шкідливих речовин до мінімуму. Добре освітлення знижує травматизм, підвищує продуктивність праці.

3. Забезпечення охорони праці в мікробіологічній промисловості. У цьому розділі перераховані заходи, що забезпечують безпечну роботу на обладнанні в сировинному та допоміжних цехах і дільницях, кислотної та лужної станції, гідролізованому відділенні, відділенні приготування розчинів вапнякового молока, поживних солей, бродильному відділенні, сепарування, центрифугування,

поживних елементів, середньому, відхиленні, зскасування, центрифугування;										
					180278.ДП.02.010.ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Супруненко Р.О			Заходи з охорони праці			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Житнецький							1	6
Реценз.								НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.										
Затверд.		Гавва О.М.								

фільтрування, екстракції, відділенні сушіння, стандартизації, фасування та пакуванні готового продукту біологічно активних речовин. Для організації кожного робочого місця необхідно мати дані про виділення шкідливих речовин, газів, пилу, шуму, вібрації, знати склад обладнання, розміщення проходів, енергетичних джерел, аварійної сигналізації та ін.

4. Склади мікробіологічних підприємств містять ємкості для зберігання сировини, матеріалів, кінцевих продуктів. На складах легкозаймистих та горючих рідин (метанолу та етанолу, ацетону, бензолу та бензину) безпечність зберігання забезпечується за рахунок встановлення в резервуарах та цистернах дихальних клапанів, перегородок для вогню, а також засоби захисту від пожежі.

Особливу безпеку здійснюють при зберіганні кислот, лугів та інших надто шкідливих речовин.

У Правилах безпеки особливу увагу приділено експлуатації електротехнічного обладнання, протипожежним заходам, засобам індивідуального захисту.

Відповідальність за порушення Правил безпеки, своєчасного інструктажу, розслідування та обліку нещасних випадків, за виконання заходів щодо охорони праці несуть керівники підприємств, головні інженери, начальники цехів, керівники виробничих підприємств.

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

В даному проекті розглядається ферментатор з турбінною мішалкою і барботером.

Його складовими частинами являються наступні елементи:

1-корпус; 2-сальник; 3-тяги; 4- вал з мішалками; 5-барботер; 6-підп'ятник; 7- стійка; 8-лаз-павук; 9, 10-муфти; 11-стійка; 12-електродвигун; 13-оглядове скло; 14-гільза для термометра; 15-проміжний вал; 16-редуктор; 17, 18, 19-штуцери для виходу води, для гільзи термометра та для наповнення; 20, 21, 22-штуцери для

					Заходи з охорони праці	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завантаження посівного середовища, для барботера і подачі води; 23,24,25-штуцери для манометра, відбору проби та виходу повітря.

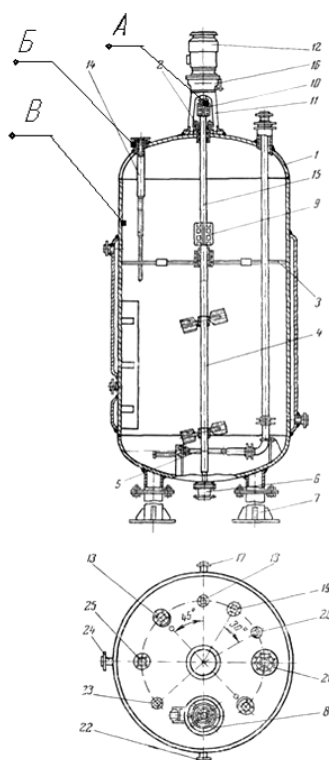


Рис. 10.1 Ферментатор з механічним перемішуванням

Небезпечні зони ферментатора:

- А) муфта, привід (обертові механізми) 180 об/хв. - механічні ушкодження;
- Б) клапани, штуцери та вивідні патрубки бо апарат працює під надлишковим тиском 0,3 МПа - небезпека вибуху;
- В) корпус (підвищена температура) – опіки.

Електробезпека

Система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

					Заходи з охорони праці	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз виробничого травматизму показує: що кількість травм, які спричинені дією електричного струму є: незначною і складає: близько 1 %, однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм вже складає: 20%.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є: випадкове доторкання до неізолюваних струмопровідних частин електроустаткування; використання несправних ручних електроінструментів; застосування.

Виробничі вібрації

Збільшення потужностей та швидкостей перемішування у виробництві призводить до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини. Комплексна механізація і автоматизація підприємства є радикальним способом позбавлення людини від шкідливого впливу вібрацій [10].

Вібрації – це механічні коливання машин, механізмів та їх елементів [2].

Основним документом, що визначає норми вібрацій є ГОСТ 12.1012 – 78 ССБТ “Вибрация. Основные требования безопасности”.

При виробництві антибіотиків авермектинів виробничі вібрації створюються в процесі роботи змішувачів, посівного апарату, ферментера, центрифуги, екстрактора та пакувального обладнання [10].

Для зниження вібрацій використовують перехід енергії механічного коливання в інші види енергії, найчастіше в теплову. Для цього використовують матеріали з великим внутрішнім тертям. Використання матеріалів з більшим внутрішнім тертям дозволяє знизити вібрацію в діапазоні середніх та високих частот на 8...10 дБ. Також для зниження вібрації використовують вібродемпфувальні покриття, що мають великі витрати на внутрішнє тертя. Ще використовують віброгасіння – зниження рівня вібрації машин і агрегатів встановленням їх на віброізолюючі фундаменти. Масу фундаменту підбирають так, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,2 мм. Також використовують віброізоляцію. З метою віброізоляції машин з вертикальною збурюючою силою

					Заходи з охорони праці	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

застосовують віброізолятори трьох видів: гумові, пружинні, комбіновані. Для зменшення від'ємної дії вібрації використовують засоби індивідуального захисту і встановлюють режими праці робітники[10].

Виробничі випромінювання

Фізіологічні процеси в організмі людини проходять нормально при тепловому балансі людини з навколишнім середовищем. Особливо несприятливо впливає на самопочуття людини надлишкова теплота навколишнього середовища. Тривала дія високої температури повітря посилює діяльність серцево – судинної та дихальної систем, спричиняє втрату значної кількості вологи та мінеральних солей, а в окремих випадках і тепловий удар. Низькі та знижені температури можуть бути причиною охолодження та переохолодження [10].

Рівень випромінювання нормується за ГОСТ12.1.005 – 88, ДСНЗ.3.6.042 – 99 “Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.

При виробництві антибіотиків авермектинів створюються виробничі теплові випромінювання під час роботи автоклава [10].

Автоклави встановлюються в окремому приміщенні з температурою повітря не нижчою 5 град °С. Перед кожним циклом парової обробки проводиться гідравлічна перевірка автоклава, а також прилеглих трубопроводів і запірної арматури. Максимальний тиск живильного насоса не повинен перевищувати дозволеного робочого тиску автоклава згідно з експлуатаційною документацією. При використанні прохідних автоклавів у тупиковій схемі неробочі кришки повинні мати заглушки. Автоклави забезпечені апаратурою автоматичного запису температури і тиску робочого середовища. Вона встановлюється в кабіні оператора або в інших місцях поблизу пультів та органів керування, де б забезпечувалось постійне спостереження за їх роботою і показаннями. Під час вивантаження із автоклава проводиться вентиляція приміщення. Для забезпечення безпечної роботи автоклави забезпечені контрольно-вимірювальними приладами, запобіжної, регулюючої і арматурою, у тому числі пристосуваннями для відключення автоклава від трубопроводу, що підводить пару і воду, пристосуваннями для випуску з автоклава пари і води, а також блокують

					Заходи з охорони праці	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристроями, що виключають можливість пуску пари при не повністю закритій кришці або наявності в автоклаві тиску вище атмосферного. Автоклави слід забезпечити теплоізоляцією, на поверхні якої температура не повинна бути вищою ніж 45 °С [10].

Основні методи захисту від температурних впливів – усунення високотемпературних джерел теплоти; теплоізоляція та охолодження гарячих поверхонь; екранування; застосування вентиляції, повітряних оазисів та душування; засоби індивідуального захисту; організація раціонального режиму праці та відпочинку [10].

Висновки

З метою усунення дії комплексу шкідливих і небезпечних факторів на підприємствах фармацевтичним необхідно провести такі заходи: забезпечити нормальну роботу припливно-витяжної вентиляції; встановити необхідну теплоізоляцію обладнання, комунікацій, яка забезпечить температуру на поверхні обладнання не вище 35 °С (при умові, що температура всередині приміщення не перевищує 100 °С); проводити контроль освітленості робочих місць не рідше 1 разу на 2 місяці, своєчасно замінювати перегорілі лампи, чистити світильники; забезпечити віброакустичний захист.

Для створення безпечних умов праці на підприємстві, необхідно:

- підвищувати кваліфікацію спеціалістів з охорони праці;
- проводити інструктажі з техніки безпеки;
- забезпечити дотримання технологічного режиму;
- не допускати до роботи робітників не за спеціальністю;
- забезпечити високу трудову дисципліну;
- використовувати колективні та індивідуальні засоби захисту.

					Заходи з охорони праці	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Охорона довкілля

Система охорони навколишнього середовища містить установи з очищення повітряних викидів, стічних та промивних вод.

Очищення повітряних викидів від мікроорганізмів.

Очищення повітря від газових шкідливих домішок за характером протікання фізико-хімічних процесів здійснюється за такими 5 основними хіміко-технологічними групами методів: абсорбцією, адсорбцією, хемосорбція (хімічне перетворення), термічна нейтралізація, каталізація.

- *Абсорбція* використовується у тих випадках коли очищенню підлягають газові потоки, наприклад – пари соляної кислоти, аміак, оксид сірки, оксид вуглецю. Суть методу полягає у поглинанні абсорбентами (рідинами) поллютантів, шляхом розчинення або зв'язування газів, що пропускають через них.

- *Адсорбція*, як метод очистки будується на властивостях окремих тонкодисперсних твердих тіл (адсорбентів – активного вугілля, цеолітів, силікагелів і т. д.) вловлювати в газах за певних умов шкідливі елементи.

Найчастіше очисні технології застосовують у комплексі цілого ланцюга або комбінації очисних агрегатів. Спочатку здійснюється грубе очищення в осадових камерах. На другому етапі газ проходить через циклон (або батарею циклонів), а для високої ефективності очистки використовуються електричні, тканинні або ситові фільтри (цементна промисловість, теплоенергетика, каталітичні і термокаталітичні реактори у металургії та хімічній промисловості).

- *Метод хемосорбції* базується на поглинанні газів твердими і рідкими поглиначами з утворенням слаболетких або слабозрочинних хімічних сполук, які в результаті побічних перетворень дозволяють отримати корисний кінцевий продукт (наприклад при вилученні із газів сірководню отримується сірка за допомогою миш'яколуужного розчину) для цього найчастіше використовують

					180278.ДП.02.011.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Супруненко Р.О				Охорона довкілля	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Житнецький						1	3
Реценз.						НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.								
Затверд.	Гавва О.М.							

скрубери Вентурі.

- *Термічна нейтралізація.* Метод базується на здатності горючих токсичних компонентів (гази, пари і т. д.) окислятися до менш токсичних при наявності вільного кисню і високої температури газової суміші. Цей метод використовується у випадках, коли об'єми і концентрація викидів великі.

- *Каталітичний метод* використовують для перетворення токсичних компонентів промислових викидів у речовини нешкідливі чи менш шкідливі для навколишнього середовища шляхом введення в систему додаткових речовин – каталізаторів. Каталітичний метод базується на взаємодії речовин, що видаляються з одним з компонентів, який присутній в газі, що очищує, або з спеціально доданою в суміш речовиною. Каталізатор, взаємодіючи з одним з реагуючих сполук, утворює проміжну речовину, яка розкладається з утворенням продукту регенованого каталізатора.

На основі цих методів розроблена велика кількість пристроїв і апаратів, при комплексному використанні яких може бути досягнуте високоефективне очищення пилогазових викидів. З метою економії виробничих площ ці пристрої й апарати розміщують, як правило, у верхніх ярусах цехового простору. Вилучені з пилогазових викидів речовини звичайно є або готовим продуктом, або коштовним видом вторинної сировини.

Ще є такі заходи очищення повітряних викидів від мікроорганізмів і герметизація виробничих апаратів (ферментерів) флотаторів, сушарок та ін.), а також застосування циклонів, гідроциклонів, пилоосаджувальних камер, тканинних та електричних фільтрів, скрубєрів.

Очищення стічних вод.

Технологічний процес пов'язаний зі споживанням значної кількості води, що забруднюється шкідливими мікроорганізмами, мінеральними солями та органічними компонентами. У стічних водах знаходяться як розчинні, так і нерозчинні речовини.

Забрудненість стічних вод оцінюється двома показниками: хімічним споживанням кисню (ХСК), тобто кількістю кисню (мг), достатньою для

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

окиснення речовин в 1 дм³ стоків, та біологічним споживанням кисню (БСК), тобто кількістю кисню (мг), що споживають мікроорганізми на окислення органічних речовин в 1 дм³ стічних вод. Величину споживання кисню протягом 5 діб позначають БСК₅.

Існує декілька способів очищення стоків:

- механічне очищення (від нерозчинних у воді забруднень) використовують решітки, сита, гідроциклони, відстійники, піщані та сітчасті фільтри. Для освітлення поживних солей та середовищ, нейтралізаторів використовують гідроциклони;

- хімічне очищення. Відбувається шляхом додавання до стоків реактивів для осадження домішок або виділення газів;

- фізико-хімічне очищення (процеси коагуляції, флокуляції, сорбції, флотації та ін.). Як коагулятор застосовують сульфат алюмінію, широко використовують сорбцію (активоване вугілля);

- біологічне очищення ґрунтується на утилізації мікроорганізмами органічних речовин, що містяться в стоках. Для очищення від нафтопродуктів застосовують спеціальні уловлювачі.

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

При виконанні кваліфікаційної роботи на тему «Модернізація ферментатора з механічним перемішуванням та пневматичною подачею повітря з об'ємом 140 м³», виконано:

1. Порівняльний аналіз обладнання вітчизняного та закордонного виробництва. Встановлено, що закордонні апарати для культивування надійні в експлуатації, придатні для обслуговування та ремонту. В останні роки розроблено конструкції ферментаторів, що дозволяють значно інтенсифікувати процес розвитку мікроорганізмів у рідкому середовищі та великих швидкостей циркуляції.
2. Наведені чинники обумовлюють високу економічну ефективність даного способу. У зв'язку з цим глибинне культивування знаходить все більш широке застосування як в нашій країні, так і за кордоном.
3. В даній кваліфікаційній роботі було проведено модернізацію вузла ущільнення, яка дозволяє зменшити витрати на сальникове ущільнення і покращити надійність. Суть модернізації полягає в розробленні нової конструкції ущільнення. Сальникове ущільнення розташоване на валу в верхній частині апарату (закріплене з кришкою) має шість шарів набивки і отвори для стерилізації. Під час роботи ферментатора до сальникового ущільнення подається стерильне повітря.
4. Запропоноване технічне рішення потребує мінімальних затрат на модернізацію обладнання, є доцільним та економічно вигідним.

					180278.ДП.02.000.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Супруненко Р.О			Висновки			
Перевір.		Житнецький						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						
						Літ.	Арк.	Акрушів
							1	1
						НУХТ ОФ 4-14		

Список використаної літератури

1. Безбородов А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза: Ферментативный катализ, как альтернатива органического синтеза / А.М. Безбородов - М.: Агропромиздат, 1991. – 238 с.
2. Бекер М.Е. Биотехнология / Бекер М.Е., Лиепиньш Г.К., Райпулис Е.П. – М.: Агропромиздат, 1990. – 334 с.
3. Биотехнология микробных ферментов / [Лобанок А.Г., Астапович Н.И., Михайлова Р.В., Безбородов А.М.] – Минск: Наука и техника, 1989. – 204 с.
4. Биотехнология. Принципы и применение / [Бич Г., Бест Д., Брайерли К. и др.] Пер. с англ. ; под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988. – 480 с.
5. Бирюков В. В. Основы промышленной биотехнологии / Бирюков В.В. — М.: КолосС, 2004. — 296 с.
6. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология: учеб.пособие / Воробьева Л.И. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 294 с.
7. Егоров Н.С. Биотехнология: микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов: учеб. пособие для вузов / Н.С. Егоров, В.Д. Самуилов. - М.: Высшая школа, 1997. – 143 с. – (в 8 кн., кн.6).
8. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для вузов/ [Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др.]; под ред. В.А. Панфилова. - М.: Высшая школа, 2001. - 704 с. – (в 2 кн., кн.1).
9. Пирог Т.П. Загальна біотехнологія: підручник / Т.П. Пирог, О.А. Ігнатова. – К.: НУХТ, 2009. – 336 с.
10. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: підручник / Пирог Т.П. — К.: НУХТ, 2004. — 471 с.

					180278.ДП.02.000.ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаної літератури				Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Супруненко Р.О									
Перевір.		Житнецький								1	2
Реценз.									НУХТ ОФ 4-14		
Н. Контр.											
Затверд.		Гавва О.М.									

12. Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв : Лабораторний практикум – К.:НУХТ, 2009. – 302с.
13. Ісаєнко В. М. Біологічно активні речовини антипаразитарної дії в агроєкосистемах: дис. д-ра біол. наук. – Київ, 2004.– 368 с.
14. Калунянц К. А., Голгер Л. И., Балашов В. Е. Оборудование микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1987. – 398 с.
15. Купчик М. П., Гандзюк М. П., Степанець І. Ф., Вендичанський В. Н., Литвиненко О. В. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000, – 416 с.
16. Актофит/ Биоветфарм – официальный сайт/ 2011/
<http://biovetfarm.com.ua/product/biologicheskie/aktofit/>
17. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новиков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. – Львів, 2005. – 188 с.
18. Чуешов В.И. и др. Промышленная технология лекарств: учебник в двух томах / Под ред. В.И. Чуешова - Х.: МТК-Книга; изд-во НФАУ, 2002. – Т. 1.- 560с.
19. Чуешов В.И. и др. Промышленная технология лекарств: учебник в двух томах / Под ред. В.И. Чуешова - Х.: МТК-Книга; изд-во НФАУ, 2002. – Т. 2. -716с.
20. Муравьев И.А. Технология лекарственных форм: учебник для учащихся фармацевтических училищ, 2-е издание, перераб. и дополн. - М.: Медицина, 1988. - Т. 1,2 - 751 с.
21. Автоматизація виробничих процесів, методичні вказівки до виконання курсової роботи, - К.: УДУХТ, 2002р.
22. Гальперин Д.М., Горбатов В.М., Монтаж, наладка, експлуатація і ремонт обладнання.- М.: Пищевая промышленность, 1975. – 576 с.
23. Штефан Є. В. Технологічні основи машинобудування: Курс лекцій. – К.: НУХТ, 2008. – 61 с.
24. Сологуб М. А. Матеріалознавство і технологія матеріалів. – К.: НУХТ, 2008. – 123 с.

						Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		