Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розрахунок масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла обертання маслообробної бочки**

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МОс-41
спеціальності 133 «Галузеве машинобулування»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Хома А.Я. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Шинкарик М.М. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Ворощук В.Я. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Вітенько Т.М. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Вітенько Т.М,
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20___ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Хомі Андрію Ярославовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла обертання маслообробної бочки

Керівник роботи Шинкарик Марія Миколаївна, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «*29*» *01* 2024___ року № *4/7-70*

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Паспорт масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина
   - 1.1. Аналіз технічних даних масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4
   - 1.2. Опис будови і роботи масловиготовлювача Я5-ОМЄ-0,4
   - 1.3. Огляд обладнання для виготовлення вершкового масла
   - 1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи
2. Конструкторська частина
   - 2.1. Енергетичний розрахунок масловиготовлювача
   - 2.2. Розрахунок кінематичної схеми масловиготовлювача
   - 2.3. Розрахунок пасової передачі приводу масловиготовлювача
   - 2.4. Розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу маслообробної бочки
   - 2.5. Визначення реакцій в опорах маслообробної бочки і підбір підшипників
3. Технологічна частина
   - 3.1. Технічна експлуатація масловиготовлювача
   - 3.2. Система і графік планово-попереджувального ремонту масловиготовлювача
   - 3.3. Технологія розбирання та складання вузла вузла маслообробної бочки
   - 3.4. Розробка техпроцесу виготовлення півмуфти
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

Висновки.

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

Масловиготовлювач періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)

Кінематична схема масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (0,5 л. ф.А1)

Струтурна схема масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (0,5 л. ф.А1)

Вузол маслообробної бочки масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)

Рама масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)

Технологічна схема розбирання- складання вузла маслообробної бочки масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)

Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки півмуфти (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Окіпний І.Б.		
Нормоконтроль	доц. Ворощук В.Я.		

7. Дата видачі завдання 01.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	05.02. 2024-15.02.2024	
2	2. Конструкторська частина	04.03.2024-10.05.2024	
3	3. Технологічна частина	10.03.2024-01.05.2024	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	05.05.2024-11.06.2024	
5	Висновки.	02.06.2024-07.06.2024	
6	Графічна частина		
7	Масловиготовлювач періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)	03.02.2024-20.02.2024	
8	Кінематична схема масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (0,5 л. ф.А1)	10.02.2024-20.02.2024	
9	Струтурна схема масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (0,5 л. ф.А1)	01.02.2024-20.04.2024	
10	Вузол маслообробної бочки масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)	01.02.2024-04.06.2024	
11	Рама масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)	01.02.2024-25.05.2024	
12	Технологічна схема розбирання- складання вузла маслообробної бочки масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЕ-0,4 (1 л. ф.А1)	01.03.2024-06.05.2024	
13	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки півмуфти (1 л.ф.А1)	01.03.2024-05.05.2024	
14			
15			
16			

Студент _____ Хома А.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Шинкарик М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Хома Андрій Ярославович. Розрахунок масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла обертання маслообробної бочки.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз сучасного обладнання для виготовлення вершкового масла. Виконано необхідні розрахунки масловиготовлювача, зокрема: енергетичний розрахунок масловиготовлювача; розрахунок кінематичної схеми масловиготовлювача; розрахунок пасової передачі приводу масловиготовлювача; розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу маслообробної бочки; визначення реакцій в опорах маслообробної бочки і підбір підшипників.

Розроблено основні вимоги і рекомендації щодо експлуатації масловиготовлювача. Складено схему і карту розбирання і збирання вузла складання вузла маслообробної бочки. Розроблено технологічний маршрут мехобробки кришки півмуфти приводу маслообробної бочки.

Згідно отриманого завданнярозроблено заходи з питань безпеки та охорони праці.

Ключові слова: опора, бочка, вузол, ремонт, конструювання

					КРБ 357.00.00.000 ПЗ			
Змн.	*Арк.*	*№ докум.*	*Підпис*	*Дата*				
Розроб.		*Хома А.Я.*			*Анотація*	*Літ.*	*Арк.*	*Аркушів*
Перевір.		*Шинкарик М.М.*					*3*	
Реценз.						*гр. МОс-41*		
Н. Контр.		*Ворощук В.Я.*						
Затверд.		*Вітенько Т.М.*						

Abstract

Khoma Andrii. Calculation of a batch oil extractor brand YA5-OME-0.4 and development of technical measures for repairing the oil processing barrel rotation assembly.

In the qualification work, the analysis of modern equipment for the production of butter was performed. The necessary calculations of the butter maker were carried out, in particular: energy calculation of the butter maker; calculation of the kinematic scheme of the butter maker; calculation of the belt drive of the butter maker; calculation and selection of the finger coupling of the butter churn drive; determination of reactions in the supports of the butter churn and selection of bearings.

The basic requirements and recommendations for the operation of the butter churn are developed. A diagram and map of disassembly and assembly of the oil churn assembly unit were drawn up. A technological route for machining the cover of the half-coupling of the oil drum drive was developed.

According to the task, measures on safety and labour protection were developed.

Keywords: support, barrel, assembly, repair, design

Зміст

Завдання 1
Анотація 3
Зміст 4
Вступ 6
1. Аналітична частина. 8
1.1. Аналіз технічних даних масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4 8
1.2. Опис будови і роботи масловиготовлювача Я5-ОМЄ-0,4 9
1.3. Огляд обладнання для виготовлення вершкового масла 10
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи 14
2. Конструкторська частина 15
2.1. Енергетичний розрахунок масловиготовлювача 15
2.2. Розрахунок кінематичної схеми масловиготовлювача 16
2.3. Розрахунок пасової передачі приводу масловиготовлювача 18
2.4. Розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу маслообробної бочки 20
2.5. Визначення реакцій в опорах маслообробної бочки і підбір підшипників 21
3. Технологічна частина 23
3.1. Технічна експлуатація масловиготовлювача 23
3.2. Система і графік планово-попереджувального ремонту масловиготовлювача 26
3.3. Технологія розбирання та складання вузла вузла маслообробної бочки 27

3.4. Розробка техпроцесу виготовлення півмуфти 31
3.4.1. Опис призначення та конструкції півмуфти. Аналіз технічних умов. 31
3.4.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки 33
3.4.3. Вибір варіанту технологічного маршруту мехобробки 33
3.4.4. Припуски та міжопераційні розмірів півмуфти 34
3.4.5. Вибір варіанту технологічного маршруту мехобробки півмуфти 37
3.4.6. Вибір інструментів для мехобробки і контролю 39
3.4.7. Розрахунок режимів різання по операціях 40
3.4.8. Технічне нормування розробленого техпроцесу 42
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. 45
4.1 Заходи з охорони праці 45
4.2. Санітарно-гігієнічні вимоги в маслоцеху 49
4.3. Вибір мір і засобів для уникнення і упередження техногенних аварій 51
4.3.1. Вибір мір і засобів для вибухозахисту герметизованих систем 51
4.3.2. Пожежний захист виробничих об'єктів 53
Висновки 55
Перелік посилань 56

Вступ

Вершкове масло – це традиційний продукт, що залишається невід'ємною частиною раціону багатьох людей у всьому світі. У зв'язку з глобальними змінами в харчових уподобаннях і технологічними інноваціями, виробництво вершкового масла набуває нових перспектив і можливостей для розвитку.

Зростаючий попит на натуральні та органічні продукти є одним з основних факторів, що сприяють розвитку виробництва вершкового масла. Сучасні споживачі все більше звертають увагу на якість та натуральність продуктів, віддаючи перевагу вершковому маслу замість маргаринів та інших штучних жирів. Це зумовлює виробників збільшувати обсяги виробництва та покращувати якість продукції.

Технологічні інновації відіграють важливу роль у розвитку виробництва вершкового масла. Сучасні методи обробки молока та автоматизація виробничих процесів дозволяють підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати та покращити якість готового продукту. Новітні технології також сприяють розширенню асортименту продукції, наприклад, виробництву масла з додаванням різних смакових добавок та вітамінів.

Україна має значний потенціал для експорту вершкового масла, особливо в країни Європейського Союзу та Азії. Відповідність міжнародним стандартам якості та підвищення конкурентоспроможності продукції відкривають нові ринки збуту. Дослідження ринків та адаптація продукції до потреб споживачів різних країн є важливими аспектами для успішного експорту.

Незважаючи на позитивні тенденції, виробництво вершкового масла стикається з певними викликами. Серед них можна виділити конкуренцію з боку маргаринів та рослинних олій, коливання цін на сировину (молоко), необхідність відповідати жорстким екологічним стандартам та вимогам до якості продукції.

Крім того, зміни в споживчих уподобаннях та зростаюча конкуренція на ринку вимагають від виробників постійного оновлення асортименту та впровадження нових технологій.

Перспективи виробництва вершкового масла виглядають досить обнадійливо. Зростаючий попит на натуральні продукти, розвиток технологій, розширення експортних можливостей та державна підтримка створюють сприятливі умови для розвитку цього сектору. Виробникам важливо орієнтуватися на якість продукції, впроваджувати сучасні технології та активно досліджувати нові ринки збуту.

Метод збивання є класичним способом виробництва вершкового масла, який передбачає перемішування вершків до утворення масла. Метод збивання дозволяє зберігати всі корисні властивості вершків, включаючи вітаміни та мінерали. Також варто зазначити, що вершкове масло, виготовлене методом збивання, має ніжну текстуру та приємний смак.

Сучасні масловиготовлювачі для виробництва масла методом збивання дозволяють значно підвищити ефективність виробничого процесу та розширити можливості для виробників.

Відповідь на виклики, що стоять перед виробниками, та ефективне використання можливостей, що відкриваються, можуть забезпечити стійкий розвиток виробництва вершкового масла і підвищити його конкурентоспроможність на міжнародному ринку.

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз технічних даних масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4

В кваліфікаційній роботі виконується розрахунок та розроблення технічних заходів з ремонту вузла масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4. Масловиготовлювач періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4 призначений для виробництва вершкового масла з високоякісних вершків.

Технічні характеристики масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4

Місткість геометрична, л 400

Об'єм оброблюваних вершків, л 160

Частота обертання місткості, об/хв 38, 30, 25, 20

Потужність електродвигуна, кВт ..... до 2,5

Частота обертання вала двигуна, об/хв 740

Маса, кг 540

Конструкційні особливості:

корпус: циліндроконічної форми з горизонтальним розташуванням;

кришка: знімна або відкидна для зручності завантаження і вивантаження продукту;

лючок для вивантаження: Спеціальний лючок для зручного вивантаження готового масла.

Переваги:

ефективність: забезпечує високу швидкість і якість виробництва масла;

гігієнічність: завдяки використанню нержавіючої сталі, пристрій легко чиститься і відповідає санітарним нормам;

надійність: міцна конструкція забезпечує тривалий термін служби пристрою.

1.2. Опис будови і роботи масловиготовлювача Я5-ОМЄ-0,4

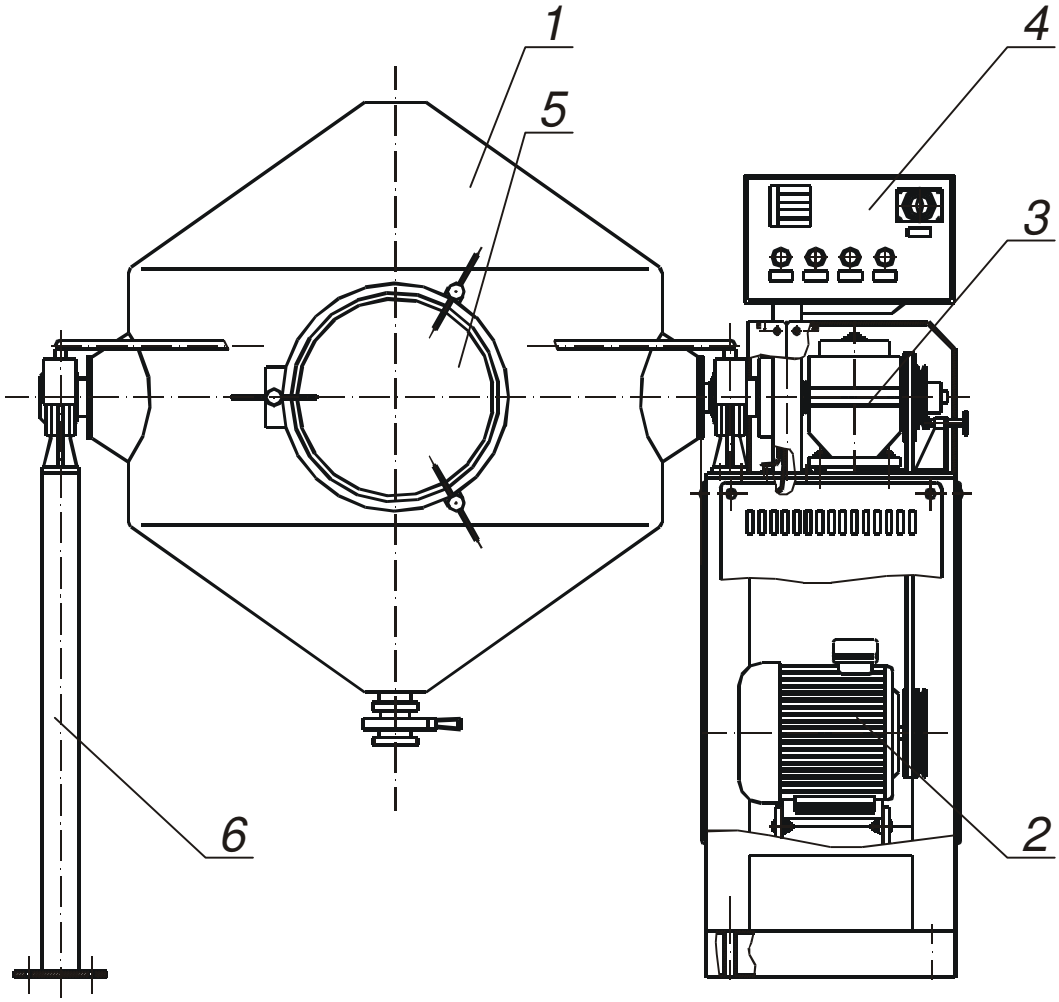


Рис. 1.1 – Масловиготовлювач типу Я5-ОМЄ-0,4:

1 – робоча ємкість; 2 –електродвигун; 3 – редуктор системи приводу; 4 – пульт керування роботою масловиготовлювача; 5 – люк; 6 – опора.

Масловиготовлювач Я5-ОМЕ-0,4 (рису. 1.1) має циліндроконічну ємність, що обертається.

Всередині ємності є фіксоване лопать для посилення обробки вершків. Вершки заповнюють резервуар на висоту від 40% до 50%. Це пояснюється тим, що при обертанні бочка інтенсивно перемішує залиті молочні вершки і утворює піну. В результаті кульки молочного жиру збираються в дрібні крупинки, які згодом утворюють шар масла.

У роботі маслоробної машини розрізняють два періоди: формування масляних зерен і оброблення масляних шарів. Під час обробки масляний шар або

його частини піднімаються і опускаються відповідно до поточного положення бочки. Кут підйому масла становить близько 57 градусів.

1.3. Огляд обладнання для виготовлення вершкового масла

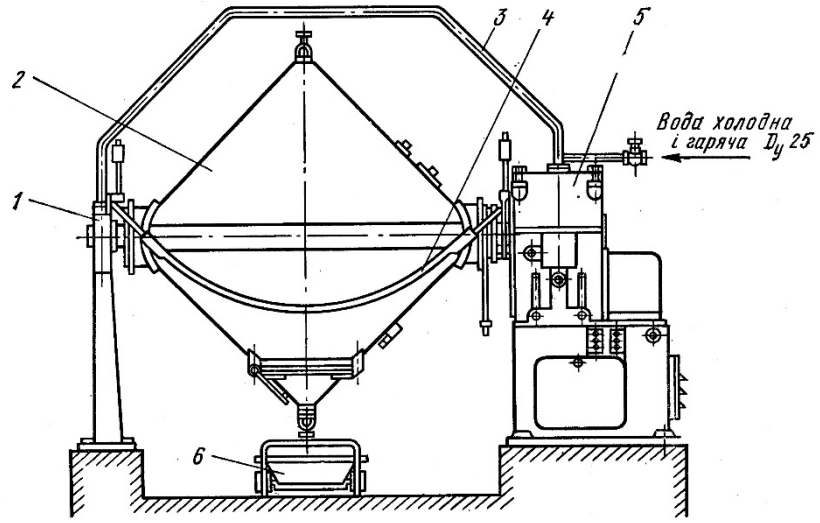
Останніми роками все більше уваги приділяється виробництву нових харчових продуктів з використанням вершкового масла та розробці відповідного технологічного обладнання. Основні завдання, з якими стикаються інженери, — це забезпечення найнижчої вартості кінцевого продукту при збереженні високої якості та збільшенні різноманітності кінцевої продукції. Найвідоміші розробки останніх років:

– масловиготовлювач неперервної дії – колективу авторів під керуванням Єресько Г.О., АС№4373369/30-13, опубліковане 07.12.90. Запропонований масловиготовлювач використовується на заводах для виробництва вершкового масла методом переробки високожирних вершків, підвищення ефективності масловиготовлювача і поточного перетворення масла в брикети за рахунок поліпшення його структурно-механічних властивостей. Масловиготовлювач містить перший і другий пластинчастий скребковий охолоджувач, з'єднаний між собою обладнанням для мехобробки вершків. Робоче колесо охолоджувача виконано у вигляді взаємно перпендикулярних лопатей із скребком, закріпленим на кінці втулкою, яка охоплює приводний вал. Висота гільзи відповідає ширині продуктової камери охолоджувача. Кулер оснащений індивідуальним приводом.

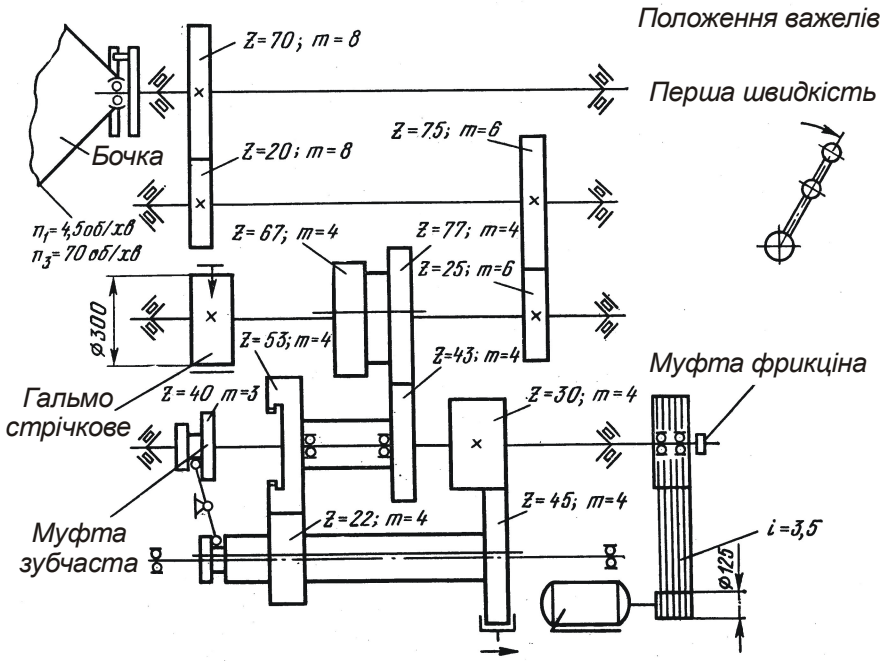
– устрій для збиття масла колективу авторів під керуванням Зотова Ю. А. (опубліковано 25.12.96) Пристрій для змішування масла, що складається з ротора, встановленого цапфою на підшипнику у вертикальній рамній колоні, контейнера, встановленого в корпусі між дном і закритим гвинтовим упором, і приводу, причому ротор є пристроєм для перемішування масла, виготовленим у формі закритої рами, яка відрізняється тим, що корпус прикріплений з можливістю обертання до ротора і з'єднаний зубчастою роз'ємною муфтою.

– міні-лінія по переробці молока колективу авторів під керуванням – Христенкf С. С. (опубліковано 29.04.94) Міні-лінія для переробки молока, що

включає сепаратор, пастеризатор, гомогенізатор, насос, продуктобак, а також холодильну установку і холодильну камеру з подачею води на вході та установкою електрохімічної активації води.



а)



б)

Рис. 1.2 - Схема безвальцевого масловиготовлювача з конічною місткістю: *а* — схематичне зображення загального виду: 1 — опора задня; *2* — ємкітсь; *3* —зрошувач; 4 — огорожа; 5— станина зі змонтованою коробкою перемивання швидкостей; *б* — підкатний візок для масла; б — кінематика масловиготовлювача.

Вихідний патрубок сепаратора з’єднаний з трубопроводом знімним ресивером, встановленим у верхній частині резервуара, продукт може витікати самопливом, а вихідний отвір оснащений насосом, який характеризується насосом. на виході. Всі вузли обладнання змонтовані та зібрані на одній пересувній базі, а лінія додатково характеризується оснащенням масловідділювача та сушильної шафи.Масловиготовлювач періодичної дії являє собою ємність циліндричної, конічної або грушоподібної форми, що обертається. Всередині є фіксовані лопаті для більш інтенсивної обробки масляного шару.

Обробка масла передбачає інтенсивну механічну дію. На вальцьових масловиготовлювачах це робиться шляхом пропускання нафти через ролики, на безвальцьових масловиготовлювачах вершки піднімаються на певну висоту і періодично опускається під час обертання бочки.

У масловиготовлювачах періодичної дії виконується ряд операцій промивання та соління для формування маслових зерен і пластів, а також для обробки пластів.

Масловиготовлювач періодичної дії являє собою обертову ємність циліндричної, конічної або грушоподібної форми. Всередині закріплені лопаті для більш інтенсивної обробки масляного шару.

Вершки заповнюють ємність на 40-50%, а при обертанні бочки вершки інтенсивно перемішуються, створюючи умови для утворення піни. В результаті спочатку жирові кульки злипаються, утворюючи зерна, а потім зерна злипаються, утворюючи шари.

Обробка цього шару вимагає інтенсивної механічної дії. На вальцьових масловиготовлювачах це відбувається шляхом сировини валками, а на безвальцьових вершки піднімаються на певну висоту і періодично опускається при обертанні бочки.

Масловиготовлювач Л5-ОМП, ММ-1000, ММ-2000, ММ-3000 об'ємом 1000 л є безвалковим масловиготовлювачом.

У центрі циліндричного бака встановлені чотири лопаті. Ємність обладнана краном для зливу сколотин і промивної води, повітряним клапаном, ревізійним вікном і люком для зливу масла.

Для підтримки температур перемішування використовують зовнішнє зрошення бочок.

Масловиготовлювач типу РЗ-ОВЕ об'ємом 2000 л. Конструктивно маслобойка включає всі типові елементи: ємність, привід і формувальне обладнання.

Контейнер складається з двох конічних зрізаних кінців, з'єднаних при основах. Внутрішня сторона контейнера шорстка та оброблена піскоструминним верстатом, щоб запобігти прилипанню масла. Прикріплена до ємності лопатка забезпечує інтенсивне перемішування вершків к процесі роботи.

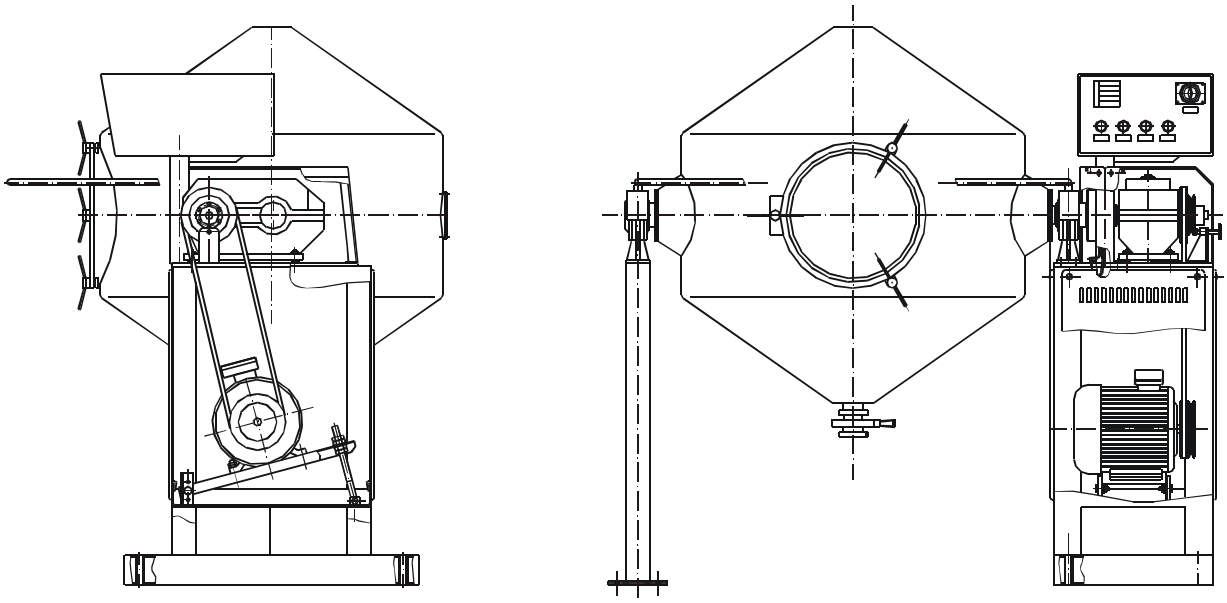


Рис. 1.3.– Масловиготовлювач РЗ-ОБЭ.

Двошвидкісний двигун і редуктор забезпечують вісім швидкостей обертання робочої місткості.

З розвитком міні-цехів і невеликих заводів виробники масла невеликої потужності стають все більш популярними. Випускається воно в ємностях 100 л, 200 л і 300 л.

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Мету даної кваліфікаційної роботи можна описати, як вирішити питання розрахунку масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4, а також та формування набору технічних заходів з ремонту вузла обертання маслообробної бочки.

Мета передбачає вирішення групи задач:

енергетичний розрахунок масловиготовлювача;

розрахунок кінематичної схеми масловиготовлювача;

розрахунок пасової передачі приводу масловиготовлювача;

розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу маслообробної бочки;

визначення реакцій в опорах маслообробної бочки і підбір підшипників;

розробка заходів з експлуатації, технічного обслуговування і ремонту масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4;

формування заходів з охорони праці та цивільної безпеки для масловиготовлювача періодичної дії марки Я5-ОМЄ-0,4.

2. Конструкторська частина

2.1. Енергетичний розрахунок масловиготовлювача

Харектерним геометричним параметрои для розрахунку споживаної потужності масловиготовлювача беде еквівалентний діаметр бочки, який складає 2/3 її висоти:

$$d_{екв} := 1.016 \cdot \frac{2}{3} = 0.677 \qquad (м)$$

Робоча частота обертання бочки:

$$n_{роб} := \frac{60 \cdot 0.5}{\sqrt{d_{екв}}} = 36.452 \qquad (об/хв)$$

Необхідну потужність електродвигуна на вироблення масла розрахуємо як для безвальцевих систем.

Геометрична місткість масловиготовлювача:

$V_{геом} := 0.4 \qquad (м^3)$

Коефіцієнт заповнення

при $\psi_{зап} := 0.4$

Робочий об'єм вершків у бочці:

$$V_{роб} := V_{геом} \cdot \psi_{зап} = 0.16 \quad (м^3)$$

Розрахункова потужність електродвигуна на збивання масла буде рівна:

$$N_{зд} = \frac{N_{пит} \cdot V_{роб} \cdot \rho_{мс}}{\eta_{пр} \cdot \eta_{ед}}$$

Де $N_{пит}$ - питомі затрати потужності на вироблення масла;

$N_{пит} := 5 \qquad (Вт/кг)$

$\eta_{пр}$ - коефіцієнт корисної дії приводу, реалізованого на базі схеми з клинопасової передачі і редуктора.

$$\eta_{пр} = \eta_{пп} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{підш}^{2}$$

$\eta_{пп}$ - коефіцієнт корисної дії пасової передачі $\eta_{пп} := 0.875$

$\eta_{ред}$ - коефіцієнт корисної дії редуктора $\eta_{ред} := 0.9$

$\eta_{підш}$ - коефіцієнт корисної дії підшипникових опор $\eta_{підш} := 0.99$

$$\eta_{пр} := \eta_{пп} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{підш}^{2} = 0.772$$

$\eta_{ед}$ - коефіцієнт корисної дії електродвигуна $\eta_{ед} := 0.95$

$\rho_{мс}$ - густина вершкового масла $\rho_{мс} := 950$ (кг/м^3)

$$N_{зд} := \frac{N_{пит} \cdot V_{роб} \cdot \rho_{мс}}{\eta_{пр} \cdot \eta_{ед}} = 1036.5 \quad (Вт)$$

Привід масловиготовлювача будемо здійснювати від асинхронного електродвигуна марки 4А100М2Р2 з наступними характеристиками:

робоча потужність $N_{дв} := 1.46$ (кВт)

частота обертання вала $n_{дв} := 750$ (об/хв)

2.2. Розрахунок кінематичної схеми масловиготовлювача

Для передачі крутного моменту використаємо пасову передачу і редуктор. Необхідне передаточне число.

Частота обертання бочки: $n := n_{роб} = 36.452$ об/хв

Необхідне передаточне число:

$$u_{необх} := \frac{n_{дв}}{n} = 20.575$$

Виберем з конструктивних міркувань діаметри шківів пасової передачі:

$D_2 := 0.165$ (м)

$D_1 := 0.150$ (м)

Передаточне число пасової передачі:

$$u_{п} := \frac{D_2}{D_1} = 1.1$$

Необхідне передаточне число редуктора:

$$u_{ред} := \frac{u_{необх}}{u_{п}} = 18.705$$

Приймаєм редуктор Ц2С-80-20 з наступними характеристиками:

Передаточне число: $u_{ред} := 18.5$

Коефіцієнт корисної дії: $\eta_{ред} := 0.9$

Попередньо кутові швидкості обертання валів:

-вала електродвигуна:

$$\omega_{дв} := n_{дв} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} = 78.54 \quad (рад/с)$$

-веденого вала пасової передачі:

$$\omega_{пв} := \frac{n_{дв}}{u_{п}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} = 71.4 \quad (рад/с)$$

-веденого вала редуктора:

$$\omega_{рнв} := \frac{n_{дв}}{u_{п} \cdot u_{ред}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} = 3.859 \quad (рад/с)$$

2.3. Розрахунок пасової передачі приводу масловиготовлювача

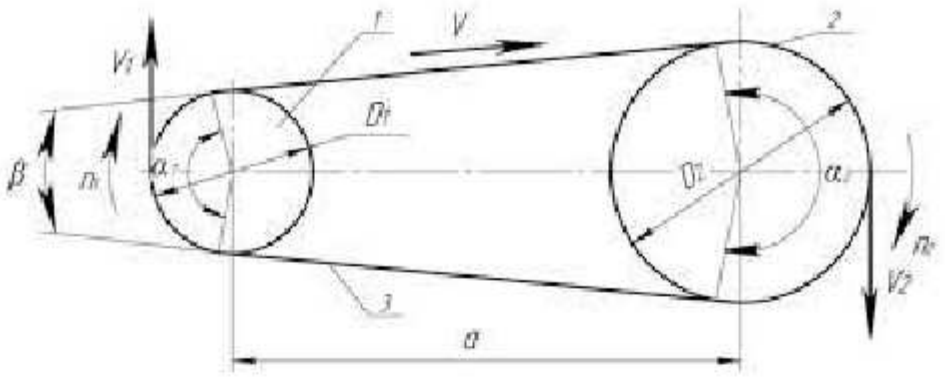


Рис 2.1. Розрахункова схема пасової передачі приводу масловиготовлювача

Потужність, яку передає передача $N_1 := N_{дв} = 1.46$ (кВт) при кутовій швидкості ведучого шківа $\omega_1 := \omega_{дв} = 78.54$ (рад/с); кутова швидкість веденого вала $\omega_2 := \omega_{пв} = 71.4$ (рад/с); передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} = 1.1$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{N_1 \cdot 1000}{\omega_1} = 18.589 \quad (Н*м)$$

Відповідно до рекомендацій [ ] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для тиких пасів за [ ] маємо площу поперечного перерізу $A := 138$ ($мм^2$), базову довжину $l_0 := 2240$ (мм) і назначимо розрахунковий діаметр меншого шківа $D_1 := 150$ (мм)
Діаметр веденого шківа

$$D_2 := u_п \cdot D_1 = 165 \quad (мм)$$

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківа рівним

$$D_2 := 165 \quad (мм)$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u_{пас} := \frac{D_2}{D_1} = 1.1$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{D_1 \cdot 0.001}{2} = 5.89 \qquad (м/с)$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (D_1 + D_2) = 472.5 \qquad (мм)$$

Потрібна довжина паса:

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(D_1 + D_2)}{2} + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot a'} = 1.44 \times 10^3 \qquad (мм)$$

За стандартом вибираєм розрахункову довжину паса $l := 1620$ (мм)

Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

$$a := \frac{\left[2 \cdot l - \pi (D_1 + D_2) + \sqrt{\left[2 \cdot l - \pi \cdot (D_1 + D_2)\right]^2 - 8 \cdot (D_2 - D_1)^2}\right]}{8}$$

$$a = 562.55 \qquad (мм)$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{l} = 3.636 \times 10^{-3} \quad (c^{-1})$$

що менше від $[i] = 12$ (c^{-1}).

Кут обхвату меншого шківа

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(D_2 - D_1)}{a} = 178.48^{\circ}$$

Допустиму потужність [P] для даного перерізу паса Б визначаємо за [ ].

З [ ]: $P_0 := 2.7$ (кВт)

Коефіцієнт

$$C_\alpha := 1 - 0.003\cdot\left(180 - \alpha_1\right) = 0.995$$

$$C_l := \sqrt[6]{\frac{l}{l_0}} = 0.947$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 0.95$ при орієнтовному

$z := 1$

$$IPI := P_0\cdot C_\alpha\cdot C_l\cdot C_p\cdot C_z = 2.419 \quad \text{(кВт)}$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківах передачі:

$$z := \frac{N_1}{IPI} = 0.604$$

Приймаєм $z := 1$

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85\cdot N_1\cdot 1000\cdot C_l}{v\cdot C_\alpha\cdot C_p} = 200.516 \quad \text{(Н)}$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R := 2\cdot F_0\cdot\sin\left(\frac{\alpha_1\cdot\pi}{2\cdot 180}\right) = 400.998 \quad \text{(Н)}$$

2.4. Розрахунок і підбір пальцевої муфти приводу маслообробної бочки

Розрахунок виконаємо для умов роботи в літній період часу, оскільки тоді швидкість обертання бочки буде меншою, а значить крутний момент і відповідно навантаження на пальці муфти зростуть.

Виберемо конструктивний варіант муфти із кількістю пальців $z_м := 8$ які розміщені по діаметру $D := 0.1$ м.

Момент, який передається: $T_м := T_1\cdot u_{ред}\cdot u_{пас} = 378.292$ (Н*м)

Навантаження, яке припадає на один палець:

$$F_п := \frac{2\cdot T_м}{D\cdot z_м} = 945.731 \quad \text{(Н)}$$

Вибираємо конструктивні розміри елементів муфти [ ]:

довжина втулки: $l_в := 0.028$ (м)

діаметр пальця: $d_п := 0.014$ (м)

осьовий зазор між півмуфтами: $c := 0.003$ (м)

Умова міцності для втулок муфти:

$$p := \frac{F_п}{d_п \cdot l_в} = 2.413 \times 10^6 \quad < [p] = 2.5 \text{ МПа}$$

Умова міцності для пальців муфти при роботі на згин:

$$\sigma := \frac{32 \cdot F_п \cdot (0.5 \cdot l_в + c)}{\pi \cdot d_п^3} = 5.968 \times 10^7 \quad < [\sigma] = 70 \text{ МПа}$$

2.5. Визначення реакцій в опорах маслообробної бочки і підбір підшипників

Оскільки маємо справу з симетричним розприділенням навантаження, реакції в лівій і правій опорах будуть однаковими і рівними половині ваги бочки з вершками.

Масу бочки розрахуєм з умови площі її поверхні із введенням поправки на рель'єфні елементи.

менший радіус конічної частини: $r_1 := 0.074$ (м)

більший радіус конічної і циліндричної частини: $r_2 := 0.462$ (м)

висота конічної частини: $s_1 := 0.288$ (м)

висота циліндричної частини: $s_2 := 0.440$ (м)

коефіцієнт, який враховує наявність додаткових елементів: $k_д := 1.2$

густина матеріалу бочки: $\rho_{ст} := 7900$ (кг/м^3)

товшина стінок бочки: $\delta_{ст} := 0.002$ (м)

$$M_б := 2 \cdot \pi \cdot \left[r_1^2 + (r_1 + r_2) \cdot s_1 + r_2 \cdot s_2 \right] \cdot k_д \cdot \rho_{ст} \cdot \delta_{ст} + V_{роб} \cdot \rho_{мс} = 195.3 \quad (кг)$$

Відстань між опорами: $L := 1.16$ (м)

Визначимо згинні моменти.

$$M_{зг.А} := \frac{M_б \cdot 9.81}{2} \cdot \frac{L}{2} = 555.491 \quad (Н*м)$$

$$M_{зг.B} := M_{зг.A} = 555.491 \quad (Н*м)$$

Величину осьового навантаження приймемо

$$Q := 0.1M_{б} \cdot 9.81 = 191.549 \quad (Н)$$

Підберемо для опор А і В підшипники. Оскільки схема навантаження симетрична, то виберем два однакових підшипники. Відповідно до розрахованого навантаження виберемо підшипник №20007111, геометричні розміри якого d*D*B = 55*90*22 мм.

$$C := 9600 \quad (Н) \qquad C_0 := 4910 \quad (Н)$$

Коефіцієнт обертового руху (обертається внутрішнє кільце підшипника) $v := 1$

Коефіцієнт безпеки $K_{б} := 1$

Температурний коефіцієнт умов роботи опори (для діапазону 0...100 С) $K_t := 1$

Відношенню $\frac{Q}{C_0} = 0.039$ відповідає значення коефіцієнта навантаження $e := 0.32$

Реакції на опорах: $Ry_A := \frac{M_{б} \cdot 9.81}{2} = 957.744 \quad (Н)$

Відношення $\frac{Q}{Ry_A} = 0.2$ є меншим від коефіцієнта навантаження, тому: $X := 1 \qquad Y := 0$

Еквівалентне навантаження підшипника:

$$P_e := \left(X \cdot v \cdot Ry_A + Y \cdot Q\right) \cdot K_{б} \cdot K_t = 957.744 \quad (Н)$$

Розрахункова довговічність:

$$L_{під} := \left(\frac{C}{P_e}\right)^3 = 1.007 \times 10^3 \quad (млн.об)$$

Розрахункова довговічність(із врахуванням того, що підшипників 2):

$$L_{п.р} := \frac{2L_{під} \cdot 10^6}{60 \cdot n_{роб}} = 9.209 \times 10^5 \quad (год)$$

що цілком задовільняє умови роботи.

3. Технологічна частина

3.1. Технічна експлуатація масловиготовлювача

Технічна експлуатація обладнання передбачає забезпечення нормальних зовнішніх умов його роботи, надійність стану робочого місця, підтримання обладнання в чистоті, своєчасне та правильне змащування по встановлених для даної машини режимах, дотримання допустимих режимів роботи механізмів, виконання правил керування машиною, виконання передбачених системою планово-попереджувального ремонту правил міжремонтного обслуговування.

При монтажі та експлуатації електричної частини масловиготовлювача забороняється: використовувати проводку з пошкодженою ізоляцією та іншими несправностями, які можуть викликати іскріння; допускати дотикання електричних проводів між собою та з металевими конструкціями; залишати під напругою оголені кінці електричних проводів та кабелів; залишати підключений до електромережі привід масловиготовлювача без нагляду. Регулярно слід проводити перевірку заземлення масловиготовлювача.

Протягом робочої зміни змащуйте всі місця, зазначені в картці змащування, мастильним матеріалом, вказаним в інструкції. Під час роботи машини слід контролювати температуру підшипників. Якщо в робочому механізмі виникає ненормальний шум, працівник повинен зупинити машину та виконати необхідні операції. При дрібних поломках, що не викликають простоювання обладнання, слід негайно замінити поломану частину запасною; при поломках, що викликають простоювання машини, робітник повинен повідомити про це майстра.

Регулярне змащування машин є найважливішою передумовою правильної роботи та запобігає передчасній поломці машин. Змастіть машину відповідно до схеми змащування (рис. 3.1) і таблиці змащування.

При цьому застосовують такі масла і консистентні мастила: мастило марки Індустріальне 30 (машинне Л) або Індустріальне 45, солідол марки УС-1.

Таблиця 3.1.

Таблиця змащення масловиготовлювача періодичної дії

Найменування точки змащування	Позначення точки змащення на рисунку 6.1	Сорт масел і мастил	Спосіб змащення	Режим змащення
Права підшипникова опора	1	Солідол УС-1, ГОСТ 1033-51	Шприцем через прес-маслянку	Один раз за зміну
Ліва підшипникова опора	2	Солідол УС-1, ГОСТ 1033-51	Шприцем через прес-маслянку	Один раз за зміну
Редуктор приводу масловиготовлювача	3	Індустріальне 30 (машинне Л) або Індустріальне 45 (машинне С, ГОСТ 1707-51)	Відгвинтити пробку редуктора і доляти по рівню до необхідного значення	Один раз на місяць

Змастити всі деталі шприцом через масловхідний отвір і масляний прес, крім черв'ячного редуктора в головці приводу, який заповнений моторним маслом.

Утримуйте маслянку в бездоганній чистоті. Після кожної операції ретельно очищайте внутрішню частину стовбура теплою водою або спеціальним миючим розчином.

Періодично перевіряйте міцність кріплень і за необхідності затягуйте болти та гайки.

Рекомендується 1 раз на місяць проводити профілактичний огляд машини, своєчасно виявляти несправності і негайно їх усувати.

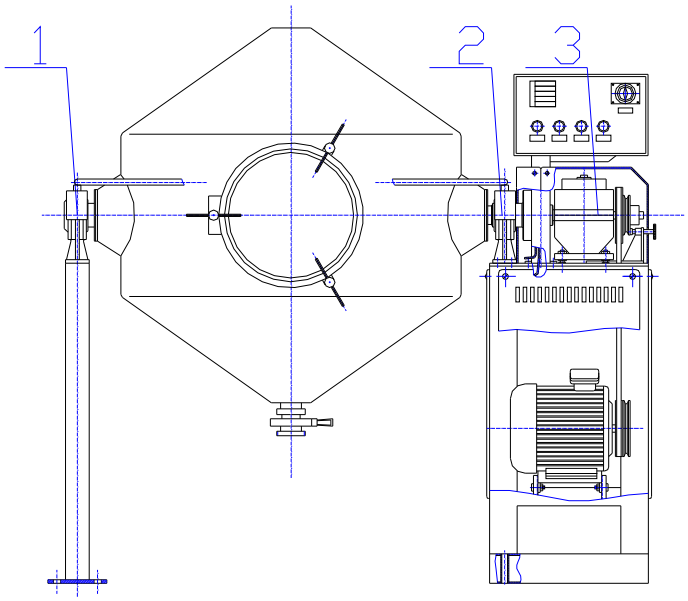


Рис. 3.1.– Схема змащування масловиготовлювача.

Основними завданнями технічного обслуговування масловиготовлювача є регулярне очищення барабана та регулярне змащування рухомих частин. Основною метою очищення обладнання є максимально повне видалення залишків жирів, білків і мінеральних речовин. Очищення масловиготовлювача проводиться в кінці кожної зміни. Очищення здійснюється оператором за допомогою гнучкого шланга, до якого під тиском подається миюча рідина.

При регулярних профілактичних оглядах (щодня перед початком кожної зміни) перевіряється загальний технічний стан масловиготовлювача, чистота поверхонь, робота контрольно-вимірювальної апаратури.

Відповідно до вимог харчових підприємств та виходячи з місцевих умов управління розробляє правила технічної експлуатації та техніки безпеки для кожного виду обладнання.

Таблиця 3.2.

Затверджую
Головний інженер
_____заводу
_____ ____
"____"_____2024р.

- Графік ППР технологічного обладнання

_____цеху _____ заводу на 2024р.

№ п/п	Обладнання	Тип марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію міс/рік	Останній ремонт в попередньому році: Вид	Останній ремонт в попередньому році: Міс	Строк служби чи напрацювання до кінця року з часу останнього: ремонту	Строк служби чи напрацювання до кінця року з часу останнього: ТО	Тривалість міс/год: Ремонтного циклу $T_ц$	Тривалість міс/год: Періодів між: Ремонтами $\tau_р$	Тривалість міс/год: Періодів між: ТО $\tau_{то}$	План і його виконання	Напрацювання, види ремонту і ТО по місяцях і трудоємкість, люд-год: січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	січень	Загальна трудомісткість робіт нормо-г: Всього	в тому числі: слюсарних	в тому числі: верстатних	в тому числі: інших
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Масловиготовлювач	Я5-ОМС-0,4	1	01/2020	К	01/2024	0	0	60/21000	6/2100	0.5/175	Строк служби чи напрацювання міс/год: Планові	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350				
												Строк служби чи напрацювання міс/год: Фактичні	ТО/1	М2/7	ТО/1	С/21	ТО/1	М3/7	ТО/1	М4/7	ТО/1	К/36	ТО/1	М1/7	ТО/1	78	56.2	15,6	6,2
												План																	
												Виконання																	
Вихідні дані								Нормативні дані				Розрахункові дані																	

Головний механік _____

Складемо графік ППР для масловиготовлювача Я5-ОМЄ-0,4 на поточний рік. Робота у звітному році в одну зміну. Тривалість ремонтного циклу при роботі в одну зміну.

Тц = 1рік = 12міс = 4200 год.

Міжремонтного періоду — $\tau_р = 2міс = 700год$, період між ТО $\tau_{ТО} = 1міс = 350год$

До кінця року масловиготовлювач Я5-ОМЄ-0,4 мав напрацювання з часу останнього ремонту 0год і ТО – 0год. Останнім був капремонт ремонт К. Структура ремонтного циклу масловиготовлювача буде

К-ТО-М1-ТО-М2-ТО-С-ТО-М3-ТО-М4-ТО-К

Кількість годин напрацювання після К до наступного по циклу малого ремонту М1 в плановому році складе 700 – 350 = 350 год.

Трудомісткість капремонту 36 люд-год і ТО – 1 люд-год.

Визначаємо загальну трудомісткість всіх ТО і ремонтів:

$$22 \cdot 1 + 28 \cdot 26 = 78 \text{ люд-год.}$$

Отриманий результат розбиваємо по операціях, враховуючи трудомісткість на одну умовну одиницю:

слюсарні 78*0,72 = 56,2 люд-год;

верстатні 78*0,2 = 15,6 люд-год;

інші 78*0,08 = 6,2 люд-год.

3.3. Технологія розбирання та складання вузла вузла маслообробної бочки

Масловиготовлювач складаються зі складальних одиниць і деталей. Послідовність монтажу і демонтажу елементів формують самостійно, а на вироби складної конструкції створюють технічну документацію за видами робіт. Він складається зі складального креслення ремонтної одиниці, блок-схеми складання та блок-схеми процесу складання.

Процедура складання наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Порядок складання вузла маслообробної бачки масловиготовлювача.

№ п/п	*Операція і переходи*	Інструмент, при спосіб-лення, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	В паз вала 1 встановити шпонку 14	Ручний прес	Змонтувати рівно	Слюсар II розряд	
2.	В кришку 7 встановити сальник 8 і помістити їх на півмуфту 10	—	Змонтувати рівно	— // —	
3.	На півмуфту 10 встановити підшипник 12	Молоток, оправка, гаряче мастило	Підшипник нагріти мастилі до 80...90°С	— // —	
4.	На півмуфту 10 встановити втулку 10	Молоток, оправка, гаряче мастило	Втулку нагріти мастилі до 80...90°С	— // —	
5.	На півмуфту 10 встановити шайбу 13	Круглогубці	Змонтувати рівно	— // —	
6.	На півмуфту 10 встановити опору 3	Ручний прес	Змонтувати рівно	— // —	
7.	Прикріпити кришку 7 до опори 3 болтами 19 з шайбами 16	Гайковий ключ	Перевірити надійність кріплення	— // —	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
8.	В кришку 7 встановити сальник 8 і помістити їх на півмуфту 10	—	Змонтувати рівно	— // —	
9.	Прикріпити кришку 7 до опори 3 болтами 19 з шайбами 16	Гайковий ключ	Перевірити якість кріплення	— // —	
10.	Встановити півмуфту в зборі 10 на вал 1 і зафік-сувати за допомогою шайби 2 з шайбою 16 і болтом 18	Ручний прес, гійковий ключ	Змонтувати рівно, перевірити якість кріплення	— // —	
11.	Прикріпити праву опору 3 в зборі до бочки 11 за домопогою болтів 18 з шайбами 16	Гайковий ключ	Перевірити якість кріплення	— // —	
12.	В кришку 7 встановити сальник 8 і помістити їх на вал 3	—	Змонтувати рівно	— // —	
13.	На вал 3 встановити підшипник 12	Молоток, оправка, гаряче мастило	Підшипник нагріти мастилі до 80...90°С	— // —	
14.	Зафіксувати підшипник 12 за допомогою шайби 5, шайби 15 і болта 17	Гайковий ключ	Перевірити якість кріплення	— // —	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
15.	Встановити опору 3	Ручний прес	Змонтувати рівно	— // —	
16.	Прикріпити до опори 3 кришку 7 за допомогою болтів 19 з шайбами 16	Гайковий ключ	Перевірити якість кріплення	— // —	
17.	Встановити кришку 6 і прикріпити болтами 19 з шайбами 16	Гайковий ключ	Перевірити якість кріплення	— // —	
18.	Прикріпити ліву опору в зборі до бочки 11 за допомогою болтів 18 з шайбами 16	Гайковий ключ	Перевірити якість кріплення	— // —	

3.4. Розробка техпроцесу виготовлення півмуфти

3.4.1. Опис призначення та конструкції півмуфти. Аналіз технічних умов.

Обробка конструкції на технологічність являє собою комплекс заходів щодо забезпечення необхідного рівня технологічності конструкцій за встановленими показниками, спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на виготовлення виробу при забезпеченні необхідної якості.

Технологічному контролю підлягають креслення деталі – півмуфта.

Деталь –відноситься до тіл обертання класу диски, тобто це деталь, в якої значні торцеві поверхні. До даної деталі ставиться вимога до міцності та довговічності, тому матеріал півмуфти – сталь 45, ГОСТ 5632-72

В результаті аналізу технічних умов, зазначених на кресленнях, видно, що необхідно використовувати широкий інструментарій (чорновий, напівчистовий, чистовий) з мінімальними допусками на поверхню обробки, а в чистовому переході – високоточне обладнання Півмуфту виготовляються із матеріалу Сталь 45ХН ГОСТ 1050 – 89.

Таблиця 3.4.

Хімічний склад сталі 45ХН в %.

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,43-0,46	0,17-0,31	0,5-0,8	1,02	1,02	0,04	0,04

Таблиця 3.5.

Механічні властивості сталі 45ХН

$\sigma_в$ МПа	$\sigma_т$ МПа	δ %	ψ %	$a_н$ $кГ/см^2$	НВ
540 - 620	240 - 300	22	30	6	220

Таблиця 3.6.

Аналіз технічних умов півмуфти.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод досягнення	Метод контролю
1	2	3	4
А	Забезпечення точності по 14 квалітету	- штамповка	Штангенциркуль
Б, В, Г, Д, Ж, И	Забезпечення точності по 12-14 квалітету	- точіння напів-чистове,	Штангенциркуль
М, Л, О, П, Р	Забезпечення точності по 8 квалітету	- розточування чистове	Калібр пробка
В	Забезпечення точності по 12 квалітету	- свердлити	Калібр пробка
З	Забезпеченн я точності по 9 квалітету	- зенкування	Штангенциркуль
Е	Забезпечення точності по 9 квалітету	- довбати шпон очний паз	Штангенциркуль

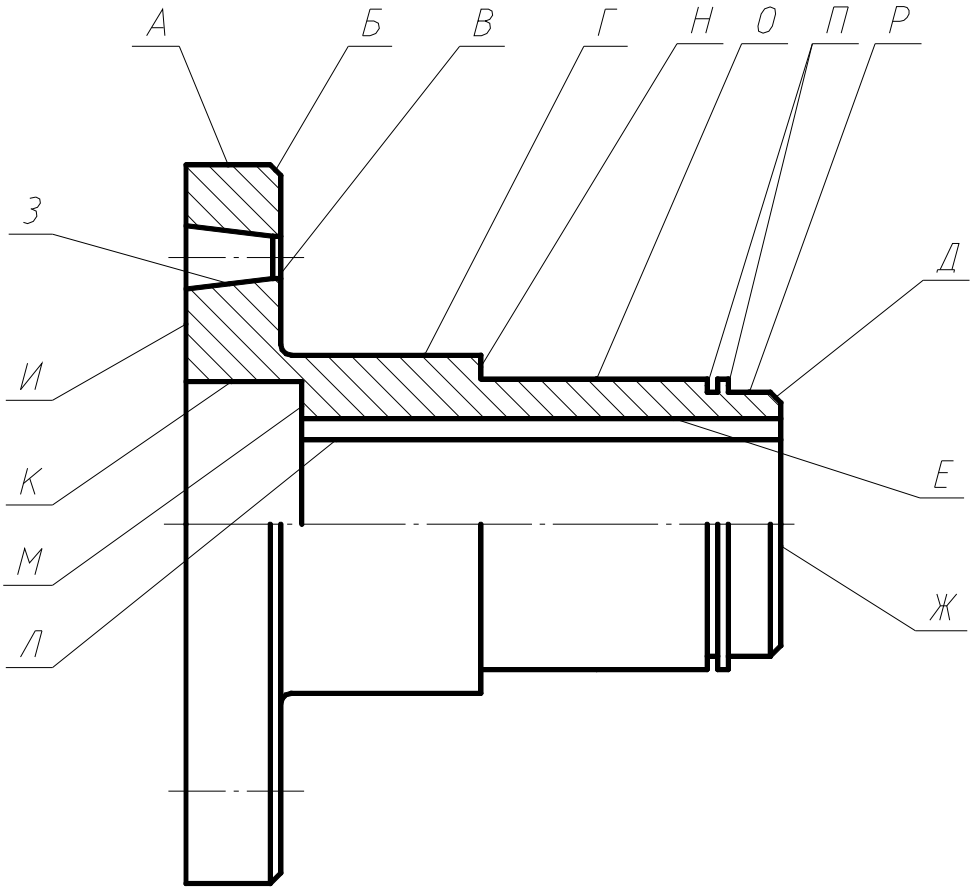


Рис. 3.2.- Півмуфта з позначенням поверхонь

3.4.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Метод одержання заготовки для деталей машин визначається призначенням, конструкцією деталі, матеріалом, типом виробництва і економічністю виготовлення. В нашому випадку

3.4.3. Вибір варіанту технологічного маршруту мехобробки

Технічне обгрунтування та вибір технологічного маршруту мехобробки представлено в розділі 5.

3.4.4. Припуски та міжопераційні розмірів півмуфти

Аналітично припуски визначали на найбільш точний розмір ∅32Н7.

Мінімальний припуск:

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right).$$

Сумарні просторові відхилення для напів чистової обробки будуть:

$$\rho = \rho_{к\ ф} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2};$$

де d - діаметр отвору;

l - довжина поверхні, яку обробляють.

$$\rho = \sqrt{(0.8 \cdot 32)^2 + (0.8 \cdot 95)^2} = 80 \quad \text{(мкм)}.$$

Похибка встановлення для напівчистової обробки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2};$$

$\varepsilon_б = \delta_a = 620$ *(мкм);*

$\varepsilon_з = 80$ *(мкм);*

$$\varepsilon_ = \sqrt{80^2 + 620^2} = 628 \ \textit{(мкм)}.$$

Мінімальний припуск:

$$2Z_{\min} = 2\left(200 + 150 + \sqrt{80^2 + 628^2}\right) = 1966 \ \textit{(мкм)}.$$

Мінімальний припуск при чистовій обробці:

$$2Z_{\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right).$$

Загальне просторове відхилення при чистовій обробці:

$\rho_r = 0.05\ \rho = 0.05 \cdot 80 = 4.01$ *мкм* ≈ 4 *мкм.*

Похибка установлення:

$\varepsilon_r = 0.05\ \varepsilon = 0.05 \cdot 628 = 31$ *(мкм).*

Тоді $2Z_{\min} = 2\left(50 + 50 + \sqrt{4^2 + 31^2}\right) = 263$ *(мкм).*

Граничні величини розмірів:

$d_{min\ д} = d_{ном} - EI = 32 - 0 = 32$ *(мм).*

$d_{max\ д} = d_{ном} + ES = 32 + 0.025 = 32.025$ *(мм).*

$d_{max\ тч} = d_{max\ д} - 2Z_{min\ тч} = 32.025 - 0.263 = 31.762$ (мм).

$d_{min\ тч} = d_{max\ тч} - \delta_{тч} = 31.762 - 0.16 = 31.602$ (мм).

$d_{max\ чн} = d_{max\ тч} - 2Z_{min\ тч} = 31.762 - 1.966 = 29.795$ (мм).

$d_{min\ чн} = d_{max\ чн} - \delta_{тч} = 29.795 - 0.62 = 29.175$ (мм).

Граничні величини припусків:

$2Z_{min\ тч} = d_{max\ д} - d_{max\ тч} = 32.025 - 31.762 = 0.263$ (мм);

$2Z_{min\ чн} = d_{max\ тч} - d_{max\ чн} = 31.762 - 29.795 = 1.966$ (мм);

$2Z_{max\ тч} = d_{min\ д} - d_{min\ тч} = 32 - 31.602 = 0.398$ (мм);

$2Z_{max\ чн} = d_{min\ тч} - d_{min\ чн} = 31.602 - 29.175 = 2.426$ (мм).

Загальний припуск:

$2Z_{0\ min} = 2Z_{min\ ч} + 2Z_{min\ тч} = 263 + 1966 = 2230$ (мкм);

$2Z_{0\ max} = 2Z_{max\ ч} + 2Z_{max\ тч} = 398 + 2426 = 2825$ (мкм).

Виконаємо перевірку:

$2Z_{max\ тч} - 2Z_{min\ тч} = 398 - 263 = 135$ (мкм);

$\delta_{тч} - \delta_{д} = 160 - 25 = 135$ (мкм);

$2Z_{max\ чн} - 2Z_{min\ чн} = 2426 - 1966 = 460$ (мкм);

$\delta_{з} - \delta_{тч} = 620 - 160 = 460$ (мкм).

Таблиця 3.7.

Припуски і граничні розміри на розмір ∅32H7

Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$	δ,	Гр.розмір		Гр. припуск	
	R_z	T	ρ	ε	мкм	мкм	l_{min}	l_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Заготовка	200	150	80	-	-	620	29.175	29.795	-	-
Розточування чорнове	50	50	4	628	2·983	160	31.602	31.762	1966	2426
Розточування чистове	R_a 6.3	-	-	31	2·132	25	32	32.025	263	398

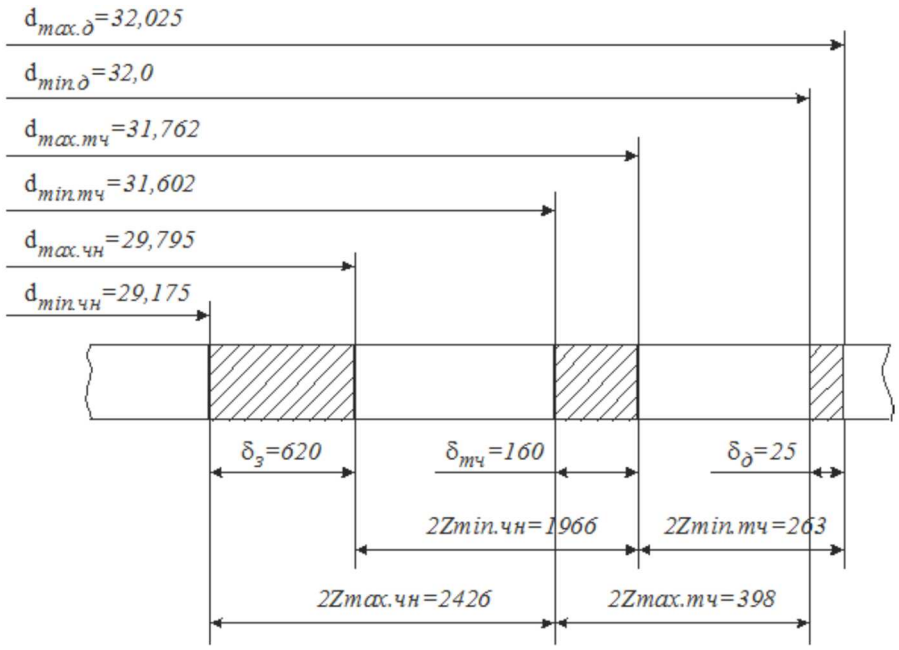


Рис. 3.3. - Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню ∅32Н7.

Решта припусків табличним методом (Таблиця 3.9).

Таблиця 3.8.

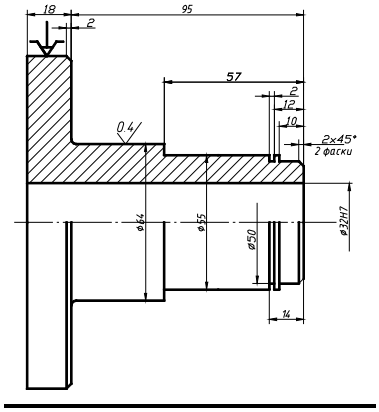
Зведена таблиця припусків і допусків на обробку півмуфти.

Поверхня	Розмір, *мм*	Припуск, *мм*		Допуск, *мкм*
		табличний	розрахунковий	
Ж, И	торці 113	1,5	-	350
Б	1х45°	2·3,5	-	350
Г	∅ 64 *h*8	2·0,5	-	46
О	∅ 54 *h*8	2·0,5	-	46
Л	∅ 32 *H*7	2·1,5	2·1,4	25
Р	∅ 50*h*8	2·1,0	-	39
П	2	1,5	-	100
В	∅ 8 *H*8	2·2,0	-	22
З	конус	2·1,0	-	36
Е	36.2	0,5	-	56

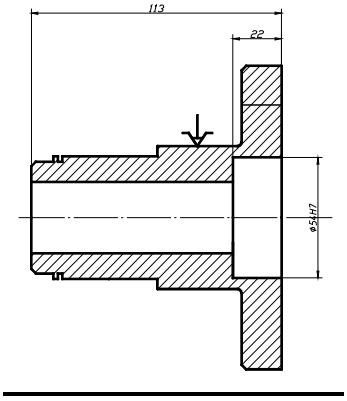
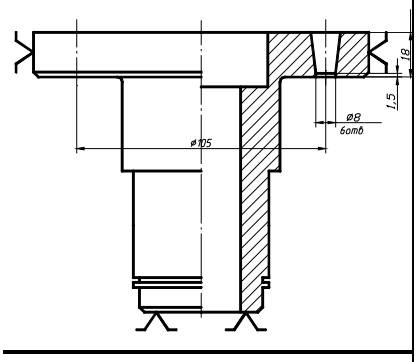
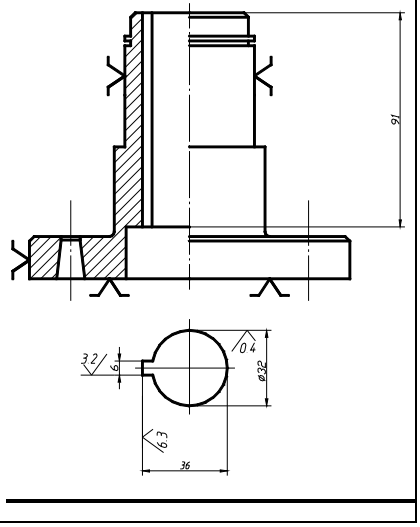
3.4.5. Вибір варіанту технологічного маршруту мехобробки півмуфти

Таблиця 3.9.

Технологічний маршрут мехобробки півмуфти.

№ опера-ції.	Назва операції (переходу)	Оброблюв ана поверхня	Базова поверхня	Обладнання	Схема
1	2	3	4	5	6
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1. Проточити поверхню у розмір 2х45° 2. Проточити поверхню у розмір Ø 64Н8 на глибину 95 мм 3. Проточити поверхню у розмір Ø 55Н8 на глибину 57 мм 4. Проточити поверхню у розмір Ø 50Н8 на глибину 14 мм 5. Проточити канавку у розмір Ø 50 шириною 2 мм 6. Проточити фаску у розмір 2х45° 7. Підрізати торець у розмір 113 мм 8. Розточити отвір у розмір Ø 32Н8	Б Г О Р П Д Ж Л	Зовнішня поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	

Продовження таблиці 3.9.

1	2	3	4	5	6
установ Б	Токарно-гвинторізна 9. Підрізати торець у розмір 22 мм 10. Розточити отвір у розмір Ø 54Н8 глибиною 22 мм	И, К, М	Г Г	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 6 наскрізних отворів послідовно у розмір Ø 8 2. Зенкувати 6 наскрізних отворів у розмір Ø 12 на кут 14°	В, З	Г, Ж - // -	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	
015	Довбальна Довбати паз у розмір 5х6х91 мм	Е	Г, Ж	Довбальний верстат 7А412	

3.4.6. Вибір інструментів для мехобробки і контролю

Таблиця 3.10. – Вибір різального і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005 уст. А, Б.	Токарно-гвинторізна 1. Проточити поверхню у розмір 2х45° 2. Проточити поверхню у розмір Ø 64Н12 на глибину 95 мм 3. Проточити поверхню у розмір Ø 55Н12 на глибину 57 мм 4. Проточити поверхню у розмір Ø 50Н12 на глибину 14 мм 5. Проточити канавку у розмір Ø 50 шириною 2 мм 6. Проточити фаску у розмір 2х45° 7. Підрізати торець у розмір 113 мм 8. Розточити отвір у розмір Ø 32Н8 9. Підрізати торець у розмір 22 мм 10. Розточити отвір у розмір Ø 54Н7 глибиною 22 мм	Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73 Різець прохідний упорний 2116 ГОСТ 18878 – 73 – // – – // – Різець відрізний 2274 ГОСТ 18863 – 70 Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73 Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73 Різець розточний 2432 ГОСТ 18894 – 73 Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73 Різець розточний 2432 ГОСТ 18894 – 73	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 – // – – // – – // – – // – – // – – // – – // – – // –

Продовження таблиці 3.10.

1	2	3	4
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 6 наскрізних отворів послідовно у розмір Ø 8 2. Зенкувати 6 наскрізних отворів у розмір Ø 12 на кут 14°	Свердло ∅ 8 *мм* 2300-7515 по ГОСТ 4010 – 77. матеріал Р6М5. Зенковка ∅15х12° ГОСТ 21544 – 76	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Пробки двохсторонні 8-9 *мм* ГОСТ 6507 – 78
015	Довбальна Довбати паз у розмір 5х6х91 мм	Довбяк шириною 5 мм ГОСТ 18217-80	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ166 – 80

3.4.7. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання для інших поверхонь визначаємо по довіднику [ ] і зводимо у таблицю.

Таблиця 3.11 – Режими різання при виготовленні півмуфти по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	Перехід	L, мм	t, мм	$S_р$, мм/об	n, об/хв	V, м/хв, м/с	Час різання, T_0, хв	Подача, $S_м$,мм/хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарно- гвинторізна 1. Проточити поверхню у розмір 2х45°	1	2	1	0,8	315	53,2	0,65	252
	2. Проточити поверхню у розмір Ø 64Н12 на глибину 95 мм	2	95	0,5	0,8	630	71,2	0,83	504

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3. Проточити поверхню у розмір Ø 55H12 на глибину 57 мм	3	57	0,5	1	315	51,1	0,45	315
	4. Проточити поверхню у розмір Ø 50H12 на глибину 14 мм	4	14	0,6	0,6	315	58,8	0,64	189
	5. Проточити канавку у розмір Ø 50 шириною 2 мм	5	2	2	0,6	315	128,6	0,16	189
	6. Проточити фаску у розмір 2x45°	6	2	2	0,8	630	106,4	0.15	504
	7. Підрізати торець у розмір 113 мм	7	13	1	0,6	630	89,1	0,56	378
	8. Розточити отвір у розмір Ø 32H7	8	113	1	0,6	315	96,6	0,72	189
	9. Підрізати торець у розмір 22 мм	9	39	0,5	0,8	630	71,2	0,83	504
	10. Розточити отвір у розмір Ø 54H8 глибиною 22 мм	10	22	0,5	1	315	51,1	0,45	315
010	Вертикально-свердлильна	1	18	-	0,25	400	11,3	2,46	100
	1. Свердлити 6 наскрізних отворів послідовно у розмір Ø 8H8								
	2. Зенкувати 6 наскрізних отворів у розмір Ø 12 на кут 14°	2	18	0,25	0,25	800	22,6	1,14	200
015	Довбальна	1	55	6	-	-	14	2,71	10
	Довбати паз у розмір 5x6x91 мм								