

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**  
**Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Сергій Блаженко  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Олександр Гавва  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних  
виробництв  
на тему: Модернізація машини для подрібнення шквари продуктивністю 400  
кг/год

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗОХ-5-4ск

\_\_\_\_\_ Мандзюк Руслан Юрійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Бабанова Олена Ігорівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Юрій Бойко \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2022р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

Проф. Гавва О.М.

«  »    20   року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мандзюка Руслана Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація машини для подрібнення шквари продуктивністю 400 кг/год

керівник роботи Бабанова Олена Ігорівна, старший викладач,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” листопада 2021 року  
№   

2. Строк подання здобувачем роботи 01 лютого 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання; кресленники обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд машини; модернізація машини; ротор; схема ділянки; технологічний маршрут виготовлення вала

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання 1 листопада 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Ознайомлення з літературою, огляд літературних джерел.</i>	<i>30.11.21</i>	
	<i>Робота і опрацювання розділів дипломного проекту.</i>	<i>6.12.21</i>	
	<i>Удосконалення технологічної схеми продуктового відділення.</i>	<i>14.12.21</i>	
	<i>Консультація з приводу технологічної схеми</i>	<i>22.12.21</i>	
	<i>Консультація з приводу розрізу і плану</i>	<i>4.01.22</i>	
	<i>Затвердження технологічної схеми</i>	<i>18.01.22</i>	
	<i>Затвердження дипломного проекту</i>	<i>18.02.22</i>	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті проведена модернізація машини для подрібнення шквари продуктивністю 400 кг/год.

Пропонується модифікувати форму молотків дробарки, що призведе до підвищення ресурсу робочої поверхні молотків, збільшиться довговічність молотків, а також покращиться якість подрібнення.

В дипломному проекті виконано дослідження діючих конструкцій молоткових однороторних дробарок, розраховуються основні вузли та наведені правила монтажу, ремонту та експлуатації машини, а також виконані розділи з охорони праці при роботі з дробаркою, технологічного маршруту виготовлення валу.

Дипломний проект складається з 98 аркушів друкованого тексту, рисунків, таблиць. Графічна частина представлена на п'яти аркушах формату А1.

*Ключеві слова:* шквара, подрібнення, молотки, однороторна дробарка.

## ANNOTATION

The diploma project was modernized of the machine for grinding of a slag with a productivity of 400 kg/h is carried out.

It is proposed to modify the shape of the crusher hammers, which will increase the service life of the hammers, increase the durability of the hammers, as well as improve the quality of grinding.

The diploma project studies the existing structures of hammer single-rotor crushers, calculates the main components and provides rules for installation, repair and operation of the machine, as well as sections on labor protection when working with the crusher, the technological route of shaft production.

The diploma project consists of 98 sheets of printed text, drawings, tables. The graphic part is presented on five sheets of A1 format.

*Key words:* slag, grinding, hammers, single-rotor crusher.

## Зміст

Вступ.....	7
1.Порівняльний аналіз технічних рішень.....	9
2.Техніко економічне обґрунтування.....	24
3Характеристика вихідної сировини та готової продукції .....	25
4.Опис запропонованого технічного рішення та принцип роботи обладнання.	28
5. Розрахункова частина.....	32
6. Вибір конструкційних матеріалів.....	49
7. вибір технологічного маршруту.....	50
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту.....	62
9. Опис системи управління.....	70
10. Заходи щодо охорони праці та екології.....	73
11 Висновки.....	82
Список використаної літератури.....	83
Додаток №1 .....	85
Додаток №2.....	85
Додаток №3.....	86
Додаток №4.....	88
Додаток №5.....	89
Додаток №6.....	90
Додаток №7.....	93
Додаток №8.....	94
Додаток №9.....	94
Додаток №10.....	94
Додаток №11.....	95
Додаток №12.....	96
Додаток №13.....	100
Додаток №14.....	101
Додаток №15.....	101

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Мандзюк Р.Ю.	<b>Зміст</b>	<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>		
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.			<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA

## ВСТУП

Харчова промисловість — сукупність галузей промисловості, підприємства яких виробляють продукти харчування, а також тютюнові вироби, мило й мийні засоби, парфюмерно-косметичну продукцію. Підприємства харчової промисловості формуються на виготовленні життєво необхідної продукції, що, забезпечує населення товарами.

Основними галузями харчової промисловості, які використовують продукцію рослинництва, є борошномельно-круп'яна, олійно-жирова, цукрова, плодоовочева, виноробна. Тваринницьку сировину переробляють м'ясна, молочна та рибна галузі.

М'ясна промисловість технологічно високорозвинена складова частина народного господарства, яка випускає більш 700 найменувань продукції .

М'ясо - переробна промисловість агропромислового комплексу покликана постачати населенню високоякісні продукти харчування: м'ясо, ковбасні вироби, солоні м'ясні продукти, напівфабрикати, готові швидкозаморожені страви, консерви.

Важливим напрямком промисловості є переробне виробництво, зокрема витопка жиру з кісток та виробництво м'ясокостного борошна. Важливу ж роль у цьому виробництві відіграють дробарки.

За способом дії зусиль молоткові дробарки належать до ударних, так як подрібнення матеріалу відбувається ударом робочими органами, що рухаються тобто молотками, які шарнірно підвішені на роторі, що обертається з великою швидкістю. Потужність удару залежить від маси молотка та його швидкості, що обумовлює добрий результат подрібнення, а витрата енергії на одиницю маси менша ніж в інших дробарках. Молоткові дробарки більш компактні, електродвигун використовується меншої потужності чим в інших дробарках.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

Молоткові дробарки використовуються в харчовій промисловості для подрібнення рослинної сировини та крихких матеріалів.

Однією з переваг є їхня простота конструкції, а недоліком є швидке зношення робочих органів: молотків, бронеплит, залипання колосникових решіток, проблематичність в монтажі та необхідність точного балансування ротора.

Дробарки поділяються на : однороторні, двохроторні, реверсивні, неревверсивні, по кріпленню та конструкції молотків та наявністю колосникових решіток.

## 1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Дробарки можна розділити на групи: молоткові, барабанні та ножові. Молоткові дробарки, які отримали найбільше поширення в промисловості, в залежності від призначення виготовляють одно- і двороторними, з колосниковими ґратами і без них, з вбудованими в корпус конвеєрами і т.д.

Такі дробарки виконують велике, середнє та дрібне дроблення матеріалів будь-якої міцності. Процес дроблення в таких дробарках здійснюється за допомогою ударів молотків по матеріалу. Таким чином, матеріал дробиться та розтирається молотками. Молоткові дробарки мають безліч переваг: простота конструкції, висока продуктивність, надійність, компактність, високий ступінь дроблення.

Дробарки поділяються на реверсивні та неревверсивні, однороторні та двохроторні. Можливість зміни напрямку обертання ротора у реверсивних дробарках дозволяє двобічне використання молотків без розбирання дробарки для їхнього повороту. Двохроторні дробарки мають більші в порівнянні з однороторними розміри завантажувального отвору, що дозволяє дробити матеріал крупністю до 1200 мм.

Вони використовуються для крупного, середнього та дрібного подрібнення матеріалів. Мають високу продуктивність та малу питому витрату електроенергії.

Однороторні неревверсивні дробарки в основному призначені для подрібнення кістки і шквари. При цьому для крупного подрібнення використовують однороторні дробарки, а для тонкого помелу - двороторні.

Двороторні дробарки застосовують для тонкого подрібнення кістки в дві стадії. У першій зоні дроблення відбувається попереднє подрібнення продукту, а в другій зоні - остаточне, більш тонке.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>

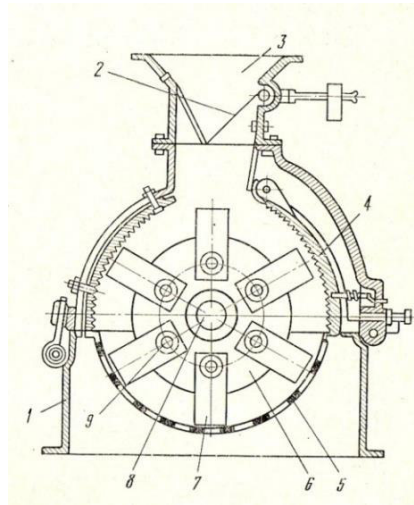
## Молоткові однороторні дробарки

Молоткові дробарки використовують для подрібнення крихких матеріалів, таких, як кістка сира і виварена, суха шквара. У цих машинах сировина подрібнюється під дією ударів по ній сталевих молотків, які швидко обертаються, ударами частинок об корпус дробарки і при перетиранні частинок. Найширше застосування отримали дробарки з вільно підвішеними молотками.

Для крупного подрібнення застосовують одноступеневі дробарки, для тонкого – двоступеневі. Молоткові дробарки мають схожу конструкцію і відрізняються розмірами, кількістю молотків, швидкістю їх руху, механізмами завантаження та іншим.

Однороторна нереверсивна молоткова дробарка (рис. 1) складається з таких основних вузлів: корпусу, козирка, завантажувальної горловини, вала ротора, відбійних плит і колосникової решітки. Верхня і нижня частини корпусу роблять литими або зварними з прокатної чи листової сталі. Біля бокових стінок корпусу розташовані підшипники, в яких обертається вал ротора. Ротор являє собою збірну конструкцію: на валу жорстко закріплені диски, в кожному з них є шість отворів, крізь які пропущені стержні, що служать осями для шарнірно підвішених молотків. Верхня частина корпусу футерується відбійними плитами. У нижній частині корпусу розташована колосникова решітка, яка займає 135–180° кола, що описується молотками. Вихідний матеріал руйнується ударами молотків, ударами об футеровочні плити, роздавлюванням і стиранням на колосниковій решітці. Дроблений продукт розвантажується під дробарку крізь колосникову решітку. Колосники решітки виготовляються зі сталі марки 60С2 або 45Х і можуть мати різну форму, але частіше за все – трапецієвидну з розширенням щілини у бік розвантаження під кутом 10–20°. Вони нахилені до радіуса ротора під кутом 40–50° у бік руху матеріалу, що зменшує залипання решітки при дробленні матеріалів з підвищеною вологістю.

Одним з основних робочих органів в молоткових дробарках є молотки, які шарнірно закріплені на роторі, що обертається.



**Рис. 1 Молоткова дробарка**

Корпус - 1; козирок - 2; завантажувальна горловина - 3; відбивач - 4; колосникова решітки - 5; диск кріплення молотків - 6; молоток - 7; вал ротора - 8; вісь кріплення молотка - 9

При зустрічі частинок подрібнюючого матеріалу з молотками, в дробарці відбувається первинне руйнування продукту.

Продукт, що потрапляє в дробарку отримує удар, відкидається до дек і решітки. Малі частинки, що вільно проходять через отвори решітки провалюються вниз, а більші подрібнюються додатково.

Так, як при роботі дробарки швидко зношуються робочі органи то вони передбачені змінними через кринку з протишумовою прокладкою і відкидними дверцятами для огляду.

Для подрібнення продукту на шматки до 50 мм, використовуються машини різної продуктивності, технічні характеристики яких надані в додаткові №1

**БДМ-400, РДБ-3000 і ДМ-610 відносяться до молоткових дробарок.**

Вони застосовуються в промисловості для подрібнення шквари, ідентичні по конструкції і принципу роботи, але відрізняються окремими вузлами та продуктивністю. В кожній є станина, ротор, який обертається в її середині, електродвигуном приводиться в дію вал. Молотки прямокутного перерізу вільно підвішені на роторі.

Колосникова решітка змінна і встановлюється в нижній частині, а для регулювання величини часток, що подрібнюються в верхій частині розміщується рухома відбійна рифлена плита (дека).

Для запобігання викиду продукту, що подрібнюється, в горловині через яку він завантажується, вмонтована відбивна пластина. Через еластичну муфту з'єднані електродвигун та встановлений на підшипниках кочення вал ротора.

Подрібнення продукту відбувається в результаті удару молотка, подрібнені частинки відкидаються на рифлені плити та колосникові решітки, де подрібнюються остаточно і проходять крізь отвори решітки.

У дробарки РДБ-3000 в завантажувальній горловині встановлений магнітний сепаратор, який дає змогу відокремлювати металеві включення, також змонтовано живильний барабан, який окремим електродвигуном через черв'ячний редуктор приводиться в обертання.

Повітряний підпір, який полегшує транспортування подрібненого продукту із зони дроблення, забезпечується крильчаткою вентилятора, яка консольно закріплена на валу ротора

Дробарки ДМ-610 та БДМ-400 аналогічні по конструкції, але ДМ-610 відрізняється від БДМ-400 більшою продуктивністю і габаритними розмірами.

Молотковою дробаркою БДМ-400 (рис.1.1) подрібнюють суху м'ясо-кісткову, кісткову і м'ясну шквару.

Корпус дробарки складається з нижньої 8 і верхньої 4 частин. До верхньої частини корпусу прикріплені рифлені плити 1 і відбивач 6. Відбивач можна повертати на осі з допомогою гвинтового механізму 5. У нижній частині корпусу встановлена решітка 13. На валу 10 за допомогою шпонки встановлені диски 9, в яких зафіксовані шість стержнів 12, а на стержнях шарнірно закріплені вісімнадцять молотків 11.

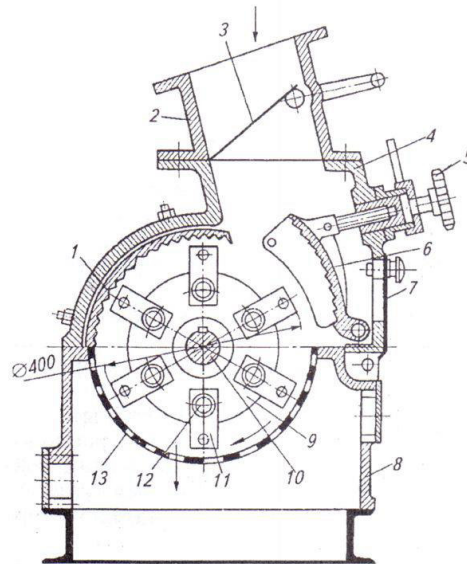
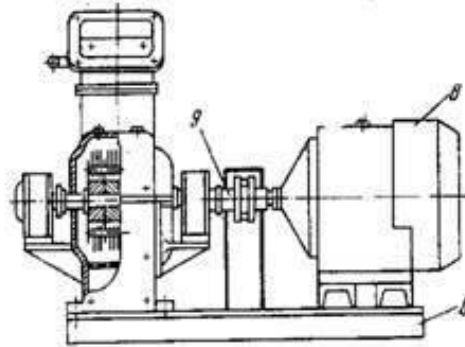


Рис. 1.1 Молоткова дробарка БДМ–400:

1 – рифлені плити, 2 – завантажувальна горловина; 3 – козирок, 4, 8 – верхня і нижня частини корпусу, 5 – гвинтовий механізм; 6 – відбивач; 7 – кришка; 9 – диск; 10 – вал; 11 – молоток; 12 – стержень, 13 – решітка.

На єдиній металевій рамі, яка закріплена на жорсткому фундаменті, змонтовано саму дробарку та електродвигун від якого приводиться в дію вал дробарки які між собою з'єднані муфтою.

Продуктивність регулюється, відкриванням заслінки (козирка) завантажувальної горловини. Дві рифлені деки, що встановлені в дробарці, регулюються гвинтовим механізмом, яким виставляють зазор між декою і ротором. Відкидна кришка розміщена збоку дробарки.



**Рис. 1.2 Молоткова дробарка БДМ-400:**

6 - фундамент;

8 - електродвигун; 9 - муфта;

Дробарки типу РДБ-3000 (рис. 1.3) застосовують для подрібнення зернових та інших сипучих продуктів.

Головним робочим органом машини є обертовий ротор 1, який являє собою вал 2, на якому жорстко і надійно закріплено ряд сталевих дисків з осями на яких шарнірно закріплені молотки.

В корпусі дробарки 4 передбачено корпуси для роликотітшипників в яких закріплюється вал 2 ротора.

Рифлена сталева дека 12 та циліндрична ситова поверхня 13 оточують ззовні ротор, нерухомою робочою поверхнею.

Дека призначена для інтенсивного процесу дроблення, а сито - для відокремлення дрібних частинок продукту від великих.

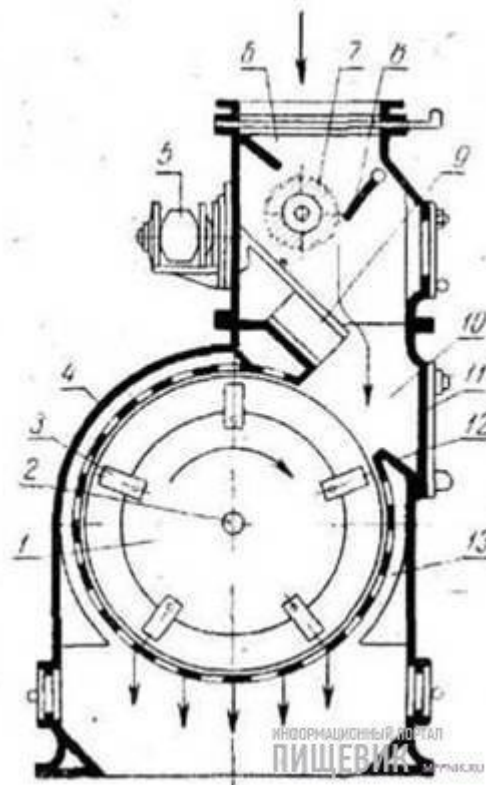
Дека прикріплена до корпусу болтами, а сито розміщується в спеціальних пазах на внутрішній поверхні бічних стінок дробарки. В дробарці передбачені конструкцією два паза в які встановлюються сита на різній відстані від бичів. Сито і дека утворюють дробильну камеру, між ними є проміжок 10 для подачі продукту в робочу зону дробарки. У приймальній частині дробарки розташований живильник для рівномірної і безперебійної

подачі продукту в робочу камеру, він складається з рифленого барабана 7 і рухомої заслінки 8. Барабан приводиться в дію через черв'ячний редуктор електродвигуном 5 потужністю 1 кВт. Подача продукту дозується за рахунок зміни відстані між заслінкою та барабаном. Електродвигун, який забезпечує привід живильника можна вимкнути не зупиняючи дробарку.

Робота дробарки відбувається таким чином: в приймальний ківш 6, подається продукт, потім барабаном 7, на магнітний апарат 9, в робочу зону продукт потрапляє через зазор 10.

Коли ротор обертається з великою швидкістю, молотки приймають радіальне положення під дією відцентрової сили, і обертаючись у дробильній камері розбивають продукт, який завдяки відцентровій силі потрапляє зону деки та сита де вже остаточно подрібнюються під дією ударів.

Незручність заміни сита і видалення з корпусів зношених підшипників є недоліком дробарки РДБ-3000.



**Рис. 1.3 Дробарка РДБ-3000:**

обертвий ротор - 1 ; вал - 2; молотки - 3; корпус - 4; електродвигун - 5;  
 приймальний ківш - 6; рифлений барабан - 7; рухома заслінка - 8; магнітний  
 апарат - 9; зазор - 10; сталева рифлена дека - 11; циліндрична ситова  
 поверхня - 12

### **Дробарка для шквари**

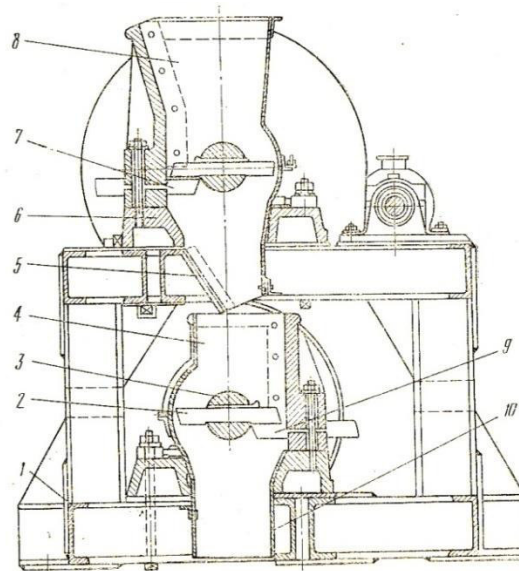
Шквару подрібнюють молотковою дробаркою, яка за принципом пристрою подібна до дробарки для кістки. Для подрібнення шквари витрачається менше енергії так як її шматки за розміром та міцністю менші ніж шматки кістки. Тому в дробарці для шквари використовують зменшені молотки, перфоровану решітку з отворами Ø3 мм замість колосникових ґрат, відбивачі у вигляді гребінок, також завантажувальна горловина має шибер, яким регулюється потік шквари та магнітні вловлювачі феродомішок.

Технічна характеристика дробарки для шквари наведена в додаткові №3

### **Дробарка для кісток КМ-4**

Кістки для виробництва желатину подрібнюються дробаркою КМ-4 (рис. 1.4). У ній, для подрібнення, застосовують верхню та нижню секції, які представляють собою самостійні дробарки.

Верхня ступінь дробарки змонтована на коробчатому каркасі, під її станиною встановлюється направляючий лоток по якому подрібнена кістка подається до нижньої ступені під станиною якої знаходиться сталевий зварний патрубков для виведення з машини готового продукту.



**Рис. 1.4 КМ-4 - дробарка для кісток:**

Каркас - 1; ножі валу - 2; вал - 3;

нижня ступінь дробарки - 4; лоток - 5; станина дробарки - 6; верхня ступінь дробарки - 7; горловина - 8; нижня гребінка - 9; вихідний патрубок -

10

На станинах обох дробарок закріплені підшипники ковзання в яких обертаються вали на яких робочі елементи в робочій частині закріплені за допомогою клинів, які розташовані по спіралі так, що одночасно працюють два ножі. Верхній вал в парі з нерухомою гребінкою виконує первинне дроблення кістки; нижній вал і гребінка - вторинне, більш дрібне подріблення так як ножі розташовані більш частіше. Упором для кістки, яка піддається руйнації за рахунок ударної дії робочих елементів, слугують гребінки. Як упор для кістки, що піддається ударній дії робочих елементів, застосовують гребінки. Для поліпшення санітарної обробки і доступу до ножів, закріплених на валах, половина завантажувальної горловини кожного ступеня кріпиться на шарнірах.

Вали кожної дробарки приводиться в дію від електродвигуна через пасову і зубчасту передачі приводного валу, який встановлений біля машини. Вал нижньої ступені приводиться в дію через зубчасту передачу від

верхнього валу ступені. Сухар з дубу є на валах дробарки. При великих перевантаженнях або заклинюваннях дробильного валу сухар зрізається, запобігаючи аварії.

В завантажувальну воронку верхньої секції подається кістка для попереднього подрібнення, а потім по лотку попередньо подрібнена кістка потрапляє до нижньої секції де процес подрібнення завершується.

Технічна характеристика дробарки для кісток КМ-4 приведена в додаткові № 3

### **ДК-05 - дробарка для кісток**

ДК-05 - дробарка дворотного типу для кісток, призначена для подрібнення кістки з метою покращення процесу виварювання кісткових жирів з неї. Її основними елементами є: станина, бункер з горловиною, нерухомі гребінки, два обертові ротори, привідний вал та електродвигун. В станині, яка відлита з чавуна є нижня підставка з отвором через який виводиться подрібнена кістка і плита, що повертається, відкидна сталева стінка для гребінок розташована у верхньому корпусі. Верхній робочий ротор розміщено в верхньому корпусі на підшипниках, які закріплені до станини, а нижній робочий ротор встановлений на основі. Шипи на нерухомих гребінках та на роторах мають однакові розміри.

Горловина з литою чавунною робочою поверхнею, відкидною сталевую передньою стінкою і бункер, закріплені на верхньому корпусі.

Під час роботи, через горловину подається продукт і за рахунок зтиснення між шипами відбувається подріблення - кістки.

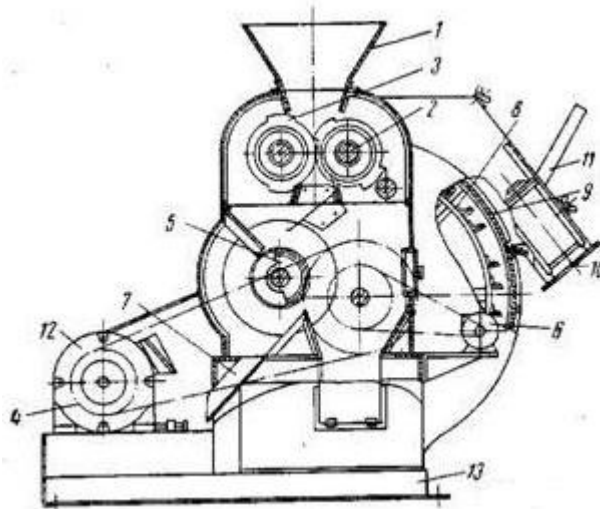
Електродвигун, встановлений на плиті, що повертається приводить в дію дробарку, ( яка монтується на фундаменті заввишки не менше 0,9 м ), через клинопасову передачу.

Технічна характеристика дробарки для кісток ДК-05 приведена в додаткові № 3

### **ВМР-4-3 - дробарка Дакмі**

ВМР-4-3 дробарка Дакмі (рис. 1.5) складається з двох секцій: для попереднього і остаточного подрібнення продукту. Перша секція має завантажувальну воронку 1 під якою встановлено два паралельних вали 2, що обертаються назустріч один одному. Шість окремих дисків 3, що закріплені на валах для попереднього подрібнення шквари. Дві сталеві гребінки призначені для видалення з бічних поверхонь налиплої шквари. На привідному шківу встановлено запобіжний пристрій, для відключення дробарки при потраплянні в неї сторонніх предметів. З першої секції, подрібнена шквара потрапляє в сепаратор барабанного типу, що обертається з частотою 70 об/хв, встановлений в ньому електромагніт, який живиться від змонтованого на корпусі дробарки генератора постійного струму, та уловлює феродомішки. На боковій стінці машини встановлена контрольна лампа подачі напруги. Для подрібнення м'ясо-кісткової та кісткової шкварки в дробарці використовують ґрати товщина та отвори яких становлять 4 мм, на роторі встановлені потовщені молотки розміром 100×40×10 мм. Кількість виробленого продукту дробарки становить 0,25 т/год., готової муки при частоті обертання ротора 2900 об/хв.

Затримані електромагнітом включення, по спуску 7 направляються з сепаратора в тару для вилучених домішок, а попередньо подрібнена шквара направляється до другої секції – млина 8, сталевий корпус це робоча поверхня яка має циліндричну форму, та складається з чавунних рифлених секцій, що закріплені болтами. Вал млина, з встановленими на ньому трьома колесами з закріпленими на ободах білами, які виготовлені з кутової сталі, обертається з швидкістю - 800 об/хв.



**Рис. 1.5 ВМР-4-3 - дробарка Дакмі:**

воронка -1; пали - 2; диски - 3; шків - 4; електромагнітний сепаратор - 5;  
генератор - 6; спуск - 7; млин - 8; решітка - 9;  
патрубок - 10; важіль - 11; електродвигун - 12; рама – 13

### **Молоткова дробарка А1-ДМ2Р-55.**

На два сферичних шарикопідшипника спирається основний робочий орган дробарки ротор 1. Несучими для вісей молотків є закріплені диски середній частині валу. Між кожними двома несучими дисками встановлені по два тонких диски меншого діаметру, для розділення молотків один від одного по довжині ротора

При балансуванні ротора для фіксації осей від поздовжнього зміщення і закріплення вантажів, на вал встановлені два крайні диски. Поворотом заглушок по годинниковій стрілці до заклинювання в крайньому подвійному диску забезпечується фіксація осей від поздовжнього зміщення. Заглушки необхідно повернути проти годинникової стрілки, для вибивання осей при заміні молотків.

Згідно схеми розміщення молотків, молотки встановлюються на шести вісях. На станині 2, зварної конструкції встановлюється і кріпиться ротор в зборі і привідний електродвигун ротора. Для встановлення і фіксації на рамі станина оснащена вібраційними опорами.

Для встановлення і закріплення у корпусі дробарки сит 3, дек, направляючої для сит, пристроя для притискання сита, корпус складається з верхньої і нижньої частини.

У верхній частині корпусу шарнірно встановлені кронштейни, для кріплення дек і фіксації рухомого сита в робочому положенні.

Для зручності повороту дек і забезпечення їх фіксації, рукояткою з фіксатором, оснащений один з двох кронштейнів на кожній з боковин.

Щоб подати сировину з живильника 4 в камеру дробарки, повинно бути встановлене рухоме сито під декою, що доторкається до направляючої сит і яка виконує роль похилої площини, при цьому до прижиму стику сит доторкається одна з дек, а з направляючою сит - протилежна, необхідно вважати крайні положення робочим положенням дек.

Положення дек повинно бути змінене і відповідати дзеркальному відображенню при переході на реверсивний режим роботи. тобто, Дека повинна бути припіднятою до доторкання з направляючою сит та дека, забезпечивши установа під собою рухомого сита яка дотикалась з прижимом стику сит. До дотикання з прижимом стику сит протилежна дека при цьому повинна бути знижена.

В проміжному положенні може бути зафіксована рукояткою кожна з дек, для зручності встановлення рухомого сита. Під штирі, які встановлені на боковинах корпусу, і під прижим стику сит, необхідно завести рухоме сито при його встановленні. За допомогою пристрою віджимання сит встановлюється, нерухоме нижнє сито в робочому положенні, притискаючись до направляючої сит.

У вигляді двох стяжок з ексцентриковими затискачами виконано пристрій для притискання сит.

При повернутих важелях затискачів вниз до відмови виконується, встановлення нижнього сита в корпус з боку ексцентрикових затискачів. Необхідно завести під штирі, які приварені до боковин корпусу кромки сита

перед його піджиманням. Поворотом ексцентрикових затискачів вгору до відмови здійснюється піджимання сит. Кронштейни стяжок оснащені регулювальними болтами, при використанні сит різноманітної товщини, для забезпечення нормальної роботи ексцентрикових затискачів.

Виконана зварною також нижня частина корпусу. Нижня частина корпусу забезпечує під'єднання самопливу або пневмоприймача та нижніми фланцями кріпиться до рами за допомогою чотирьох болтів.

Молотки, деки і сита, замінюються, через встановлені на вертикальних осях двоє дверцят прямокутної форми, які відчиняються в різні сторони, для технічного обслуговування дробарки.

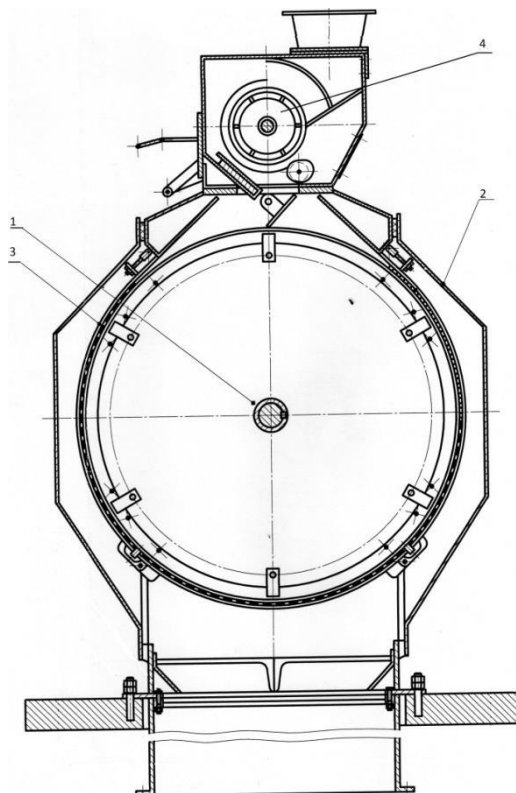
Для рівномірної подачі сировини в камеру, та очищення її від металоманітних домішок дробарка оснащена живильником 4.

В складі живильника є декілька основних частин: корпус, магнітний барабан. Для обслуговування живильника корпус має двоє дверцят. Фланці, призначені для підключення вибухорозрядної камери та самотоку сировини та кріплення живильника до корпусу дробарки в верхній і нижній частині. В нижній частині корпусу встановлений лоток з магнітами і екраном з немагнітного матеріалу. Для очищення від феродомішок лоток періодично висовується.

З двох заслінок та приводу заслінки складається механізм регулювання подачі сировини. За допомогою обертання маховичка приводу заслінки при ручному управлінні, або включенням двигуна приводу заслінки в напіваавтоматичному і дистанційному режимах управління, може переміщуватись, одна з заслінок. В межах двох вирізів які зроблені на другій привідній заслінці відбувається регулювання подачі сировини.

З двох напівмуфт, які зв'єднані між собою гнучкими елементами з прорезиненої стрічки, виконана з'єднувальна муфта, валів ротора і привідного електродвигуна,.

Принциповій електричній схемі відповідає електрообладнання дробарок.



**Рис. 1.6 А1-ДМ2Р-55 - молоткова дробарка:**  
ротор - 1; станина - 2; сито - 3; живильник – 4

Технічна характеристика дробарки для кісток **А1-ДМ2Р-55** в додаткові № 3

## 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Розвиток невеликих цехів, що переробляють м'ясну продукцію набирає популярності та вирішує ряд проблем при виготовленні різноманітної продукції. На будівництво цих цехів витрачається менше коштів, а введення в експлуатацію на відміну від введення потужностей великих підприємств відбувається швидше.

В даній роботі проводиться розробка молоткового подрібнювача. В моделі встановленні вдосконалені молотки, крім того для забезпечення плавності, стабільності та недопущення простою обладнання передбачені: скребкові конвеєри магнітний сепаратор та накопичувальний бункер.

Використання молотків з наплавкою пояснюється в першу чергу тим, що вони дуже швидко зношувалися (1.5 - 2 тижні) і дробарка багато часу простоювала під час заміни сит та молотків. Зношеність, молотків призводила до зменшення продуктивності та якості подрібненої продукції. При використанні наплавлених молотків їхня міцність в порівнянні зі звичайними збільшується ~ в 1,5 рази.

Бункер-накопичувач на відміну від використання транспортних візків надає можливість для створення запасу продукту для безперебійної роботи лінії.

Встановлення скребкового конвеєра забезпечує плавну подачу продукту (шквари) до дробарки.

Магнітний сепаратор встановлений на скребковому конвеєрі для забезпечення не потрапляння металевих домішок в дробарку, таке розташування вибрано так як кістка рухається плавно, порціями.

Проведення даних удосконалень забезпечує:

1. Наявність запасу кісток для безперебійної роботи лінії.
2. Плавність подачі продукту до дробарки.
3. Тривалий час роботи молотків.

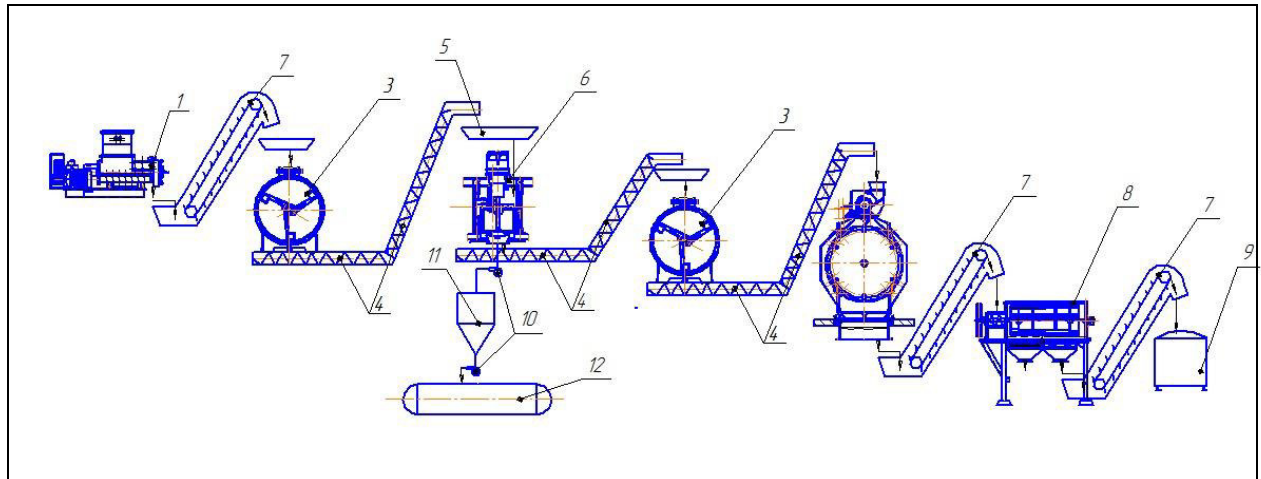
<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавда О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>	

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Переробка технічної сировини у вакуумних котлах з проміжним відбиранням жиру на центрифугі

Ця схема переробки нехарчової сировини ґрунтується на використанні вакуумних котлів з проміжним відбиранням жиру у відстійних центрифугах періодичної дії і наступним досушуванням знежиреної шквари у вакуумних котлах.

Технологічний процес виробництва м'ясо-кісткового борошна показано на рис. 3.1.



**Рис. 3.1 Апаратурно-технологічна схема виробництва кормового борошна:**

подрібнювач сировини - 1; вакуум-горизонтальний котел ГВК-2,8 - 2;  
 центрифуга ФПН - 3; шнековий конвеєр - 4; дробарка БДМ-400 - 5;  
 сито-бурат - 6; скребковий конвеєр - 7; ваги з фасувальним устроєм - 8;  
 насос - 9; відстійник для жиру - 10.

М'ясо-кісткову сировину подрібнюють на силовому подрібнювачі (1) без сортування і завантажують в горизонтально-вакуумний котел (2).

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>	Статус документа			
Власник документа <i>НУХТ</i>	Розробник документа <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	Назва, додаткова назва <i>Пояснювальна записка</i>	<i>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</i>			
	Документ затверджено <i>Гавда О.М.</i>		Інд. змін.	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш

Жирна частково підсушена шквара після розварки стерелізується та направляється до шнекового приймача 4, а з відти нахиленим шнеком подається до накопичувача, який розміщений над центрифугою.

В центрифuzі періодичної дії ФПН, яка має механізоване нижнє розвантажування та напівавтоматичне керування, відбувається знежирення шквари. По лотку, який закріплений на кожусі, продукт потрапляє до ротора, що обертається з частотою 24,14 1/с

В ротор по лотку, закріпленому на кожусі, робоча частота обертання якого 24,14 1/с потрапляє продукт. Коли відбувся процес фугування, зупинка центрифуги відбувається при допомозі гальм, після якої обертання електродвигуна переключають в зворотньому напрямі з частотою обертання 1,6 1/с де за допомогою пристрою зрізається осад, який з ротора сиплется в транспортувальний пристрій через сегрегатор. Жир з ротора центрифуги безперебійно відводиться та фільтрується через фільтрувальну тканину, яка закріплена над перфорованим бортовим кільцем. Відфільтрований таким чином жир потрапляє в приймачі, звідки викачується насосом у відстійник об'ємом 0,85 м<sup>3</sup>.

Очищений жир перекачують насосами в спеціальні цистерни. Знежирену вологу

шквару вивантажують у горизонтальний шнек, а потім похилим шнеком шквара подається в горинтально-вакуумний котел для сушки. При завантаженні котла потрібно виключити контакт знежиреної шквари з нестерильною сировиною.

Висушену кормову шквару після охолодження до температури 30 °С подрібнюють і просіюють.

Шквару вивантажують з котла на шнековий конвеєр, яким подають через спуск з магнітами в бункер молоткової дробарки. Подрібнене борошно збирається в бункер, для подальшого просіювання через подвійні струшувачі

(вібросита) звідки його подають на ваги з фасувальним устроєм та пакують в мішки.

В технологічних схемах на виробництві основних харчових продуктів, механічні процеси є невід'ємною частиною.

При механічному подрібненні, виникає потреба в класифікації матеріалів за розмірами.

Процес, при якому подрібнюються матеріали умовно поділяють на дроблення і помел. За фізичною суттю процесу, різниці між ними немає.

Подрібнення - технологічна операція зменшення розмірів частинок. Подрібнений твердий матеріал, менше ніж 5 мм, що утворився внаслідок тонкого подрібнення називається - помелом.

Залежно від розмірів початкового і подрібненого матеріалу, подрібнення умовно поділяють на класи.

Класи подрібнення в залежності від розмірів кусків викладено в додаткові №4

## 4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ПРИНЦИП БУДОВИ ОБЛАДНАННЯ

Для середнього та дрібного подрібнення сирії та вивареної кістки, сухої шквари, використовують молоткову дробарку, в якій застосовується робочий орган у вигляді ротора, на якому шарнірно закріплені ударні елементи – молотки. Ступінь подрібнення в цих дробарках досягається до 30-40 та при малій питомій витраті електроенергії відзначається висока продуктивність дробарки.

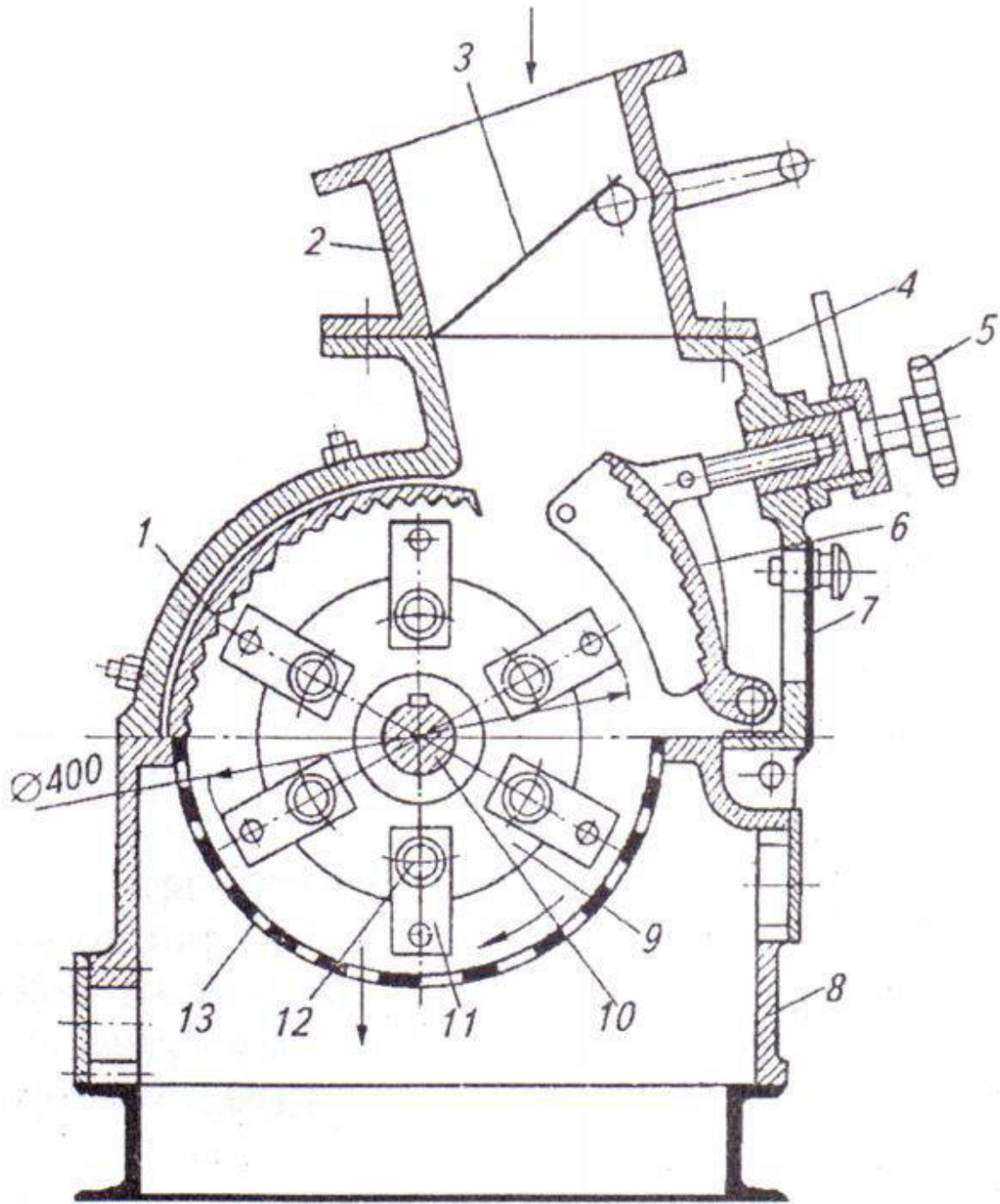
У цих дробарках сировина подрібнюється під дією ударів по ній сталевих молотків, які дуже швидко обертаються, ударами частинок сировини об корпус дробарки і при перетиранні частинок. Найбільше застосування отримали дробарки з вільно підвішеними молотками.

Одноступеневі дробарки застосовують для крупного подрібнення, двоступеневі для тонкого. Вони мають схожу конструкцію, але відрізняються кількістю молотків, швидкістю їх руху, розмірами, механізмами завантаження та іншим.

Молоткова дробарка БДМ–400 (рис. 4.1) призначена для подрібнення шквари. Корпус дробарки складається з нижньої 8 і верхньої 4 частин. До верхньої частини корпусу прикріплені рифлені плити 1 і відбивач 6. Відбивач можна повертати на осі з допомогою гвинтового механізму 5. У нижній частині корпусу встановлена решітка 13.

На валу 10 за допомогою шпонки встановлені диски 9, в яких зафіксовані шість стержнів 12, а на стержнях шарнірно закріплені вісімнадцять молотків 11.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>



**Рис. 4.1 Молоткова дробарка БДМ-400:**

1 – рифлені плити; 2 – завантажувальна горловина; 3 – козирок; 4, 8 – верхня і нижня частини корпусу; 5 – гвинтовий механізм; 6 – відбивач; 7 – кришка; 9 – диск; 10 – вал; 11 – молоток; 12 – стержень; 13 – решітка.

Технічну характеристику молоткової дробарки БДМ-400 представлено в додатку №5

Існують різні способи підвищення продуктивності подрібнювальної машини для шквари. Найефективнішим способом визначили змінити конструкцію молотка. Тому була зроблена формула винаходу. В основу пропонованого винаходу поставлено задачу удосконалити конструкцію молотка з досягненням технічного результату - підвищити якість здрібнення шквари і довговічність конструкції молотка в роботі.

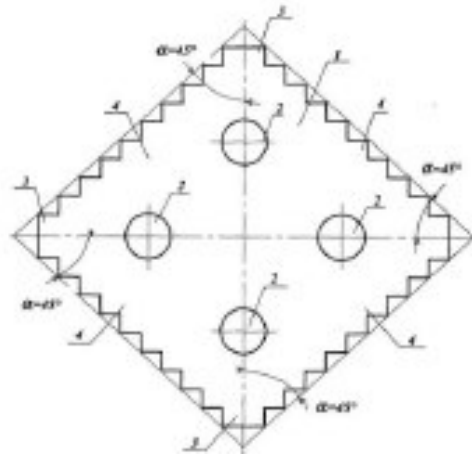
Залежно від властивостей матеріалу, що дробиться, та величини подрібненого продукту, використовують молотки різні за масою (від 1 до 135 кг) та формою.

Молотки найчастіше виготовляють з пружинної сталі 65Г, термічно обробленої хромонікелевої легованої сталі або вуглецевої сталі 60Г з підвищеним вмістом марганцю. Твердість молотків становить 390–475 НВ. Форма молотків значно впливає на процес помелу, причому за формою та призначенням розрізняють молотки у вигляді прямокутної пластини, пластини зі ступінчастими торцями, складної форми.

У конструкції молоткових дробарок найчастіше використовуються прямокутні пластини товщиною 1,5–10 мм та пластини з вирізами на торцях. Їхня характерна особливість – простота виконання та значний термін експлуатації. Молотки зі ступінчастими торцями ефективніші для подрібнення сіна та полови, а прямокутні молотки зі спеціальними виступами використовуються для подрібнення волокнистих матеріалів. У конструктивних рішеннях молотків використовуються додаткові отвори, які дозволяють їх змінне кріплення, що збільшує термін служби. Молотки з одним отвором мають змогу подвоїти їхню довговічність внаслідок повертання навколо поздовжньої осі, тоді як молотки з двома отворами дозволяють використовувати робочі кромки чотири рази.

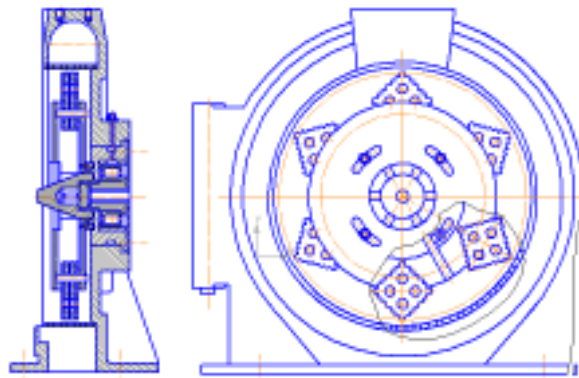
Молоток квадратної форми (див. рис. 4.2 ) з чотирма симетричними отворами для його шарнірного підвісу. Робоча торцева поверхня складається із зубців, що виконані у вигляді нахиленої поверхні під кутом 45°,

спрямованої в напрямку удару; у поперечному перерізі вони виконані у вигляді зрізаного конуса з допоміжними виступами.



**Рис. 4.2 Модернізована конструкція молотка**

Після удосконалення машина має такий вигляд (рис. 4.3).



**Рис. 4.3 Модернізована машина для подрібнення**

Переваги:

- підвищена продуктивність;
- довговічність роботи молотків;
- підвищена якість подрібнення

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1 Технологічний розрахунок машини для подрібнення

Конструктивні розміри молоткових дробарок визначають залежно від розміру  $d$  максимального шматка у вихідному матеріалі. Діаметр ротора для дробарок з вертикальним завантаженням  $D_p = 3d + 550$ , довжина ротора  $L_p = (0,8...1,2) D_p$ .

Конструктивні розміри молоткових дробарок визначають залежно від розміру  $d$  максимального шматка у вихідному матеріалі. Діаметр ротора для дробарок з вертикальним завантаженням  $D_p = 3d + 550$ , (5.1.1)

де  $D_p$  - діаметр ротора по кінцях обертових молотків;  $d$  - максимальний розмір шматка вихідного матеріалу.

$$D_p = 3 \cdot 10 + 550 = 580 \text{ мм}$$

Довжина ротора повинна бути пропорційна з його діаметром:

$$L_p = (0,8 \dots 1,2) \cdot D_p = 1,0 \cdot 580 = 580 \text{ мм} \quad (5.1.2)$$

Ступень подрібнення це відношення розмірів вихідного матеріалу до розмірів подрібненого матеріалу.:

$$i = \frac{d_n}{d_k} = \frac{0,01}{0,003} = 3,33, \quad (5.1.3)$$

де  $d_n$  - вихідний розмір подрібнюваного матеріалу;  $d_k$  - кінцевий розмір подрібненого матеріалу.

Для обчислення частоти обертання ротора скористаємося формулою продуктивності:

$$Q = \frac{k \cdot D_p^2 \cdot L_p \cdot n^2}{3600 \cdot (i-1)}, \quad (5.1.4)$$

де продуктивність дробарки -  $Q$ , м<sup>3</sup>/год; число обертів ротора -  $N$ , об/хв; діаметр і довжина ротора відповідно -  $D_p$ ,  $L_p$ , м; ступінь подрібнення

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабанова О.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Мандзюк Р.Ю.	Назва, додаткова назва Пояснювальна записка		19-1689.ДП.12.000.ПЗ		
	Документ затверджено Гавва О.М.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA

матеріалу -  $i$ ; емпіричний коефіцієнт -  $k$ , дорівнює (4 ... 6,2), приймаємо  $i = 6,0$ .

Продуктивність, яка виражена в т/год, перетворимо в м<sup>3</sup>/год:

$$Q_0 = \frac{8 \cdot 10^3}{2,25 \cdot 10^3} = 3,35 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Виходячи з формули (5.1.4) число обертів ротора дорівнюватиме:

$$n = \sqrt{\frac{Q_0 \cdot 3600 \cdot (i-1)}{k \cdot D_p^2 \cdot L_p}} = \sqrt{\frac{3,35 \cdot 3600 \cdot (3,33-1)}{6,0 \cdot 0,58^2 \cdot 0,58}} = 143,7 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (5.1.5)$$

Частоту обертання ротора можна визначити за іншою емпіричною формулою:

$$Q_0 = 0,1 \cdot D_p^2 \cdot L_p \cdot n \text{ при } D_p > L_p \quad (5.1.6)$$

Тепер вирахуємо частоту обертання:

$$n = \frac{Q_0}{0,1 \cdot D_p^2 \cdot L_p} = \frac{3,35}{0,1 \cdot 0,58 \cdot 0,58^2} = 303,59 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (5.1.7)$$

Потужність електродвигуна визначимо за формулами:

$$N = 0,125 \cdot D_p \cdot L_p \cdot n = 0,125 \cdot 0,58 \cdot 0,58 \cdot 143,7 = 6,07 \text{ кВт} \quad (5.1.8)$$

$$N = 0,15 \cdot D_p^2 \cdot L_p \cdot n = 0,15 \cdot 0,58^2 \cdot 0,58 \cdot 143,7 = 4,7 \text{ кВт} \quad (5.1.9)$$

Ще потужність визначається за формулою:

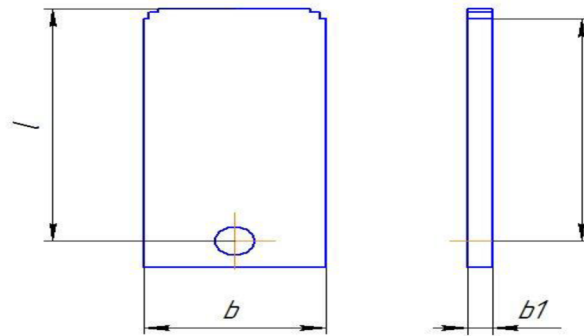
$$N = 0,15 \cdot Q_0 \cdot i = 0,15 \cdot 3,35 \cdot 3,33 = 1,67 \text{ кВт} \quad (5.1.10)$$

З отриманих даних, вибираємо молоткову дробарку марки БДМ-400.

## 5.2. Розрахунок типових молотків

Щоб на підшипники валу дробарки не передавалися імпульси ударів, що утворюються молотками, квадрат радіуса інерції молотка  $r_c$  відносно осі підвісу до диска, повинен бути дорівнювати відстані  $L_c$  від осі підвісу до центра ваги молотка, помноженому на відстань  $L$  від тієї ж осі підвісу до кінця молотка, тобто:

$$r_c^2 = l_c \cdot l \quad (5.2.1)$$



**Рис. 5.2.1. Поширена конструкція молотка**

Розміри молотка знаходимо за формулою:

Приймають 0,2-0,25 його діаметра, або 0,4-0,5 радіуса ротора довжину молотка від осі до кінця бойка, отже:

$$l = 0,25 \cdot D_p = 0,25 \cdot 600 = 150 \text{ мм} \quad (5.2.2)$$

$$b = h = 0,5 \cdot l = 0,5 \cdot 150 = 75 \text{ мм} \quad (5.2.3)$$

$$b_1 = 0,1 \cdot l = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ мм} \quad (5.2.4)$$

Відстань від центра маси молотка до осі отвору дорівнює  $L_c$ :

$$l_c = \frac{l^2 + b^2}{6 \cdot l} = \frac{0,15^2 + 0,075^2}{6 \cdot 0,15} = 0,031 \text{ м} \quad (5.2.5)$$

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра маси визначається за формулою:

$$r_{ц.т.}^2 = \frac{l^2 + b^2}{12} = \frac{0,15^2 + 0,075^2}{12} = 0,0023 \quad (5.2.6)$$

Квадрат радіусу інерції молотка відносно осі його підвісу:

$$r_0^2 = r_{ц.т.}^2 + l_c^2, \quad (5.2.7)$$

де відстань від центра ваги молотка до осі підвісу -  $l_c$ .

$$r_0^2 = 0,0023 + 0,031^2 = 0,0032$$

Від осі його підвісу до кінця молотка відстань дорівнює:

$$l_{0.п.} = l_c + 0,5 \cdot l = 0,031 + 0,5 \cdot 0,15 = 0,106 \text{ м} \quad (5.2.8)$$

Перевірка забезпечення роботи молотка:

$$r_c^2 = l_c \cdot l = 0,031 \cdot 0,15 = 0,00465 \quad (5.2.9)$$

Відстань від осі підвісу молотка до осі ротора, має бути більше відстані від кінця молотка до осі його підвісу, щоб уникнути порушення стійкості роботи дробарки.

$$l_o > l_{o.п.} \text{ або}$$

$$l_o = l_{o.п.} + (3..6) \cdot 10^{-3} = 0,106 + 5 \cdot 10^{-3} = 0,111 \text{ м} \quad (5.2.10)$$

Радіус найбільш віддаленої точки молотка від осі ротора:

$$R = l_o + l_{o.п.} = 0,111 + 0,106 = 0,217 \text{ м} \quad (5.2.11)$$

Частота обертання ротора,  $c^{-1}$ :

$$\omega \geq \frac{v_p}{R}, \quad (5.2.12)$$

де  $R$  - радіус ротора;  $\vartheta_p$  - необхідна колова швидкість ротора.

$$v_p = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{\sigma_{сж}}{\rho \cdot D_{св}}\right]^2} = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{0,2 \cdot 10^8}{2,25 \cdot 10^3 \cdot 0,1}\right]^2} = 34,86 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (5.2.13)$$

Тоді:

$$\omega \geq \frac{34,86}{0,3} \geq c^{-1}$$

Маса шматка матеріалу:

$$M = \rho \cdot \delta_H^3 = 2,25 \cdot 10^3 \cdot 0,1^3 = 2,25 \text{ кг} \quad (5.2.14)$$

Відцентрова сила інерції молотків, Н:

$$F = G_M \cdot \omega^2 \cdot R_c, \quad (5.2.15)$$

де  $G_M$  - маса молотка, кг;  $\rho_M$  - щільність сталі ( $7850 \text{ кг/м}^3$ )

$$G_M = l \cdot b \cdot b_1 \cdot \rho_M = 0,15 \cdot 0,075 \cdot 0,015 \cdot 7850 = 1,32 \text{ кг} \quad (5.2.16)$$

$R_c$  - радіус кола розташування центрів тяжіння молотків, м:

$$R_c = l_o + l_c = 0,111 + 0,031 = 0,142 \text{ м} \quad (5.2.17)$$

Діаметр осі підвісу молотка, м:

$$d_{o.п.} = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{F \cdot b_1}{[\sigma]_n}} = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{2530,9 \cdot 0,015}{100 \cdot 10^6}} = 0,0098 \text{ м}, \quad (5.2.18)$$

де  $[\sigma]_n = 100$  МПа – допустиме напруження при згині.

Приймаємо  $d_{o.п.} = 0,01$  м.

Мінімальний розмір перемички між отворами осі підвісу і зовнішньої кромкою диска, м:

$$h_{\min} = \frac{0,5 \cdot F}{\delta_d \cdot [\sigma]_{cp}} = \frac{0,5 \cdot 2530,9}{0,0014 \cdot 46 \cdot 10^6} = 0,016 \text{ м}, \quad (5.2.19)$$

де  $\delta_d$  - товщина диска, м; F - напруга при зрізі, МПа.

Товщина диска, м:

$$\delta_d \geq \frac{F}{d_{o.п.} \cdot [\sigma_{cm}]} = \frac{2530,9}{0,01 \cdot 175 \cdot 10^6} = 0,0014 \text{ м} \quad (5.2.20)$$

Для диска, виготовленого зі сталі марки Ст5, допустиме напруження при зминанні  $[\sigma_{cp}] = 175$  МПа, а з урахуванням межі  $[\sigma_T]$  текучості.

$$[\sigma_{cp}] = (0,2..0,3) \cdot [\sigma_T] = 0,2 \cdot 230 = 46 \text{ МПа} \quad (5.2.21)$$

Зовнішній радіус диска, м:

$$R = l_0 + 0,5 \cdot d_{o.п.} + h_{\min} = 0,111 + 0,5 \cdot 0,01 + 0,016 = 0,132 \text{ м} \quad (5.2.22)$$

Прийmemo  $R = 0,132$  м

Діаметр вала в небезпечному перерізі біля шківa, м:

$$d_{o.c.} = 0,052 \cdot \sqrt{\frac{N}{\omega}} = 0,052 \cdot \sqrt{\frac{17}{116,2}} = 0,019 \text{ м}, \quad (5.2.23)$$

де N – потужність електродвигуна, кВт;  $\omega$  - частота обертання ротора,  $c^{-1}$ .

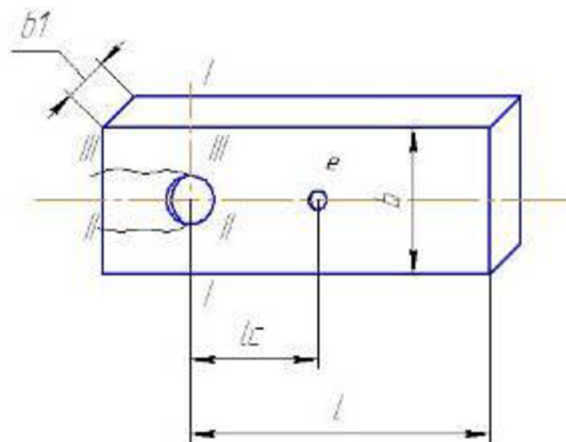


Рис. 5.2.2 Схема для розрахунку напружень

Визначимо напруга, що виникає в перерізі II:

$$\sigma_{I-I} = \frac{F}{(b-d_{o.m.}) \cdot b_1} = \frac{2530,9}{(0,075-0,01) \cdot 0,015} = 2,56 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (5.2.24)$$

Допустима напруга при цьому визначається за формулою:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_t}{n}, \quad (5.2.25)$$

де  $n$  - запас міцності ( $n = 5$  - для молотка);  $\sigma_t = 230$  МПа - межа текучості.

$$[\sigma] = \frac{230}{5} = 46 \text{ МПа}$$

Напруга зсуву в перетинах II - II і III-III:

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot b_1 \cdot (1-b-d_{o.m.})} \quad (5.2.26)$$

$$\tau = \frac{2530,9}{2 \cdot 0,015 \cdot (0,15-0,075-0,01)} = 1,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Напруга зминання, що виникає в молотках. Розраховуємо за формулою:

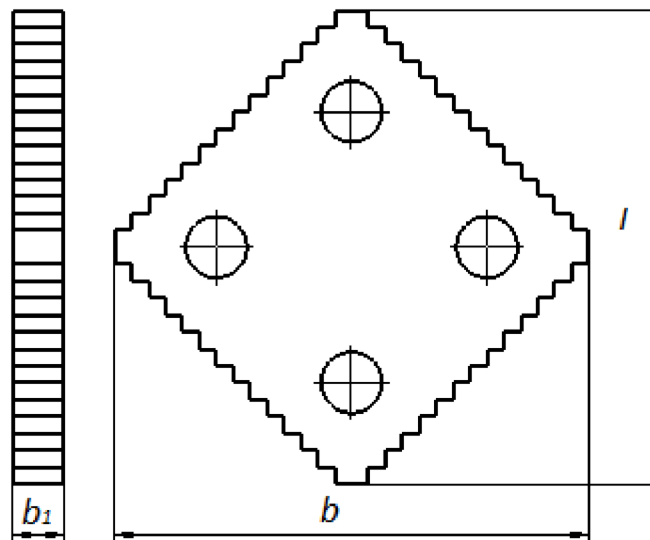
$$\sigma_{cm} = \frac{F}{b_1 \cdot d_{o.m.}} = \frac{2530,9}{0,015 \cdot 0,01} = 16,87 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (5.2.27)$$

За умовою,  $\sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}]$  а так як  $[\sigma_{cm}] = 175$  МПа, то умова виконується

$$16,87 \text{ МПа} \leq 175 \text{ МПа}.$$

### 5.3 Розрахунок модернізованих молотків

$$r_c^2 = l_c \cdot l \quad (5.3.1)$$



**Рис. 5.3.1. Модернізована конструкція молотка**

Знаходимо розміри молотка. Довжину молотка від осі до кінця бойка приймають 0,4-0,5 радіуса ротора, або 0,2-0,25 його діаметра, отже:

$$l = 0,25 \cdot D_p = 0,25 \cdot 600 = 150 \text{ мм} \quad (5.3.2)$$

$$b = h = l = 150 = 150 \text{ мм} \quad (5.3.3)$$

$$b_1 = 0,1 \cdot l = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ мм} \quad (5.3.4)$$

Відстань від центра ваги молотка до осі підвісу  $l_c$ :

$$l_c = \frac{l^2 + b^2}{6 \cdot l} = \frac{0,15^2 + 0,15^2}{6 \cdot 0,15} = 0,05 \text{ м} \quad (5.3.5)$$

Квадрат радіусу інерції молотка щодо його центра ваги:

$$r_{ц.т.}^2 = \frac{l^2 + b^2}{12} = \frac{0,15^2 + 0,15^2}{12} = 0,00375 \quad (5.3.6)$$

Квадрат радіусу інерції молотка щодо його осі підвісу:

$$r_0^2 = r_{ц.т.}^2 + l_c^2, \quad (5.3.7)$$

де  $l_c$  - відстань від центра ваги молотка до осі підвісу.

$$r_0^2 = 0,00375 + 0,05^2 = 0,00625$$

Відстань від кінця молотка до осі його підвісу:

$$l_{0.п.} = l_c + 0,5 \cdot l = 0,05 + 0,5 \cdot 0,15 = 0,125 \text{ м} \quad (5.3.8)$$

Перевірка забезпечення роботи молотка:

$$r_c^2 = l_c \cdot l = 0,05 \cdot 0,15 = 0,0075 \quad (5.3.9)$$

Щоб уникнути порушення стійкості роботи молоткової дробарки конструктивне призначення відстані від осі підвісу молотка до осі ротора має бути більше відстані від кінця молотка до осі його підвісу.

$$l_0 > l_{0.п.} \text{ або}$$

$$l_0 = l_{0.п.} + (3..6) \cdot 10^{-3} = 0,125 + 5 \cdot 10^{-3} = 0,13 \text{ м} \quad (5.3.10)$$

Радіус найбільш віддаленої точки молотка від осі ротора:

$$R = l_0 + l_{0.п.} = 0,13 + 0,125 = 0,255 \text{ м} \quad (5.3.11)$$

Частота обертання ротора,  $\text{с}^{-1}$ :

$$\omega \geq \frac{v_p}{R}, \quad (5.3.12)$$

де  $R$  - радіус ротора;  $\vartheta_p$  - необхідна колова швидкість ротора.

$$v_p = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{\sigma_{сж}}{\rho \cdot D_{св}}\right]^2} = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{0,2 \cdot 10^8}{2,25 \cdot 10^3 \cdot 0,1}\right]^2} = 34,86 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (5.3.13)$$

Тоді:

$$\omega \geq \frac{34,86}{0,3} \geq 116,2 \text{ с}^{-1}$$

Маса шматка матеріалу:

$$M = \rho \cdot \delta_H^3 = 2,25 \cdot 10^3 \cdot 0,1^3 = 2,25 \text{ кг} \quad (5.3.14)$$

Відцентрова сила інерції молотків, Н:

$$F = G_M \cdot \omega^2 \cdot R_c, \quad (5.3.15)$$

де  $G_M$  - маса молотка, кг;  $\rho_M$  - щільність сталі ( $7850 \text{ кг/м}^3$ )

$$G_M = l \cdot b \cdot b_1 \cdot \rho_M = 0,15 \cdot 0,15 \cdot 0,015 \cdot 7850 = 2,65 \text{ кг} \quad (5.3.16)$$

$R_c$  - радіус кола розташування центрів тяжіння молотків, м:

$$R_c = l_0 + l_c = 0,13 + 0,05 = 0,135 \text{ м} \quad (5.3.17)$$

Діаметр осі підвісу молотка, м:

$$d_{0.п.} = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{F \cdot b_1}{[\sigma]_n}} = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{2530,9 \cdot 0,015}{100 \cdot 10^6}} = 0,0098 \text{ м}, \quad (5.3.18)$$

де  $[\sigma]_n = 100 \text{ МПа}$  – допустиме напруження при згині.

Приймаємо  $d_{0.п.} = 0,01 \text{ м}$ .

Мінімальний розмір перемички між отворами під осі підвісу і зовнішньої кромкою диска, м:

$$h_{\min} = \frac{0,5 \cdot F}{\delta_d \cdot [\sigma]_{\text{ср}}} = \frac{0,5 \cdot 2530,9}{0,0014 \cdot 46 \cdot 10^6} = 0,016 \text{ м}, \quad (5.3.19)$$

де  $\delta_d$  - товщина диска, м;  $F$  - напруга при зрізі, МПа.

Товщина диска, м:

$$\delta_d \geq \frac{F}{d_{\text{о.п.}} \cdot [\sigma_{\text{см}}]} = \frac{2530,9}{0,01 \cdot 175 \cdot 10^6} = 0,0014 \text{ м} \quad (5.3.20)$$

Для диска, виготовленого зі сталі марки Ст5, допустиме напруження при зминанні  $[\sigma_{\text{ср}}] = 175$  МПа, а з урахуванням межі  $[\sigma_{\tau}]$  текучості.

$$[\sigma_{\text{ср}}] = (0,2..0,3) \cdot [\sigma_{\tau}] = 0,2 \cdot 230 = 46 \text{ МПа} \quad (5.3.21)$$

Зовнішній радіус диска, м:

$$R = l_0 + 0,5 \cdot d_{\text{о.п.}} + h_{\min} = 0,13 + 0,5 \cdot 0,01 + 0,016 = 0,151 \text{ м} \quad (5.3.22)$$

Прийmemo  $R = 0,151$  м

Діаметр вала в небезпечному перерізі біля шківa, м:

$$d_{\text{о.с.}} = 0,052 \cdot \sqrt{\frac{N}{\omega}} = 0,052 \cdot \sqrt{\frac{17}{116,2}} = 0,019 \text{ м}, \quad (5.3.23)$$

де  $N$  – потужність електродвигуна, кВт;  $\omega$  - частота обертання ротора, с<sup>-1</sup>.

Визначимо напругу, що виникає в перерізі II:

$$\sigma_{\text{I-I}} = \frac{F}{(b - d_{\text{о.п.}}) \cdot b_1} = \frac{2530,9}{(0,15 - 0,01) \cdot 0,015} = 1,205 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (5.3.24)$$

Допустима напруга при цьому визначається за формулою:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\tau}}{n}, \quad (5.3.25)$$

де  $n$  - запас міцності ( $n = 5$  - для молотка);  $\sigma_{\tau} = 230$  МПа - межа текучості.

$$[\sigma] = \frac{230}{5} = 46 \text{ МПа}$$

Напруга зсуву в перетинах II - II і III-III:

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot b_1 \cdot (l - b - d_{\text{о.п.}})} \quad (5.3.26)$$

$$\tau = \frac{2530,9}{2 \cdot 0,015 \cdot (0,15 - 0,075 - 0,01)} = 1,3 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Напруга зминання, що виникає в молотках. Розраховуємо за формулою:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{b_1 \cdot d_{\text{оп}}} = \frac{2530,9}{0,015 \cdot 0,01} = 16,87 \cdot 10^6 \text{ Па (5.3.27)}$$

За умовою,  $\sigma_{\text{см}} \leq [\sigma_{\text{см}}]$  а так як  $[\sigma_{\text{см}}] = 175 \text{ МПа}$ , то умова виконується  
 $16,87 \text{ МПа} \leq 175 \text{ МПа}$ .

#### 5.4 Розрахунок клинопасової передачі

Краще зчеплення ременя зі шківом забезпечує його клинова форма, що дозволяє зменшити, порівняно з плоскопасовою передачею, натяг ременя і дії сил на вали і опори, знизити мінімальне значення діаметрів шківів і підвищити передавальне відношення. Основними розмірами клинових пасів є розрахункова ширина, по якій призначають розміри канавок шківів, і розрахункова довжина пасу на рівні нейтральної лінії, по якій визначається міжосьова відстань.

Визначаємо кутові швидкості валів:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (5.4.1)$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 1250}{30} = 130,8 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (5.4.2)$$

Визначаємо загальний ККД приводу, який дорівнює:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,96 \cdot 0,99 = 0,95, \quad (5.4.3)$$

де  $\eta_1 = 0,96$  - ККД пасової передачі;  $\eta_2 = 0,99$  - ККД пари підшипників.

Визначаємо потужності що передаються валом:

$$P_1 = P_{\text{дв}} = 18,5 \text{ кВт} \quad (5.4.4)$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta = 18,5 \cdot 0,95 = 17,6 \text{ кВт} \quad (5.4.5)$$

Визначаємо крутний момент на валах:

$$T_1 = \frac{9550 \cdot P_1}{n_1} = \frac{9550 \cdot 18,5}{1500} = 117,8 \text{ Нм} \quad (5.4.6)$$

$$T_1 = \frac{9550 \cdot P_1}{n_1} = \frac{9550 \cdot 17,6}{1250} = 134,5 \text{ Нм} \quad (5.4.7)$$

Вибираємо перетин паса малого шківa ГОСТ 1284.1-89: перетин с, діаметр шківa  $d_1 = 250$  мм,  $W_p = 19$  мм,  $W = 22$  мм,  $h = 14$  мм, площа перерізу  $A = 230$  мм<sup>2</sup>, розрахункова довжина  $L_p = 1250 \dots 10000$  мм, маса 1 м довжини 0,3 кг, діаметр шківa  $d_2$ :

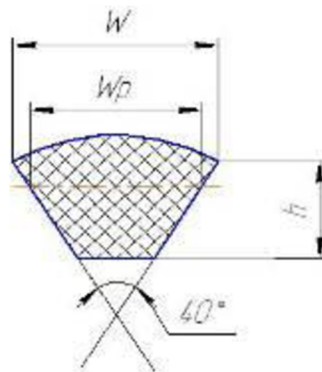


Рис. 5.4.1 Перетин клинового паса

$$d_2 = u \cdot d_1, \quad (5.4.8)$$

де  $u$  - передаточне відношення

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1500}{1250} = 1,2 \quad (5.4.9)$$

$$d_2 = 1,2 \cdot 250 = 292 \text{ мм}$$

Міжосьова відстань:

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h = 0,55 \cdot (250 + 292) + 14 = 312,1 \text{ мм} \quad (5.4.10)$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2 = 250 + 292 = 592 \text{ мм} \quad (5.4.11)$$

Конструктивно приймаємо = 815 мм

Визначаємо розрахункову довжину паса  $L_p$ :

$$L_p = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a} \quad (5.4.12)$$

$$L_p = 2 \cdot 815 + \frac{3,14}{2} \cdot (250 + 292) + \frac{(292 - 250)^2}{4 \cdot 815} = 2481,48 \text{ мм}$$

Приймаються стандартну довжину по ГОСТ 1284.1-89

$$L_p = 2500 \text{ мм}$$

За формулою визначаємо швидкість пасу, м/с:

$$v_p = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2 \cdot 1000} = \frac{157 \cdot 250}{2000} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (5.4.13)$$

Для установки і заміни пасів передбачаємо можливість зменшення міжосьової відстані на 2%, тобто на 16 мм, а для компенсації відхилень і подовжень під час експлуатації - можливість збільшення міжосьової відстані на 5,5%, тобто на 45 мм.

Визначимо кут обхвату пасу малого шківа:

$$\alpha = 180 - 57 \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{a} = 180 - 57 \cdot \frac{(292 - 250)}{815} = 117^\circ \quad (5.4.14)$$

Визначимо  $P_{\text{доп}}$  - допустима потужність на один клиновий або поліклиновий пас при заданих умовах роботи:

$$P_{\text{доп}} = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot C_L \cdot C_z, \quad (5.4.15)$$

де  $C_\alpha$  - коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату малого шківа:

$$C_\alpha = 1 - 0,003 \cdot (180 - \alpha) = 1 - 0,003 \cdot (180 - 117) = 0,991 \quad (5.4.16)$$

$C_p$  - коефіцієнт, що враховує вплив режиму роботи;

$C_L$  - коефіцієнт, що враховує вплив довжини пасу, приймають в залежності від ставлення розрахункової довжини  $L_p$  до базової довжині  $L_0$ , отже:

$$C_L = 0,3 \cdot \frac{L_p}{L_0} + 0,7 = 0,3 \cdot \frac{2500}{2240} + 0,7 = 1,0298 \quad (5.4.17)$$

Приймаємо  $C_L = 1,0$

$C_z$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по пасу ( $C_z = 0,95$ )

$$P_{\text{доп}} = 4 \cdot 0,991 \cdot 1,7 \cdot 1,03 \cdot 0,95 = 6,59 \text{ кВт}$$

Число пасів:

$$z = \frac{P}{P_{\text{доп}}} = \frac{18,5}{6,59} = 2,8, \quad (5.4.18)$$

де  $P = \text{кВт}$  - потужність електродвигуна.

Число пасів приймається  $z = 3$ .

Визначимо силу попереднього натягу одного клинового пасу:

$$F_{01} = \frac{780 \cdot P \cdot C_L}{v_p \cdot C_a \cdot C_p \cdot z} + q \cdot v_p^2, \quad (5.4.19)$$

де  $q$  - маса 1 м пасу.

Тоді:

$$F_{01} = \frac{780 \cdot 18,5 \cdot 1,03}{19,6 \cdot 0,991 \cdot 1,7 \cdot 3} + 0,3 \cdot 19,6^2 = 265,3 \text{ Н} \quad (5.4.20)$$

Сила діюча на вал:

$$F_n = 2 \cdot F_{01} \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 2 \cdot 265,3 \cdot 3 \cdot \sin \frac{117}{2} = 1391,25 \text{ Н} \quad (5.4.21)$$

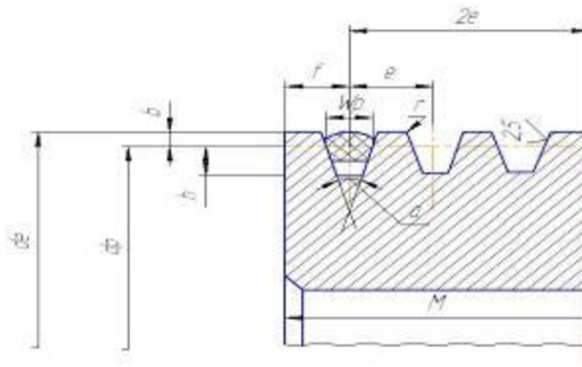
## 5.5 Розрахунок шківів

Шківні для клинових ременів виготовляють з чавуну, сталі, легких сплавів і не металевих матеріалів. Для виготовлення шківів беремо чавун С415. Його маточина може бути розташована симетрично щодо обода. Шків на валу встановлюється з натягом. На зовнішньому діаметрі шківів виконують канавки по ГОСТ 20889-88.

Зовнішній діаметр шківів:

$$d_e = d_p + 2 \cdot b, \quad (5.5.1)$$

де  $d_p$  - розрахунковий діаметр шківів, за яким визначають розрахункову довжину пасу,  $b$  - глибина канавки над розрахунковою шириною.



**Рис. 5.5.1 Шків**

Шків з діаметром  $d_p = 80.400$  мм виготовляють з диском і подовженою маточиною.

Вибираємо шків по перетину пасу с:  $W_p = 19$  мм;  $V_{\min} = 5,7$  мм;

$H_{\min} = 14,3$  мм;  $e = 25,5$  мм,  $z = 1,5$  мм,  $d_p = 236$  мм, ГОСТ 20889-88.

Тоді:

$$d_e = 236 + 2 \cdot 5,7 = 247,4 \text{ мм}$$

Приймаємо  $d_e = 250$  мм

Для кожного діаметра шківа і типу використовуваного пасу число канавок  $z$  вибирають в залежності від діаметру. Приймаємо  $z = 3$ .

Визначимо ширину шківа  $M$  за формулою:

$$M = (z - 1) \cdot e + 2 \cdot f = (3 - 1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17 = 85 \text{ мм (5.5.2)}$$

## 5.6 Підбір підшипників

Від способу кріплення підшипників на валу, довжини і жорсткості валу, виду мастильного матеріалу і способу змащування, способу монтажу і демонтажу підшипників, можливості регулювання самих підшипників, залежить конструкція опор валів. Від способу їх установки і фіксації валу в опорах, залежить нормальна робота підшипників.

Визначимо момент на валу, Н·м:

$$M = \frac{N}{\omega}, \quad (5.6.1)$$

де  $N$  – потужність електродвигуна;  $\omega$  - кутова швидкість вала.

$$M = \frac{18500}{131} = 141,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

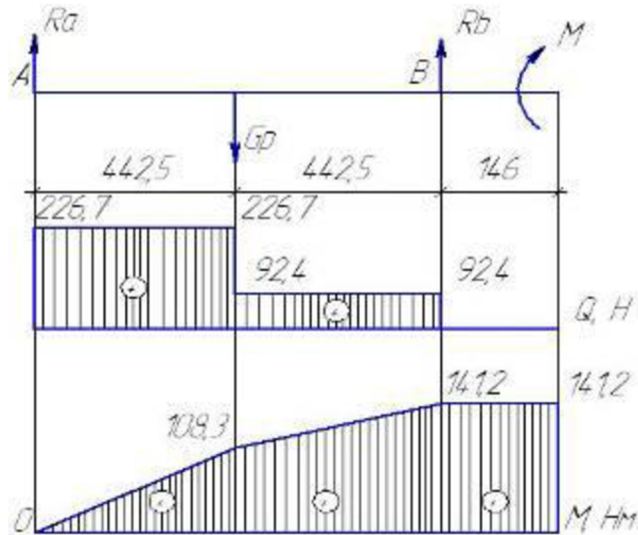


Рис. 5.6.1 Епюри моментів

$$\sum M_A = R_b \cdot 0,885 - G_p \cdot 0,4425 + M = 0 \quad (5.6.2)$$

$$R_b \cdot 0,885 = -81,77 \text{ Н}$$

$$R_b = \frac{-81,77}{0,885} = -92,4 \text{ , Н}$$

де  $G_p = 134,3 \text{ кг}$  - маса ротора дробарки.

$$\sum M_B = R_a \cdot 0,885 - G_p \cdot 0,4425 + M = 0 \quad (5.6.3)$$

$$R_b \cdot 0,885 = 59,43 + 141,2$$

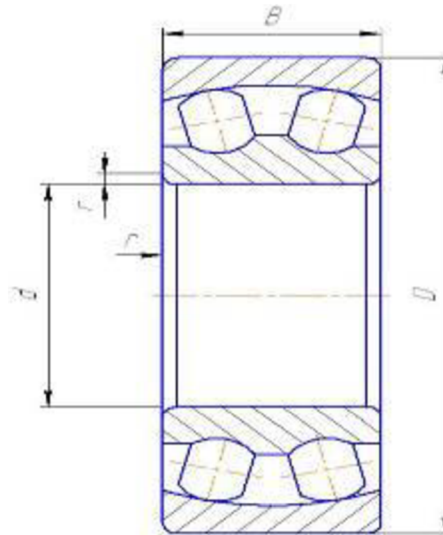
$$R_b \cdot 0,885 = 200,63 \text{ Н}$$

$$R_a = \frac{200,63}{0,885} = 226,7 \text{ Н}$$

Приймаються роликові радіально-сферичні двоядні (рис. 5.6.1), підшипники по ГОСТ 5721-75. [8] Тип 3000 з циліндричним отвором № 3614

$D = 70 \text{ мм}$ ,

$D = 150 \text{ мм}$ ,  $B = 51 \text{ мм}$ ,  $R = 3,5 \text{ мм}$ ,  $z = 270000 \text{ Н}$ ;  $c = 181000 \text{ Н}$ .



**Рис. 5.6.2** Загальний вид підшипника

Діаметр по доріжці кочення зовнішнього кільця, мм:

$$D_c = 0,9 \cdot D = 0,9 \cdot 150 = 135 \text{ мм (5.6.4)}$$

Діаметр борта внутрішнього кільця, мм:

$$d_r = 0,45 \cdot (D + d) = 0,45 \cdot (150 + 70) = 90 \text{ мм (5.6.5)}$$

Діаметр ролика, мм:

$$d_p = 0,25 \cdot (D - d) = 0,25 \cdot (150 - 70) = 20 \text{ мм (5.6.6)}$$

Довжина ролика, мм:

$$l_p = 0,36 \cdot B = 0,36 \cdot 51 = 18,36 \text{ мм (5.6.7)}$$

Еквівалентне динамічне навантаження:

$$P = (X \cdot V \cdot F_r) \cdot k_\sigma \cdot k_\tau, \text{ (5.6.8)}$$

де  $V = 1$  – внутрішнє обертове кільце,  $k_\sigma$ - коефіцієнт навантаження;

$k_\tau$ - температурний коефіцієнт, Н

$$P = (6,5 \cdot 1 \cdot 226,7) \cdot 1,3 \cdot 1 = 1915,6 \text{ Н (5.6.9)}$$

Визначимо довговічність підшипників годинах:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n_2} \cdot \left(\frac{c}{P}\right)^{3,33} = \frac{10^6}{60 \cdot 1250} \cdot \left(\frac{270000}{1915,6}\right)^{3,33} = 191080711,2 \text{ год (5.6.10)}$$

## 5.7 Підбір та перевірочний розрахунок муфти

Для передачі крутних моментів з пом'якшенням ударів за допомогою пружних гумових втулок, які надягаються на пальці, застосовують втулково-пальцеві муфти загального призначення.

На згин перевіряють пальці муфт, а гумові втулки – на зминання поверхні, яка дотикається пальців.

За крутним моментом підбирається муфта.

Обираємо пружну втулково-пальцеву муфту МУВП-5 ГОСТ 21424-75 з номінальним крутним моментом  $T = 125 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Умова міцності пальця на згин:

$$\sigma_{зг} = \frac{10 \cdot T_p \cdot l_n}{D_0 \cdot d_n^3 \cdot z} \leq [\sigma]_{зг}, \quad (5.7.1)$$

де  $\sigma_{зг}$  – найбільша напруга згину в небезпечному перерізі пальця,  $\text{Н}/\text{мм}^2$ ;  $T_p$  – розрахунковий момент,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ;  $D_0$  – діаметр кола, на якому розташовані пальці,  $\text{мм}$ ;  $z$  – кількість пальців;  $l_n$  – довжина пальця,  $\text{мм}$ ;  $d_n$  – діаметр пальця,  $\text{мм}$ .

$[\sigma]_{зг} = 80 \dots 90 \text{ Н}/\text{мм}^2$  – допустиме напруження на згин для пальців, при умові, що пальці зроблені з нормалізованої сталі 45.

$$\sigma_{зг} = \frac{10 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 106}{200 \cdot 10 \cdot 24^3} = 48 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq [\sigma]_{зг}$$

Умова міцності втулки на зминання:

$$\sigma_{зМ} = \frac{2 \cdot T_p}{D_0 \cdot d_n \cdot l_g \cdot z} \leq [\sigma]_{зМ}, \quad (5.7.2)$$

де  $l_g$  – довжина втулки,  $\text{мм}$ .

$[\sigma]_{зМ} = 1,8 \div 2,0 \text{ Н}/\text{мм}^2$  – допустиме напруження на зминання для гуми.

$$\sigma_{зМ} = \frac{2 \cdot 125 \cdot 10^3}{200 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 44} = 0,118 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq [\sigma]_{зМ},$$

З проведеного розрахунку можна зробити висновок, підібрана муфта витримає прикладений до неї крутний момент.

## 6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Конструкційні матеріали, які застосовуються в харчовому машинобудуванні при виготовленні деталей, для зберігання, приготування та транспортування продуктів харчування, зобумовлений наступними факторами, що є основними:

- Допустимий контакт з продуктами харчування;
- Економічна доцільність застосування;
- Вимоги до довговічності та надійності устаткування.

Ротор являється основним технологічним компонентом молоткової дробарки з робочими органами – молотками та декою.

Основним робочим органом дробарки є ротор, що являє собою вал з дисками набраними на ньому. Вал виготовляють з вуглецевих або легированих сталей. Якщо термообробка відсутня, то можна використовувати сталь Ст.5, а з термообробкою – сталь 40, 45, 40Х. Диски виготовляють з вуглецевих сталей.

При роботі дробарки має місце сильне зношування молотків, тому рекомендується виготовляти їх із сталей, які витримують зношення при роботі та з виконаною термообробкою до твердості HRC 40-45, щоб покращити роботу та довговічність.

З сталі 10 ГОСТ 1050-32 – виготовлено кріпильний матеріал (болти, гайки, шайби та ін.).

З чавуну виготовляються: кришки підшипників та корпус.

## 7. РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАРШРУТУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

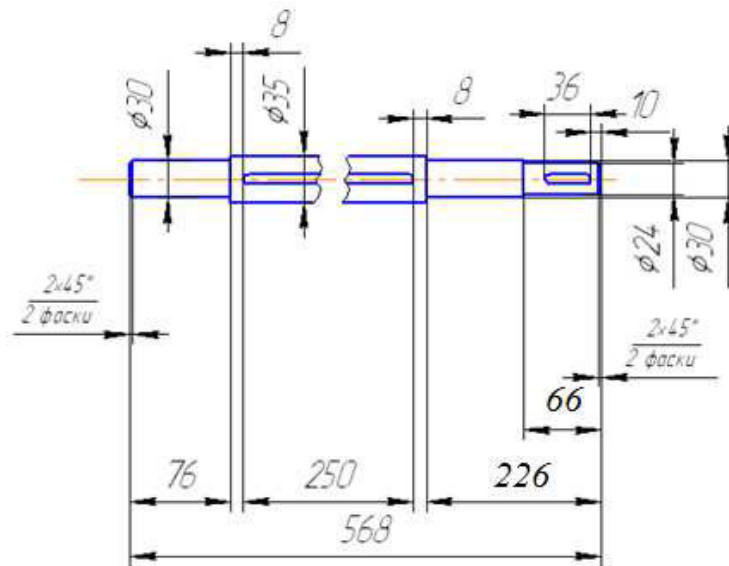
Всі машина складаються з частин, з яких деталь (елемент), що не має ніяких з'єднань є найпростішою. Комплекс деталей, що з'єднані між собою і являються самостійною частиною машини, називається вузлом. В залежності від конструктиву та кількості деталей у вузлах вони бувають різної складності.

Базовою деталлю або базовою групою називається деталь або вузол, з якого починається складання. Базова деталь визначає положення всіх інших складальних одиниць. Для полегшення процесу складання, користуються технологічними схемами складання, де умовно зображена послідовність процесу.

На кресленнях деталей відображені всі необхідні розміри, квалітети точності та відповідні параметрами шорсткості поверхонь. Також, вказано розташування поверхонь, розміри, параметри шорсткості і квалітет точності, що дає можливість обробляти деталь на універсальному обладнанні. Все це, дає можливість контролювати параметри поверхонь не знімаючи деталь з верстату при механічній обробці деталі. В процесі механічної обробки вводиться додаткова технологічна операція для утворення чистових технологічних баз – центрувальних отворів. Проставлені розміри погоджені з конструкторськими базами, що дає можливість використовувати стандартний вимірювальний інструмент. Взаємне розташування поверхонь дає можливість застосовувати стандартне технологічне обладнання та різальних інструмент. Конфігурація деталі та вибір матеріалу дає можливість отримати заготовку з мінімальними величинами припусків.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>						

## 7.1 Вибір заготовки



**Рис. 7.1 Ескіз вала**

«Вал», як деталь відноситься до класу – тіла обертання. Деталь виготовляють із матеріалу Сталь 5 за ГОСТ 14955-77 та габаритними розмірами  $\text{Ø}40 \times 572 \text{ мм}$ . Деталь «Вал» являє собою сукупність чотирьох зовнішніх циліндричних поверхонь, обмежених торцевими поверхнями.

Згідно конструктиву валу та особливостями його виготовлення, як заготовку взято прокат, розміри заготовки беремо з незначним припуском, який розраховано нижче.

## 7.2 Розрахунок припусків

Усі заготовки, що мають пройти механічну (слюсарну) обробку, виготовляють з припуском на розмір готової деталі (припуск на обробку).

Припуск – це шар металу, який знімається з поверхні заготовки для досягнення необхідної властивості поверхні, що обробляються (до властивостей деталі або її поверхні відносяться розміри, форма, твердість, шорсткість і т. д.)

Між операційні припуски мають важливе значення в процесі розробки технологічних операцій механічної обробки деталей. Правильний підбір між

операційних припусків на обробку заготовки забезпечує економію трудових та матеріальних ресурсів, якість продукції що випускається, знижує собівартість виробів та прискорює подальший розвиток машинобудівної галузі.

Вибираємо заготовку з прокату  $\varnothing 40$ .

Припуск на підрізання торців становить 2 мм.

Отже, заготовка являє собою  $\varnothing 40$  мм і довжиною 572 мм.

Розрахунок загального припуску заготовки ведемо за найточнішим розміром  $\varnothing 30k6$ .

Припуск на чистове шліфування:

$$2 \cdot Z_{4\min} = 2 \cdot (R_{z_3} + D_3 + \sqrt{T_{\text{пр}_3}^2 + E_{y4}^2}), \quad (7.2.1)$$

де  $R_{z_3}, D_3, T_{\text{пр}_3}$  - висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому шліфуванні;  
 $E_{y4}$  - похибка установки деталі під час чистового шліфування.

$$R_{z_3} = 5 \text{ мкм}, D_3 = 10 \text{ мкм}$$

При установленні деталі в центрах:

$$T_{\text{пр}_3} = 0 \text{ мкм}, E_{y4} = 0$$

Тоді:

$$2 \cdot Z_{4\min} = 2 \cdot (5 + 10 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 60 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{4\max} = 2 \cdot Z_{4\min} + T_3 - T_4, \quad (7.2.2)$$

де  $T_3$  - допуск при чорновому шліфуванні ( $T_3 = IT8 = 46 \text{ мкм}$ );  $T_4$  - допуск при чистовому шліфуванні ( $T_4 = IT6 = 19 \text{ мкм}$ ).

$$2 \cdot Z_{4\max} = 60 + 46 - 19 = 87 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{4\text{ном.}} = \frac{2 \cdot Z_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min}}{2} \quad (7.2.3)$$

$$2 \cdot Z_{4\text{ном.}} = \frac{87 + 60}{2} = 73,5 \text{ мкм}$$

Припуск на чорновому шліфуванні:

$$2 \cdot Z_{3\min} = 2 \cdot (R_{z_2} + D_2 + \sqrt{T_{\text{пр}_2}^2 + E_{y3}^2}), \quad (7.2.4)$$

де  $R_{z_2}, D_2, T_{\text{пр}_2}$  - висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових відхилень при чорновому шліфуванні;

$E_{y3}$  - похибка установки деталі під час чорнового шліфування.

$$R_{z_2} = 25 \text{ мкм}, D_2 = 25 \text{ мкм}$$

При установленні деталі в центрах:

$$T_{\text{пр}_2} = 0 \text{ мкм}, E_{y3} = 0$$

Тоді:

$$2 \cdot Z_{3\min} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 100 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{3\max} = 2 \cdot Z_{3\min} + T_2 - T_3, \quad (7.2.5)$$

де  $T_2$  - допуск при чистовому точінні ( $T_2 = IT11 = 190 \text{ мкм}$ ).

$$2 \cdot Z_{3\max} = 100 + 190 - 46 = 244 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{3\text{ном.}} = \frac{2 \cdot Z_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min}}{2} \quad (7.2.6)$$

$$2 \cdot Z_{3\text{ном.}} = \frac{244 + 100}{2} = 172 \text{ мкм}$$

Припуск на напівчисте точіння:

$$2 \cdot Z_{2\min} = 2 \cdot (R_{z_1} + D_1 + \sqrt{T_{\text{пр}_1}^2 + E_{y2}^2}), \quad (7.2.7)$$

де  $R_{z_1}, D_1, T_{\text{пр}_1}$  - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновому точінні;

$E_{y2}$  - похибка установки деталі при напівчистому точінні.

$$R_{z_1} = 50 \text{ мкм}, D_1 = 50 \text{ мкм}$$

При установленні деталі в патроні з центром:

$$T_{\text{пр}_1} = 100 \text{ мкм}, E_{y2} = 0$$

Тоді:

$$2 \cdot Z_{3\min} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 200 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{2\max} = 2 \cdot Z_{2\min} + T_1 - T_2, \quad (7.2.8)$$

де  $T_1$  - допуск при чорновому точінні ( $T_2 = IT14 = 740 \text{ мкм}$ ).

$$2 \cdot Z_{2\max} = 200 + 740 - 190 = 750 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot Z_{2\text{ном.}} = \frac{2 \cdot Z_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min}}{2} \quad (7.2.9)$$

$$2 \cdot Z_{2\text{ном.}} = \frac{750 + 200}{2} = 475 \text{ мкм}$$

### 7.3 Технологічний маршрут виготовлення валу

Розроблений в дипломному проекті технологічний маршрут має буде оптимальний згідно техніко-економічних показників з врахуванням типу виробництва, матеріалу деталі, аналізу на технологічність та представлений у пояснюючій записці у вигляді додатку №6.

### 7.4 Розрахунок операції

Токарна операція

Перехід 30.1

Точити  $\varnothing 35$  на  $L = 492 \text{ мм}$ . Пов. 1.

Приймаємо глибину різання:

$$t = \frac{40 - 35}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,5 \dots 0,6 \text{ мм/об}$ . Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,5 \text{ мм/об}$ .

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} \quad (7.4.1)$$

$$V = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 161,88 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} \quad (7.4.2)$$

$$n_B = \frac{1000 \cdot 161,88}{3,14 \cdot 40} = 1288,85 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата  
 $n_B = 1000 \text{ об/хв}$ .

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} \quad (7.4.3)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 125,6 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l_{\text{дет}} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (7.4.4)$$

де  $l_{\text{дет}}$  - довжина деталі ( $l_{\text{дет}} = 492 \text{ мм}$ );  $l_1$  - підвід інструменту  
 ( $l_1 = 2 \text{ мм}$ );

$l_2$  - врізання інструменту ( $l_2 = 0 \text{ мм}$ );  $l_3$  - перебіг інструменту ( $l_3 = 0 \text{ мм}$ ).

час на виконання

$$L = 492 + 2 = 494 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} \quad (7.4.5)$$

$$t_0 = \frac{494}{1000 \cdot 0,5} = 0,988 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3, \quad (7.4.6)$$

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

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$  - допоміжний час на зміну частоти обертів  
 шпинделя і подачі;  $t_3 = 0 \text{ хв}$  - заміна різця.

$$t_d = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

Перехід 30.2

Точити  $\varnothing 30$  на  $L = 226 \text{ мм}$ . Пов. 2.

Приймаємо глибину різання:

$$t = \frac{35 - 30}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,5 \dots 0,6$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} \quad (7.4.7)$$

$$V = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 161,88 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} \quad (7.4.8)$$

$$n_B = \frac{1000 \cdot 161,88}{3,14 \cdot 35} = 1472,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 1400$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} \quad (7.4.9)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1400}{1000} = 153,86 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l_{\text{дет}} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (7.4.10)$$

де  $l_{\text{дет}}$  - довжина деталі ( $l_{\text{дет}} = 226$  мм);  $l_1$  - підвід інструменту ( $l_1 = 2$  мм);  
 $l_2$  - врізання інструменту ( $l_2 = 0$  мм);  $l_3$  - перебіг інструменту ( $l_3 = 0$  мм).

$$L = 226 + 2 = 228 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} \quad (7.4.11)$$

$$t_0 = \frac{228}{1400 \cdot 0,5} = 0,326 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3, \quad (7.4.12)$$

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

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;  $t_3 = 0$  хв - заміна різця.

$$t_d = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

Перехід 30.3

Точити  $\varnothing 24$  на  $L = 66$  мм. Пов. 3.

Приймаємо глибину різання:

$$t = \frac{30 - 24}{2} = 3 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,5 \dots 0,6$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} \quad (7.4.13)$$

$$V = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 100,1 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} \quad (7.4.14)$$

$$n_B = \frac{1000 \cdot 100,1}{3,14 \cdot 30} = 1061,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 1000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} \quad (7.4.15)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1061,6}{1000} = 100 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l_{\text{дет}} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (7.4.16)$$

де  $l_{\text{дет}}$  - довжина деталі ( $l_{\text{дет}} = 66 \text{ мм}$ );  $l_1$  - підвід інструменту ( $l_1 = 2 \text{ мм}$ );  
 $l_2$  - врізання інструменту ( $l_2 = 0 \text{ мм}$ );  $l_3$  - перебіг інструменту ( $l_3 = 0 \text{ мм}$ ).

$$L = 66 + 2 = 68 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} \quad (7.4.17)$$

$$t_0 = \frac{68}{1061,6 \cdot 0,5} = 0,128 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3, \quad (7.4.18)$$

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

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$  - допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;  $t_3 = 0 \text{ хв}$  - заміна різця.

$$t_d = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} \quad (7.4.19)$$

$$T_0 = 0,988 + 0,326 + 0,128 = 1,442 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_d = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} \quad (7.4.20)$$

$$T_d = 2 \cdot 0,45 + 0,21 + 0,21 + 0,21 = 1,53 \text{ хв}$$

Для установлення деталей масою до 40 кг в кулачках з нерухомим люнетом з центром задньої бабки:

$$t_y = 0,45$$

Операційний час:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_d \quad (7.4.21)$$

$$T_{\text{оп}} = 1,442 + 1,53 = 2,972 \text{ хв}$$

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

$$T_{об} + T_{п.п} = \frac{(2,5 + 4,0) \cdot T_{оп}}{100} = \frac{6,5 \cdot 2,972}{100} = 0,193 \text{ хв}$$

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п} \quad (7.4.22)$$

$$T_{шт} = 2,972 + 0,193 = 3,165 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (7.4.23)$$

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

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

Перехід 40.1

Точити  $\varnothing 30$  на  $L = 76$  мм. Пов. 1.

Приймаємо глибину різання:

$$t = \frac{40 - 30}{2} = 5 \text{ мм}$$

Подача  $S = 0,5 \dots 0,6$  мм/об. Звіряємо з паспортними даними верстата і приймаємо  $S = 0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} \quad (7.4.24)$$

$$V = \frac{327}{60^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} = 138,56 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_3} \quad (7.4.25)$$

$$n_B = \frac{1000 \cdot 138,56}{3,14 \cdot 40} = 1103,2 \text{ об/хв}$$

Приймаємо ближчу меншу частоту обертів шпинделя верстата  $n_B = 1000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_B}{1000} \quad (7.4.26)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1103,2}{1000} = 138,56 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = l_{\text{дет}} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (7.4.27)$$

де  $l_{\text{дет}}$  - довжина деталі ( $l_{\text{дет}} = 76 \text{ мм}$ );  $l_1$  - підвід інструменту ( $l_1 = 2 \text{ мм}$ );

$l_2$  - врізання інструменту ( $l_2 = 0 \text{ мм}$ );  $l_3$  - перебіг інструменту ( $l_3 = 0 \text{ мм}$ ).

$$L = 76 + 2 = 78 \text{ мм}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_0 = \frac{L}{n_B \cdot S} \quad (7.4.28)$$

$$t_0 = \frac{78}{1000 \cdot 0,5} = 0,156 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3, \quad (7.4.29)$$

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

$t_2 = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;  $t_3 = 0 \text{ хв}$  - заміна різця.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum_1^i t_{0i} \quad (7.4.30)$$

$$T_0 = 0,156 \text{ хв}$$

Допоміжний час:

$$T_d = 2 \cdot t_y + \sum_1^i t_{\Delta i} \quad (7.4.31)$$

$$T_d = 2 \cdot 0,45 + 0,21 = 1,11 \text{ хв}$$

Для установлення деталей масою до 40 кг в кулачках з нерухомим люнетом з центром задньої бабки:

$$t_y = 0,45$$

Операційний час:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_d \quad (7.4.32)$$

$$T_{\text{оп}} = 0,156 + 1,11 = 1,266 \text{ хв}$$

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

$$T_{\text{об}} + T_{\text{п.п}} = \frac{(2,5 + 4,0) \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{6,5 \cdot 1,266}{100} = 0,08 \text{ хв}$$

Штучний час становить:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{п.п}} \quad (7.4.33)$$

$$T_{\text{шт}} = 1,266 + 0,08 = 1,346 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$$T_k = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{\square}, \quad (7.4.34)$$

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

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

## 8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ, РЕМОНТУ

### 8.1 Монтаж

Машини постачаються у зібраному вигляді. Встановлюється її на фундамент за рівнем і відвісом і закріплюється чотирма фундаментними болтами М20. Кінцеву затяжку болтів проводять після заливки гнізд фундаменту бетоном і його затвердіння. Після заливки масла в редуктор і змащення частин, що труться, згідно карти змащення, машину випробовують на холостому ходу. Всі частини які обертаються мають працювати плавно, без шуму, не зачіпатись один за одного і перегріватись.

Монтаж машини виконується на основі, яка надійно захищає її від зовнішнього вібраційного впливу, а сусіднє обладнання – від зовнішнього впливу щойно змонтованої (маса фундаменту має бути достатньою для компенсації вібрацій, що можуть виникнути при роботі дробарки).

Монтаж машини здійснюється в такій послідовності:

- Розмістити і зробити по відміткам отвори в підлозі для закріплення машини. Заздалегідь необхідно передбачити, щоб відстань від колони, стін приміщення або іншого обладнання до машини було не менше 1000 мм, це необхідно для того, щоб відчиняти двері та проводити операції очистки та обслуговування;
- Встановити машину на перекритті за рівнем та закріпити анкерними болтами;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>	

- Приєднати самопливи для кісток;
- Приєднати аспіраційний повітропровід;
- Заземлити машину за допомогою заземлюючого кабелю;
- Перевірити кріплення деки, корпусу, двигуна до плити, підшипників;
- Перевірити натяг та стан приводних ременів;
- Перевірити правильність напрямку обертання ротора. Обертання має бути проти годинникової стрілки, якщо дивитися зі сторони завантажуючого пристрою;
- При обкатці впевнитися у відсутності сторонніх шумів;
- По завершенню обкатки зупинити машину, ліквідувати всі виявлені недоліки.

## 8.2 Пуск і наладка

Запуск машини здійснюється в наступному порядку:

- увімкнути електродвигун машини;
- увімкнути систему аспірації;
- забезпечити подачу сировини в машину.

При роботі дробарки під навантаження потрібно забезпечити:

- рівномірну подачу продукту на ротор;
- рівномірне обертання ротора;
- відсутність забиття деки.

Перед пуском необхідно:

- перевіряти затяжку усіх різьбових з'єднань;
- перевіряти відсутність сторонніх речей всередині машини, для чого ротор прокручується вручну;

- коли переконались, що всі різьбові з'єднання затягнуті, інструменти та інші сторонні тіла відсутні, можна запускати машину на холостому ході.

Провести обкатку машини на холостому ході.

### 8.3 Експлуатація

Перед початком роботи пересвідчитись у відсутності сторонніх предметів в завантажувальній чаші і правильності напрямку обертання шнека.

Спочатку вмикають електродвигун та витримують пусковий момент (до 1 хв.), до того часу поки ротор не набере номінальну швидкість обертання, і тільки після цього завантажують матеріал.

матеріал завантажують в дробарку рівномірно по ширині приймального отвору і за часом, щоб забезпечити максимальну продуктивність дробарки і більш рівномірний по крупності продукт. Тому перед молотковими дробарками часто стоять живильники.

Щоб запобігти виліт шматків з приймального отвору передбачено закриті зверху коробки, вхід матеріалу в які має штору з ланцюгів або конвеєрних стрічок. Ці ж коробки також слугують як укриття для відсмоктування пилу, що викидається через приймальний отвір. Курний потік не виходить з дробарки, і запиленість приміщення не перевищує санітарної норми.

Рівень шуму в безпосередній близькості від працюючої молоткової дробарки вище санітарних норм (перевищує 102-104 дБ). Тому встановлювати дробарку потрібно так, щоб поруч не було постійних робочих місць.

## 8.4 Ремонт

Для ремонту або заміни запасних частин застосовуються лише деталі заводу виготовлювача, після закінчення гарантійного терміну, можливе встановлення деталей інших виробників, або власно виготовлених в механічних майстернях. Серйозні неполадки машини повинні ліквідуватись тільки спеціалістом - слюсарем.

Обертання ротора на великій швидкості та значні відцентрові сили, що виникають при цьому, вимагають ретельного балансування всіх обертових деталей. Балансування обов'язково проводять при виготовленні дробарки і

періодично перевіряється під час роботи. Балансування може порушуватися в наслідок зношування молотків. Під час ремонту, молотки на яких виявлені тріщини, замінюються. Заварювання тріщин не забезпечує належної міцності і в якійсь мірі порушує балансування. При експлуатації дробарок балансування можна перевірити за допомогою вібровимірювального приладу.

В процесі експлуатації машини можуть виникати різного роду неполадки, для усунення яких треба прийняти необхідні заходи, щоб не допустити можливого виходу її з ладу. Обслуговування дробарки проводиться при повній зупинці дробарки.

Несправності та способи їх усунення представлені в додаткові №7

### Розрахунок основних параметрів ремонту

Дробарка відноситься до IV групи обладнання в залежності від тривалості ремонтного циклу. Тому категорія ремонтної складності R=3,2.

Структура ремонтного циклу:

**K-O-O-O-O-O-П1-O-O-O-O-O-C-O-O-O-O-O-П2-O-O-O-O-O-K**

Категорії складності ремонту та норми часу на ремонтні роботи представлені в додатку №8

Трудомісткість ремонту дробарки:

$$t_p = T_p \cdot R, \quad (8.4.1)$$

де  $T_p$  – норма трудомісткості ремонту в люд.год. на одну умовну одиницю.

$$t_p = (111,0 + 55,7 + 14,1) \cdot 3,2 = 578,56 \text{ люд.год.}$$

Трудомісткість ремонтного циклу машини:

$$t_{p.ц.} = R(35 + 17,4 \cdot \sum C + 4,4 \cdot \sum \Pi + 0,6 \sum O) \quad (8.4.2)$$

$$t_{p.ц.} = 3,2(35 + 17,4 + 4,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20) = 234,24 \text{ люд.год.}$$

Необхідна кількість чергових слюсарів для міжремонтного обслуговування:

$$Ч_{м.о.} = \frac{\sum R}{D}, \quad (8.4.3)$$

де  $Ч_{м.о.}$  - число явочних робітників, необхідне для забезпечення міжремонтного обслуговування в змінну;  $\sum R$  - сума ремонтних одиниць обслуговуючого обладнання;  $D$  - норма міжремонтного обслуговування в умовних ремонтних одиницях на одного робітника в змінну.

$$Ч_{м.о.} = \frac{3,2}{500} = 0,006 \text{ люд./зміну}$$

Необхідна середньорічна кількість явочних робітників:

$$Ч_p = \frac{(T_{рк} \cdot \sum R_K + T_{рс} \cdot \sum R_C + T_{рп} \cdot \sum R_{\Pi} + T_{ро} \cdot \sum R_O) \cdot K_H}{\Phi}, \quad (8.4.4)$$

де  $T_{рк}$ ,  $T_{рс}$ ,  $T_{рп}$ ,  $T_{ро}$  - норми трудомісткості на одну ремонтну одиницю для капітального, середнього, поточного ремонту і огляду в люд.год.;  $\sum R_K$ ,  $\sum R_C$ ,  $\sum R_{\Pi}$ ,  $\sum R_O$  - загальна річна кількість ремонтних одиниць при капітальних, середніх, поточних ремонтах і оглядах;  $K_H$  – коефіцієнт

виконання норм часу, досягнутий у попередньому році;  $\Phi$  – ефективний річний фонд часу робітника в годину.

$$\Phi_p = \frac{(3,2 \cdot 1 \cdot 111 + 3,2 \cdot 1 \cdot 55,7 + 3,2 \cdot 2 \cdot 14,1 + 3,2 \cdot 20 \cdot 6,0) \cdot 0,9}{2000} = 0,45 \text{ люд.год.}$$

Тривалість ремонту обладнання:

$$A = \frac{T_p \cdot R \cdot K_H}{B \cdot T_C \cdot C}, \quad (8.4.5)$$

де  $T_p$  – норма трудомісткості ремонту в люд.год. на одну умовну одиницю;  $R$  – категорія ремонтної складності;  $T_C$  – тривалість зміни в годинах;  $C$  – змінність роботи на ремонті даного обладнання;  $K_H$  – коефіцієнт виконання норм часу.

$$A = \frac{35 \cdot 3,2 \cdot 0,9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 6,3 \text{ зміни}$$

$$A = \frac{24 \cdot P_p \cdot R}{T_C}, \quad (8.4.6)$$

де  $P_p$  – норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю.

$$A = \frac{24 \cdot 0,8 \cdot 3,2}{8} = 7,68 \text{ змін}$$

Тривалість в місяцях міжремонтних періодів:

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum \Pi + 1}, \quad (8.4.7)$$

де  $P_{pc}$  – ремонтний цикл, місяці;  $C$  – число середніх ремонтів в ремонтному циклі;  $\Pi$  – число поточних ремонтів в ремонтному циклі.

$$P_{mp} = \frac{36}{1 + 2 + 1} = 9 \text{ міс.}$$

Тривалість в місяцях міжоглядових періодів:

$$P_{mo} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum \Pi + \sum O + 1}, \quad (8.4.8)$$

де  $\sum O$  – число оглядів в ремонтному циклі.

$$P_{mo} = \frac{36}{1 + 2 + 20 + 1} = 1,5 \text{ міс.}$$

Категорія складності ремонту для дробарки БДМ-400:

$$R = 3,2$$

З таблиці 8.3 знаходимо норми трудомісткості ремонтів і оглядів на одну умовну одиницю:

Норми трудомісткості ремонтів і оглядів на одну умовну одиницю представлені в додатку №9

Тоді трудомісткість капітального ремонту:

$$T_k = a_k \cdot n_k \cdot R \quad (8.4.9)$$

$$T_k = 35,0 \cdot 1 \cdot 3,2 = 112,0 \text{ год.}$$

Трудомісткість середнього ремонту:

$$T_c = a_c \cdot n_c \cdot R \quad (8.4.10)$$

$$T_c = 17,4 \cdot 1 \cdot 3,2 = 55,7 \text{ год.}$$

Трудомісткість поточного ремонту:

$$T_n = a_n \cdot n_n \cdot R \quad (8.4.11)$$

$$T_n = 4,4 \cdot 2 \cdot 3,2 = 28,2 \text{ год.}$$

Трудомісткість огляду:

$$T_o = a_o \cdot n_o \cdot R \quad (8.4.12)$$

$$T_o = 0,6 \cdot 20 \cdot 3,2 = 38,4 \text{ год.}$$

Річна трудомісткість ремонтів та оглядів:

$$T_p = T_k + T_c + T_n + T_o \quad (8.4.13)$$

$$T_p = 112 + 55,7 + 28,2 + 38,4 = 234,3 \text{ год.}$$

Трудомісткість слюсарних та станочних робіт при огляді:

$$P_{сл} = 0,6 \cdot 20 \cdot 3,2 = 38,4 \text{ нормо – год.}$$

$$P_{ст} = 0 \cdot 20 \cdot 3,2 = 0 \text{ нормо – год.}$$

Трудомісткість слюсарних та станочних робіт при поточному ремонті:

$$P_{сл} = 3,0 \cdot 2 \cdot 3,2 = 19,2 \text{ нормо – год.}$$

$$P_{ст} = 0,9 \cdot 2 \cdot 3,2 = 5,8 \text{ нормо – год.}$$

Трудомісткість слюсарних та станочних робіт при середньому ремонті:

$$P_{сл} = 12,0 \cdot 1 \cdot 3,2 = 38,4 \text{ нормо – год.}$$

$$P_{ст} = 3,6 \cdot 1 \cdot 3,2 = 11,5 \text{ нормо – год.}$$

Трудомісткість інших видів робіт:

$$P_{\text{пр}} = 234,3 - [(38,4 + 19,2 + 38,4) + (0 + 5,8 + 11,5)] = 113,3 \text{ нормо} - \text{год.}^{69}$$

Графік ППР представлений в додаткові №10

## 9. ОПИС СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Автоматизація виробничих процесів м'ясопереробних підприємств є досить актуальним напрямом модернізації обладнання. Постійно вдосконалюються старі та впроваджуються нові машини та обладнання, які в основному працюють автоматично, без участі людини.

На даний момент ще багато операцій виконується вручну, без використання засобів автоматизації та механізації. Тому виникає необхідність автоматизації виробничих процесів з метою підвищення продуктивності праці та полегшення роботи з обладнанням.

Автоматизація лінії виробництва м'ясо-кісткового борошна даного устаткування дасть змогу швидше реагувати на зупинки в роботі завдяки встановленим приладам та сигналізації. Завдяки цьому підвищиться практична продуктивність праці, підвищиться час корисної дії більшості механізмів.

Всі прилади та засоби автоматизації є простими та доступними, що робить розроблену схему реальною для впровадження.

Даний розділ виконується у відповідності із схемами виробництва і передбачає оснащення основного обладнання засобами контролю і автоматизації, які дозволяють найбільш повно задовольнити потреби технології та техніки безпеки, а також збільшити продуктивність праці і забезпечити зручність праці обслуговуючого персоналу.

Вибір і розміщення засобів автоматизації на основі:

- завдання суміжних підрозділів на автоматизацію виробництва;
- даних науково – дослідних і проектних інститутів, досвіду експлуатації подібних установок і системи керування;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>						

## Автоматизація молоткової дробарки

Молоткові дробарки, широко використовуються в агропромисловому комплексі для подрібнення продуктів. Механізми дробарки приводяться в дію асинхронними двигунами, які працюють в тривалому режимі та запускаються за допомогою магнітних пускачів.

При використанні нерегульованих двигунів виникають певні недоліки дроблення:

- в подрібненому матеріалі знаходиться велика кількість пилоподібних фракцій;
- за рахунок наявності циркулюючого навантаження в дробильній камері, збільшується енергоспоживання двигуна;
- пилоподібна фракція, погано впливає на засвоєння комбікорму тваринами.

Використання частотних перетворювачів, є одним з технологічних рішень, що дозволяє усунути в значній мірі існуючу нестачу дробарок.

При збільшенні подачі продукту в дробарку, відбувається зміна якості вихідного матеріалу. Одним з недоліків в дробарках, є використання нерегульованих двигунів, оскільки вимагає постійного контролю з боку оператора за подачою продукту, а також якості помелу в процесі роботи.

Використання частотного перетворювача в подрібнювачі дають деякі переваги:

- механічні навантаження на двигун при пуску, знижуються;
- забезпечується захист від перевантажень, короткого замикання і перенапруги електродвигуна;
- по споживаному струму здійснюється контроль завантаження дробарки (значення споживаного струму відображається на дисплеї перетворювача частоти або зовнішньому вимірнику).

Отже: використання частотних перетворювачів забезпечує більш широкий діапазон подрібнення матеріалу, так як перевантаження подрібнювача виключається.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ

### Закон України «Про охорону праці»

Закон «Про охорону праці» був прийнятий в Україні 21 листопада 2002 року та «Кодекс законів про працю в Україні» дані закони є базовими з охорони праці, на яких вибудовується всі відносини між працівниками та роботодавцями. Дані закони доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативи акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми, положення статуту, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов’язкових для виконання усіма установами і працівниками України.

### Аналіз виробничого травматизму

Розроблення заходів до запобігання, є метою дослідження виробничого травматизму. Причини нещасних випадків на підприємстві, необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх. Існує багато методів вивчення виробничого травматизму, статистичний, монографічний та економічний дані методи є найпоширенішими та взаємодоповнюючими.

### Інструктажі

Відповідно до закону «Про охорону праці та постанови Кабінету Міністрів України від 27 січня 1998 року №64», розроблено положення про навчання, інструктажі та перевірку знань працівників з питань охорони праці. про заходи щодо виконання за яким Працівники допускаються до самостійної роботи після вступного інструктажу, навчання, перевірки теоретичних знань, первинного інструктажу відповідно до Закону України «Про охорону праці».

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>						

За характером проведення та часом інструктажі можуть бути: цільові, позапланові, вступні, первинні, повторні. Всіх кого приймають на роботу, незалежно від їх освіти, стану роботи чи посади вступний інструктаж є обов'язковий для усіх. Вступний інструктаж має за мету ознайомити правилам поведінки на виробничій території та з особливостями специфіки підприємства та виробничого місця. Начальник цеху або майстер зобов'язаний провести первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці.

З усіма працівниками проводиться повторний.

Один раз на квартал на роботах із підвищеною небезпекою.

Позаплановий при порушенні робітниками вимог безпеки праці, які можуть привести або вже привели до травм, аварій, при зміні правил ОП технологічного процесу, заміни або модернізації обладнання, та обов'язків працівників.

### **Фінансування робіт з охорони праці**

Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем відповідно до, Закону про охорону праці (стаття 19. Фінансування охорони праці).

Витрати на охорону праці мають становити не менше 0,5 відсотка від суми реалізованої продукції, для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю.

За рахунок ФОП (оплати праці) і штрафів, здійснюється фінансування заходів по охороні праці підприємством. дані кошти мають використовуватися в трьох основних напрямках: компенсації в зв'язку з шкідливими умовами праці впровадження заходів щодо поліпшення умов праці, і відшкодування наслідків шкідливої дії умов праці на робітника.

### Санітарні умови на дільниці

Підвищена температура повітря і кістковий пил є основними шкідливими факторами в даному виробництві. За рахунок погано організованої вентиляції та аспіраційної системи відбувається можливе підвищення концентрації кісткового пилу при просіюванні (бмг/м). Подрібнення є основним джерелом виникнення великої кількості пилу .

Правильна організація вентиляційної системи є основним методом боротьби з підвищенням температури повітря.

### Метеорологічні умови

Температура повітря в приміщенні °С, відносна вологість повітря %, швидкість повітря м/с, теплове випромінювання Вт/м дані параметри визначають метеорологічні умови виробничих приміщень. Метеорологічні умови наведені в додаткові №1 іі відповідають санітарно-гігієнічним нормам праці .

### Теплове випромінювання

Основними джерелами теплового випромінювання в виробництві жиру є віброекстрактор та двигуни. Передача теплоти випромінюванням залежить від температури поверхні тіла.

Методи захисту людей від температурних впливів та теплового випромінювання умовно поділяють на загальні, які забезпечують спеціальний захист від цих шкідливостей, та окремі, що забезпечують захист однієї з них. Основні методи захисту – теплоізоляція та охолодження гарячих поверхонь; екранування; застосування вентиляції, повітряних оазисів та душування; засоби індивідуального захисту; організація раціонального режиму праці і відпочинку.

### Освітлення

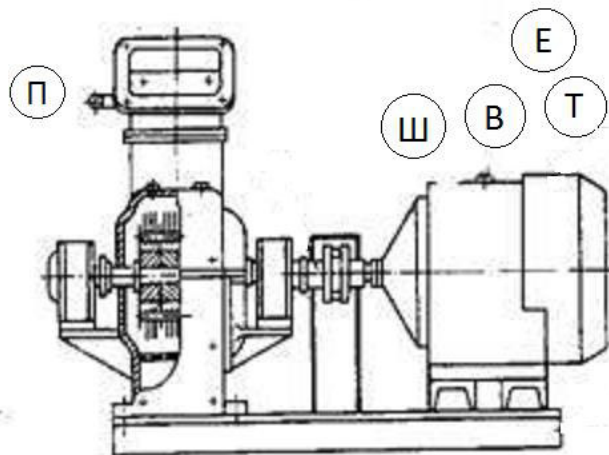
Відповідно вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» освітлення в даному цеху, а також на території підприємства повинно

відповідати баним вимогам. Зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму сприяє, Рациональне освітлення виробничого приміщення.

Комбінованим освітленням обладнаний виробничий цех. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується в денні часи і в нічний час, як додаткове. Лампи накаливання використовують для освітлення побутових приміщень, а світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40 використовують для освітлення варильного цеху .

Світильники аварійного освітлення повинні бути включені на протязі всього часу горіння. крім робочого освітлення яке передбачене та мали відмітні знаки. Аварійне освітлення повинно забезпечувати на робочих місцях не менше 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення та для продовження роботи. Для евакуації людей аварійне освітлення повинно забезпечувати на сходах в приміщенні і на полу основних проходів і не менше 5лк.

Освітленість відповідає нормам освітленості на робочих місцях та допоміжних приміщень і наведена в додаткові №12



**Рис. 10.1 Шкідливі та небезпечні фактори при роботі машини для  
подрібнення БДМ**

## **Шум, вібрації та методи боротьби з ними**

Шуми механічного і аеродинамічного походження являються відповідно за походженням шумами, вібрації. Частоти шумів яких лежать в діапазоні 16...20000Гц, та які спроможні сприймати людське вухо обумовлюються механічними коливаннями в пружних середовищах і тілах,.

Електродвигуни, дробарка, сепаратори, дробильно-просівний вібраційний агрегат, дане технологічне обладнання є джерелами шуму. Внаслідок стаціонарних або нестаціонарних процесів в газах виникає шум аеродинамічного походження. Робота вентиляційних систем повітродувок, супроводжується шумом аеродинамічного походження. Покращення конструкцій машин і обладнання є найбільш радикальний спосіб усунення шуму або використання шумоізоляції, звукопоглинання та інших заходів. Навушники, беруші та інші засоби індивідуального захисту використовують для особистого захисту працівників.

Через фундамент і підлогу передається людині вібрація від деталей обладнання, що швидко обертаються. Рівні вібрації перевищують гігієнічні норми, від встановлених норм стандартів, при нормально збалансованому обладнанні показує, аналіз параметрів на робочих місцях.

### **Електробезпека**

Недоліки в конструкції обладнання нерідко бувають причинами електротравм. Незадовільна організація робочих місць і незадовільний інструктаж, також є частою причиною електротравм. Повинні бути заземленні, всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, або які можуть бути під напругою, при пошкодженні ізоляції, з метою захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом.

При виникненні однофазного замикання на землі в мережі 380 В виконано захисне відключення, яке забезпечує автоматичне миттєве відключення всіх фаз, або полюсів аварійної ділянки електромережі.

Необхідно заземлити металеві частини обладнання, які можуть в результаті аварії опинитися під напругою., Шляхом прокладання кабелів на висоті не менше двох метрів, здійснений захист кабелів від механічних пошкоджень.

Для експлуатації і ремонту обладнання, відповідним спецодягом, взуттям а також захисними засобами що відповідають стандартам забезпечується кожний працюючий на підприємстві. Окуляри, респіратори, запобіжні пояси, діелектричні рукавиці, ізолюючі шланги та плоскогубці відносяться, до індивідуальних захисних засобів.

По мірі потреби під час виконання робіт, видається захисне приладдя яке зберігається як цеховий інвентар. Крім приладдя, яке передається позмінно та яке знаходиться в чергового персоналу.

### **Статична електрика**

Виникають заряди статичної електрики, які можуть бути наслідком пожег, вибухів, при проведенні процесів, які пов'язані з утворенням або переміщенні діелектриків, розділенням і тертям речовин.

Заходи для захисту:

1. Шляхом заземлення обладнання проводиться відвід зарядів статичної напруги.
2. підтримання обладнання у відносної вологості в межах 75 %;
3. Шляхом іонізації повітря;

### **Вентиляція**

Застосовують вентиляцію, яку в залежності від призначення розділяють на витяжну і припливну, у відповідності з санітарними нормами, для підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення

повітря та ступеню його чистоти, вентиляцію ділять на природну, механічну і змішану, в залежності від способу переміщення повітря. В більшості приміщень пиво-безалкогольної промисловості, допустимі умови роботи забезпечує природна вентиляція. При необхідності роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати ремонтувати з очищенням повітроводів. В залежності від пори року залежить, санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок.

Згідно ДСТУ Б А.3.2-12:2009 ССБП «Системи вентиляційні загальні вимоги», вентиляція повітря працюючої зони цеха має відповідати даним нормам. З механічним та природнім рухом повітря, передбачена в цеху припливно-витяжна вентиляція., Припливна вентиляція призначення для нагнітання свіжого повітря в робочі зони, а витяжна вентиляція служить для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо в зоні їх виділення. За допомогою механічних збудників руху повітря – вентиляторів, діє припливно-витяжна вентиляція.

При пожежі, передбачаються відключення вентиляційної системи. Відповідно вимогам СНіП 2.04.05, передбачається можливість централізованого відключення системи вентиляції.

### **Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання**

Відповідно до інструкції з техніки безпеки роботи молоткової дробарки:

- а) Щоб під час роботи не було будь-яких зміщень, все обладнання повинно бути надійно закріплено;
- б) Обов'язкове відключення від електромережі електричного двигуна відбувається, під час тривалих зупинок (ремонті);
- в) Коли усі обертальні частини дробарки будуть закриті огороженнями, лише після того можна, вмикати в роботу двигун. При знятому огороженні привода, категорично забороняється вмикати електропровід;

г) Категорично забороняється продовжувати роботу до виявлення причин та їх усунення, при виявленні неполадок у роботі двигуна і самої дробарки;

д) До роботи допускаються лише ті працівники які пройшли інструктаж з техніки безпеки та вивчили конструкцію дробарки та інструкцію по її експлуатації.

Основні правила по техніці безпеки повинні бути виконані, при експлуатації дробарки:

а) Особи, які пройшли навчання (курси) по технічному і безпечному обслуговуванні дробарок, тільки в такому разі допускаються до роботи;

б). Згідно з діючими правилами і нормами, двигун повинен бути заземлений;

г). При роботі дробарки категорично забороняється, чищення та змащення механізмів;

д) На час перевірки електрообладнання дробарку необхідно відключати від електромережі, та при зупинці механізму дробарки на довгий час та на період ремонту .

### **Пожежна безпека (розрахунок води на пожежогасіння)**

На різних стадіях технологічного процесу на підприємстві залежить і пожежна безпека, яка залежить від того, які зберігаються в будівлях і спорудах або горючі речовини і матеріали переробляються.. Характеристика приміщень за СНіП наведена в додаткові №13

До обслуговування дробарок застосовуються жорсткі вимоги по техніці безпеки. Потрібно ретельно дотримуватись правил вибухонебезпечності і загоряння при експлуатації дробарок. За справним станом проводки та не вмикати двигуни з обпаленою проводкою повинен стежити оператор.

Для підвищення рівня пожежної безпеки, технологічного

обладнання, необхідно впровадити наступні заходи:

-Режими роботи обладнання має відповідати паспортним даним та технологічному регламенту.

-Необхідно проводити теплоізоляцію нагрітих поверхонь.

-Шляхом створення заземлених контурів, провести заходи по запобіганню накопиченню зарядів статичної електрики,.

Необхідно укомплектувати вогнегасниками ПХП – 10 та ОУ – 2 та засобами первинного гасіння пожежі виробничі приміщення.

За формулою для трьох годинного пожежогасіння визначається зображуваний запас води в метрах кубічних:

$$V = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, M^3 \quad (10.1)$$

де  $n_1$  – секундні витрати води на внутрішнє пожежогасіння, виходячи з умови перекриття вогнища двома струменями продуктивністю 2,5 л кожний – 5 л/с;

$n_2$  – секундні витрати води для зовнішнього пожежогасіння для категорії приміщення «В» - 10л/с;

$$V = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 10)}{1000} = 162 M^3$$

### Пропозиції по покращенню умов праці

1. В місцях завантаження і розвантаження дробарок, покращити систему вентиляції.

2. Біля небезпечних рухомих частин обладнання передбачити додаткові огорожі.

## ВИСНОВКИ

Після модернізації конструкції машина для подрібнення отримала наступні переваги:

- 5 т/добу становить, продуктивність нової машини 4,5 т/добу її аналог, що дало змогу за рахунок підвищення продуктивності лінії підвищити кількість виготовленої продукції;
- При заміні молотків зменшуються витрати;
- Виконані за тією ж технології зміцнення граней молотки, запропонованої форми, по ресурсу більш ніж в 3 рази перевершує молотки без прорізів;
- Значно зменшує витрати на ремонт дробарки той факт що в новій машині молотки, виготовлені з дешевшої сталі (Ст.3) ніж в її аналога(Ст. 20);
- При зношенні одного боку грані завдяки тому що привод машини зроблено реверсивним дає змогу продовжити працювати їй без заміни молотків;
- Завдяки тому що робочий елемент відхиляється убік і не перешкоджає їх проходженню, потрапляння навіть великих включень не призводить до поломки машини,;
- , Завдяки широкому доступу до всіх механізмів, стало доступне швидко знімання вузлів та ударних елементів тобто більш кращими умовами ремонту;
- Можливістю працювати як по мокрому, так і по сухому. способу

Продуктивність машини значно підвищується, внаслідок модернізації молотків так як під час ремонту машини для подрібнення значно зменшуються простой. На ремонт молотків і дека значно зменшуються витрати.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавда О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>	

## Список використаної літератури

1. Соловьев, О.В. Мясоперерабатывающее оборудование нового поколения : справочник / О.В. Соловьев. – М.: ДеЛи, 2010. – 470 с.
2. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Часть 2. Оборудование для переработки мяса / В.И. Ивашов. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 464 с.
3. Илюхин, В.В. Справочник механика мясоперерабатывающих предприятий и сервиса / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев. – СПб.: Гиорд, 2007. – 278 с.
4. Илюхин, В.В. Монтаж, наладка, диагностика и ремонт оборудования предприятий мясной промышленности / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 456 с.
5. Зонин В.Г. Современное производство колбасных и солёно-копчёных изделий / Зонин В.Г. – СПб: Профессия, 2006. – 222 с.
6. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва / Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Кюрчева Л.М. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.
7. Технологічне обладнання галузі: Конспект лекцій / В.М. Таран, Г.К. Бабанов, І.Г. Бабанов, С.Д. Беседа. – К.: НУХТ, 2008 р. – 133 с.
8. Бабанов І.Г., Гавва О.М., Бабанова О.І., Чепелюк О.М., Беседа С.Д. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств / І.Г. Бабанов, О.М. Гавва, О.І. Бабанова та інші – К.: Видавництво «Сталь», 2015. – 600 с.
9. Сэмс, А. Переработка мяса птицы / Алан Р. Сэмс. – СПб.: Профессия, 2007. – 432с.
10. Воронин, Ю.Н. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. / Ю.Н. Воронин, П.В. Поздняков. М.: Академия, 2010. – 240 с.
- . Илюхин, В.В. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности. / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев. СПб.: ГИОРД, 2006. – 500 с.: ил.
14. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств Под ред. А.Я. Соколова. – М.: Машиностроение, 1969. – 265 с.
15. Рогов, И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов. – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 583 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<b>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i>	

16. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. – М.: Машиностроение, 1982
17. Баласанян Р.А. Атлас деталей машин: Навч. посіб. / Р.А.Баласанян. – Харків: Основа, 1996
18. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. – М., Машиностроение, 1971
19. Інженерна графіка: Довід.: /За ред. А.П. Верхоли. – К.: Техніка, 2001. – 268 с.
20. Кирилюк Ю.Е. Допуски и посадки: Справочник. – К.: Вища шк., 1989
21. Марочник сталей и сплавов / В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Вяткин и др.; Под общ. ред.. В.Г.Сорокина. – М.:Машиностроение, 1989
22. Мирончук В. Г. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Підруч. /Ред. В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.
23. Технология пищевого машиностроения / Г.А.Прейс, А.И.Безыкорнов. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987
24. Технология пищевого машиностроения / Г.А.Прейс, А.И.Безыкорнов. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987
25. Штефан Є.В. Технологічні основи машинобудування.: Курс лекцій / Є.В.Штефан – К.: НУХТ, 2008

## Технічні характеристики різних типів дробарок

Показники	Дробарка продуктивністю, т/год		
	3,0	2,0	1,0
Ширина завантажувального отвору, мм	720	620	490
Потужність електродвигуна, Вт	4500	3000	2250

## Додаток №2

## Технічні характеристики молоткових дробарок

Показники	Молоткові дробарки		
	БДМ-400	РДБ-3000	ДМ-610
Продуктивність по зерну, кг / год.	400	2000	2000
Кількість молотків на роторі	180	350	230
Частота обертання ротора, хв <sup>-1</sup>	2900	2200	1900
Окружна швидкість молотків, м / с	61	70	64
Діаметр кола молотків, мм	400	610	600
Потужність електродвигуна, Вт	7000	29000	29000
<b>Габаритні розміри, мм</b>			
довжина	1072	1184	1205
ширина	492	1030	1047
висота	725	1500	1045
<b>Маса, кг</b>	243	1600	1200

Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Бабанова О.І.</i>	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>		Статус документа			
Власник документа <i>НУХТ</i>	Розробник документа <i>Мандзюк Р.Ю.</i>	Назва, додаткова назва <i>Пояснювальна записка</i>		<i>19-1689.ДП.12.000.ПЗ</i>			
	Документ затверджено <i>Гавда О.М.</i>						

<b>Технічна характеристика дробарки для шквари</b>	
Продуктивність, кг/год	500
Частота обертання ротора, об/хв	2900
Діаметр кола молотків, мм	400
Потужність електродвигуна, Вт	7000
Габаритні розміри, мм	
довжина	1072
ширина	492
висота	725
Маса, кг	240
<b>Технічна характеристика дробарки для кісток КМ-4:</b>	
Продуктивність дробарки для кісток, т/год	4
<b>Частота обертання робочого валу, хв-1</b>	
верхнього ступеня	54
нижньої ступені	67
<b>Електродвигун</b>	
потужність, Вт	14000
частота обертання вала, хв-1	970
<b>Габаритні розміри, мм</b>	
довжина	1422
ширина	1600
висота.	1781
<b>Маса, кг</b>	<b>2945</b>

### Технічна характеристика дробильної машини для кісток ДК-05

Продуктивність, т/год	0,5
Розміри подрібнених шматків, мм	25-40
<b>Електродвигун</b> потужність, Вт	4500
частота обертання ротора, хв <sup>-1</sup>	730
<b>Габаритні розміри, мм</b>	
довжина	1445
ширина	1360
висота	1710
<b>Маса, кг</b>	2000

### Технічна характеристика молоткової дробарки А1-ДМ2Р-55

Площа ситової поверхні, м <sup>2</sup>	0,85
Окружна швидкість молотків	90
Сумарна встановлена потужність, кВт, не більше	55,85
<b>Габаритні розміри, мм:</b>	
Довжина	1590
Ширина	1400
Висота	2160
<b>Маса, кг, не більше</b>	1335

## Класи подрібнення в залежності від розмірів кусків

Клас подрібнення	Розмір кусків, мм	
	До подрібнення	Після подрібнення
<b>Дроблення:</b>		
грубе	1000	250
середнє	250	20
дрібне	20	5..1
<b>Помел:</b>		
грубий	5..1	0.1..0.04
середній	0.1..0.04	0.015..0.005
тонкий	0.1..0.04	0.005..0.001
колоїдний	0.1	0.001

## Технічна характеристика молоткової дробарки БДМ-400

<b>Показники</b>	<b>БДМ-400</b>
Продуктивність по шкварі, кг / год.	400
Кількість молотків на роторі	180
Частота обертання ротора, хв <sup>-1</sup>	2900
Окружна швидкість молотків, м / с	61
Діаметр кола молотків, мм	400
Потужність електродвигуна, Вт	7000
<b>Габаритні розміри, мм</b>	
довжина	1072
ширина	492
висота	725
<b>Маса, кг</b>	243

## Технологічний маршрут виготовлення валу

№ операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент різальний і вимірювальний
<b>10</b>	<b>Заготівельна УЗЗ</b>	<b>Відрізний верстат, лещата</b>
10.1	Відрізати заготовку довжиною $L = 572$ мм, прокат $\varnothing 40$ , Ст. 5	Дискова відрізна фреза $\varnothing 200$ , Р6М5, лінійка
<b>20</b>	<b>Фрезерно-центрувальна УЗЗ</b>	<b>Фрезерно-центрувальний верстат, призми, затискний пристрій.</b>
20.1	Фрезерувати в розмір $L = 568$ мм	Дискова фреза $\varnothing 150$ , Р6М5, лінійка
20.2	Центрувати торці	Центрові свердла $\varnothing 4$ . Р6М5
<b>30</b>	<b>Токарна УЗЗ</b>	<b>Токарно-гвинторізний верстат 16К20, повідковий патрон.</b>
30.1	Точити пов. 1 на $L = 492$ мм, $\varnothing 35$	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6 16Х25Х140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-І
30.2	Точити пов. 2 на $L = 226$ мм, начорно $\varnothing 30$	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6 16Х25Х140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-І
30.3	Точити пов. 3 на $L = 66$ мм, $\varnothing 24$	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6 16Х25Х140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-І
30.4	Точити пов. 1 на $L = 266$ мм, $\varnothing 35$ начисто	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6 16Х25Х140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-І

30.5	Точити пов. 2 на L = 76 мм, начисто Ø30 з припуском на шліфування	Різець прохідний упорний правий T15K6, $\varphi=90^\circ$ ; $\gamma=10^\circ$ ; $\alpha=8^\circ$ ; В×Н×L=16×25×140 мм, ШЦ-I
30.6	Точити пов. 3 начисто на L = 66 мм, Ø25js6	Різець прохідний упорний правий T15K6, $\varphi=90^\circ$ ; $\gamma=10^\circ$ ; $\alpha=8^\circ$ ; В×Н×L=16×25×140 мм, ШЦ-I
30.7	Зняти фаски 2×45°	Різець прохідний відігнутий правий T15K6 16X25X140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-I
<b>40</b>	<b>Токарна УЗЗ</b>	<b>Токарно-гвинторізний верстат 16K20, повідковий патрон.</b>
40.1	Точити пов. 1 на L = 76 мм, начорно, Ø30,	Різець прохідний відігнутий правий T15K6 16X25X140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-I
40.2	Точити пов. 1 на L = 76 мм, начисто, Ø30, з припуском на шліфування	Різець прохідний відігнутий правий T15K6 16X25X140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-I
40.3	Зняти фаски 1.5×45° , 1×45°	Різець прохідний відігнутий правий T15K6 16X25X140, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , ШЦ-I
<b>50</b>	<b>Фрезерна УЗЗ</b>	<b>Вертикально-фрезерний верстат, JET JTM-1050 VS, призми, затискний пристрій.</b>
50.1	Фрезерувати шпонковий паз L = 250 мм В = 21 мм	Торцева фреза Ø8, P6M5, ШЦ-I

<b>60</b>	<b>Фрезерна УЗЗ</b>	<b>Вертикально-фрезерний верстат, JET JTM-1050 VS, призми, затискний пристрій.</b>
60.1	Фрезерувати шпонковий паз L = 36 мм B = 21 мм	Торцева фреза Ø8, P6M5, ШЦ-I
<b>70</b>	<b>Шліфувальна</b>	<b>Круглошліфувальний верстат 3A110B центри, поводок.</b>
70.1	Шліфувати пов.1 Ø35h7	Круг шліфувальний 250x25x32 14A F40- 50 C2 6 K 35 A 2 2424-83, скоба 48h10
70.2	Шліфувати пов.2 Ø30k6	Круг шліфувальний 250x25x32 14A F40- 50 C2 6 K 35 A 2 2424-83, скоба 48h10
70.3	Шліфувати пов.3 Ø24js6	Круг шліфувальний 250x25x32 14A F40- 50 C2 6 K 35 A 2 2424-83, скоба 48h10
<b>80</b>	<b>Шліфувальна</b>	<b>Круглошліфувальний верстат 3A110B центри, поводок.</b>
80.1	Шліфувати пов.1 Ø30k6	Круг шліфувальний 250x25x32 14A F40- 50 C2 6 K 35 A 2 2424-83, скоба 48h10

## Деякі несправності та способи їх усунення

<b>Несправність</b>	<b>Причина</b>	<b>Метод усунення</b>
Погіршення якості дробіння	Знос молотків	Замінити повний комплект молотків (або перевернути молотки, якщо дозволяє конструкція)
Наявність у домішках крупних кусків кістки	Знос сітки циліндра	Замінити сітку
Підвищення рівня шуму	Знос підшипників	Заміна підшипників
Зменшення продуктивності	Ослаблення натягу пасків	Натягнути паски
Перегрів або зупинка двигуна	Перевантаження продукту, потрапляння металевих частин до ротора, зіпсованість муфти.	Регулювання дозатора, магнітного захисту, заміна пальців муфти або муфти в цілому.
Вібрація дробарки	Порушення балансування ротора внаслідок невірної установки молотків, ослаблення кріплень підшипників, вузлів та кріплень станини	Закріплення підшипникових вузлів, станин, зважування пальців з молотками та втулками та центрування електродвигуна відносно валу дробарки

## Категорія складності ремонту та норми часу на ремонтні роботи

Назва обладнання	ГОСТ, ТУ, марка, тип, характеристика	Категорія ремонтної складності	Норми часу на ремонтні роботи, люд.год			
			К	С	П	О
БДМ-400	-	3,2	111,0	55,7	14,1	6,0

## Додаток №9

## Норми трудомісткості ремонтів і оглядів на одну умовну одиницю

Роботи	Огляд	Види ремонту		
		П	С	К
Слюсарні	0.6	3.0	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

## Додаток №10

## Графік ППР

Назва обладнання	Тип, марка	Кількість змін	Категорія складності ремонту	Розряд ремонтного циклу	Ремонтний цикл
Молоткова дробарка	БДМ-400	1	3,2	IV	12

Назва обладнання		БДМ-400	
Види ремонтних і профілактичних робіт та їх трудомісткість по місяцях, нормо-год.	I	0\0,6 0\0,6	
	II	0\0,6 0\0,6	
	III	0\0,6 П\4,4	
	IV	0\0,6 0\0,6	
	V	0\0,6 0\0,6	
	VI	0\0,6 С\17,4	
	VII	0\0,6 0\0,6	
	VIII	0\0,6 0\0,6	
	IX	0\0,6 П\4,4	
	X	0\0,6 0\0,6	
	XI	0\0,6 0\0,6	
	XII	0\0,6 К\35,0	
Загальна трудомісткість робіт, нормо-год.	<b>Всього:</b>		234,3
	В тому числі:	Слюсарні роботи	96,0
		Станочні роботи	17,3
		Інші роботи	121,0

## Карта технічного обслуговування та ремонту машини БДМ-400

Ви д ТО	Періодич ність	Перелік робіт	Затрати роб. часу (люд.год.)
30	Кожної зміни	<p>Перевірити: зовнішній стан, комплектність, герметичність, підтікання мастила, забрудненість (запиленість) двигуна і корпуса дробарки, кріплення основних вузлів.</p> <p>Перевірити цілісність сит (відсутність вм'ятин та пробоїн, тріщин, зменшення товщини полотна та зміна геометрії і розмірів перфорації); перевірити справність ситових касет і надійність кріплення в них ситового полотна; перевірити цілісність молотків, пластин ротора та рифлених дек; вручну повернути ротор з молотками для перевірки відсутності контакту між рухомими і нерухомими частинами дробарки (ситами, рифленими деками, корпусом і валом); очистити сита, очистити камеру каменевловлювача та магнітного захисту; перевірити ущільнювачі люків та кришок.</p> <p>Періодично протягом зміни: модуль помолу та відсутність крупних шматків в меленому продукті, відсутність сторонніх шумів (стукіт, скрегіт тощо), температуру двигуна і підшипників. Перевірити цілісність заземлюючого провідника.</p>	0,25

ТО <sub>1</sub>	1 раз на місяць	<p>Комплекс робіт 30 + поповнення мастила в підшипниках дробарки (+/-10гр. SKFLIGHT 3), відкрити дробарку та перевірити: зношеність молотків (мінімальний розмір між краєм отвору для молоткового пальця та робочим торцем молотка – 12мм, при цьому молотки перекидаються на другу сторону або замінюються); зношеність шплінтів та пальців під молотками (шплінти замінюються; у разі появи рівчачка на пальцеві під молотком – молотки зміщуються через одну пластину ротора на всіх пальцях); зношеність рифлених дек (при глибині рифлених профілів менше 1мм – дека перевертається (якщо вона двохстороння) або замінюється; перевірити кріплення напівмуфт на валах двигуна і дробарки, зазор між ними має бути 1мм, перевірити зношеність гнучких елементів напівмуфт; по живильнику дробарки: перевірити зношеність ущільнювальної стрічки регулюючого клапана, перевірити роботу захисної муфти, перевірити контакти електромагніта, перевірити роботу пневморозподільників та циліндрів, перевірити каменевловлювач та його налаштування.</p>	3,50
-----------------	-----------------	--	------

ТО <sub>1</sub>	1 раз на місяць	Очищаються внутрішні порожнини дробарки, живильника, самопливних труб, перекидних клапанів та над дробильного і під дробильного бункерів від залишків сировини (продукта) – захист від плісняви, мікроорганізмів, бактерій. Перевіряється робота датчиків підпору, блокуючих вимикачів тощо. Виявлені недоліки усуваються.	3,50
ТО <sub>2</sub>	1 раз в квартал	Комплекс робіт ТО <sub>1</sub> + стан сальникових ущільнень, перевіряється наявність мастила в підшипниках двигунів, живильника – при необхідності поповнюється; перевіряється робота автоматики управління дробаркою, живильником (частотне регулювання вальцового дозатора, регулюючого клапана, магнітного захисту). Проводиться перевірка роботи аспіраційної системи. Перевіряється робота електропускової апаратури, якість контактів, стан електромагнітного та теплового захисту, підтягуються болтові з'єднання струмоведучих частин (проводів, шин, контактів тощо). Вимірюється робочий струм електродвигуна під номінальним навантаженням на просіювач.	5,00

КР	1 раз на рік	<p>Підшипникові вузли – ремонт, заміна, промивка, заміна мастила; двигун – підшипники, сальники, кріплення, під'єднання кабеля, опір ізоляції обмоток між собою та відносно корпусу. Ревізія молоткового ротора (перевіряється цілісність і зношеність пластин, розміри і геометрія отворів під молоткові пальці, перевіряються і вибраковуюються молоткові пальці і шплінти), перевіряється балансування ротора. Перевіряється стан віброопор дробарки. Проводиться ревізія справного стану корпусу дробарки, люків, кришок і їх ущільнюючих прокладок та запірних пристроїв. Проводиться повна ревізія електродвигунів: стан підшипників, сальників, кріплення, герметичність корпусів, стан вентиляторів охолодження, випробування опору ізоляції обмоток між собою та відносно корпусу. Проводиться центрування валів двигунів і дробарки та живильника. Проводиться ревізія аспіраційної системи. Проводиться герметизація корпусу машини та суміжного обладнання (бункерів, самопливів, транспортерів).</p>	12,00
----	--------------	---	-------

КР	1 раз на рік	Ремонт або заміна пуско-регулюючої апаратури, ремонт або заміна електромагнітного та теплового захисту, перевірка і налаштування роботи блокувань і сигналізаторів. Ревізія і ремонт захисного заземлення, вимірювання перехідного опору контактів корпус-заземлюючий провідник-шина контура заземлення. Повне зовнішнє і внутрішнє очищення, у разі необхідності - фарбування.	12,00
Мастила: підшипники дробарки – SKFLIGHT 3; підшипники двигунів – ShellOmala 150; ShellCassidaFluidGL220.			
<u>Примітка:</u> ЗО – змінний огляд; ТО <sub>1-2</sub> – технічне обслуговування; КР – капітальний ремонт.			

## Додаток №13

## Метеорологічні норми в робочій зоні виробничих приміщень

Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с		Температура навколишнього середовища, °С	
Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.
15..20	20	< 75	75	0.4	0.4	16	13..24

Норми освітленості робочих місць та допоміжних приміщень

Приміщення	Штучне освітлення $E_{\text{норм}}$ , Лк	Природне освітлення КПО (ln), %
		При бічному освітленні
Виробничі	300	1.5
Адміністративні	300	1
Гардеробні, туалети та ін.	75	0.3
Коридори та проходи	75	0.1

Додаток №15

Характеристика приміщень за СНіП

Найменування Приміщень	Характеристика по вологості	Характеристика по запиленості	Категорія приміщень по ПБ
Склад зберігання	Сухе	Запилене	В
Основні виробничі	Сухе	Запилене	В
Складські	Сухе	Не запилене	В