



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра ТОКТП

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо професійна програма Інжиниринг харчових та біотехнологічних виробництв

(назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Хільченко Олександр Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення конструкції молоткової дробарки зерноsumішей А1-ДМ2Р зі збільшенням продуктивності на 5%

Керівник роботи Люлька Дмитро Миколайович (Доцент),

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року  
№ \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до 1. Технічний паспорт обладнання. 2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, 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; загальні висновки, список використаних літературних джерел, специфікація.

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

Загальний вигляд обладнання – 1...2 аркуші; Складальні одиниці обладнання, вузли – 2...3 аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія я машинобу дування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.23</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.23</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>29.04.23</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.23</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>02.05.23</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>04.05.23</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>06.05.23</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.05.23</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>12.05.23</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>14.05.23</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>15.05.23</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>16.05.23</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>17.05.23</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>18.05.23</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>19.05.23</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>28.05.23</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.06.23</i>	<i>Виконано</i>

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Хільченко О. А.** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Люлька Д. М.** \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище)

## Анотація

Кваліфікаційна робота містить аналіз обладнання що вже існує і пошук нових рішень згідно з сучасними науковими розробками. Проект модернізації містить компоновочне креслення дробарки, підбір стандартних елементів, конструктивні розрахунки. Також враховуються питання охорони праці, монтажу та експлуатації обладнання та охорони навколишнього середовища.

Робота представлений пояснювальною запискою написана на 90 сторінках формату А4 та 6 листів креслень формату А1.

У цій кваліфікаційній роботі, запропонована модернізації молоткової дробарки А1-ДМ2Р Проектом передбачає заміну сита з встановленням деки, яка селективно подрібнює зерно також змінюється конструкція молотків, які були плоскими та тонкими, що ріжуть продукт, на форму-П.

За такої форми в молотків збільшується надійність , а за рахунок габаритів самого молотка, вони мають більшу товщину також удар наноситься більш рівномірно.

Сита ж замінюємо на деки з трапецієвидним профілем зуба, це підвищує надійність а також збільшує інтенсивність процесу подрібнення і продукт готовий вже за один оберт ротора.

Виконання цієї модернізації дозволить значно підвищити технічний рівень, та продуктивність лінії також покращить якість кінцевої продукції.

Ключові слова: дробарка, молотки, продуктивність, зерно, комбікорм, подрібнення, дека, сито.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Люлюка Д.М.</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>Хільченко О.А.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Анотації</b>	<b>210715.KP.05.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>3/90</b>

The qualification work includes the analysis of existing equipment and the search for new solutions according to modern scientific developments. The modernization project includes a layout drawing of the crusher, a selection of standard elements, and structural calculations. Issues of labor protection, equipment installation and operation, and environmental protection are also taken into account.

The work, presented with an explanatory note, is written on 90 pages of A4 format and 6 sheets of A1 format drawings.

In this qualification work, the proposed modernization of the A1-DM2R hammer crusher. The project involves replacing the sieve with the installation of a deck that selectively grinds the grain, as well as changing the design of the hammers, which were flat and thin, which cut the product, to the П-shape.

With such a shape, the reliability of hammers increases, and due to the dimensions of the hammer itself, they have a greater thickness, and the blow is applied more evenly.

We replace the sieves with trays with a trapezoidal tooth profile, this increases reliability and also increases the intensity of the grinding process, and the product is ready in just one rotation of the rotor.

Carrying out this modernization will allow to significantly increase the technical level, and the productivity of the line will also improve the quality of the final products.

Key words: crusher, hammers, productivity, grain, compound feed, grinding, tray, sieve.

## Зміст

Анотація.....	3
Вступ.....	6
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі....	8
2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування.....	15
3. Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.....	20
4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання.....	21
5. Розрахункова частина.....	28
6. Вибір конструкційних матеріалів.....	34
7. Розрахунок технології виготовлення вала ротора.....	37
8. Вимоги до монтажу і технічного сервісу.....	67
9. Опис системи управління.....	75
10. Заходи з охорони праці.....	76
11. Екологія.....	85
Висновки.....	88
Список використаної літератури.....	89
Додатки (специфікації).....	

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>210715.KP.05.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>5/90</b>

## Вступ

Годування худоби, птиці та риби окремими природними кормами не забезпечує в повній мірі їх потреби в поживних, мінеральних та біологічно активних компонентах. Найкращим способом отримання поживних речовин досягають при відгодівлі тварин не одним видом корму, а різноманітними сумішами, оскільки їх харчова цінність значно вища. Найбільш досконалою в такому випадку формою годування є використання комбінованих сумішей або ж комбікормів.

Комбікорми це складна однорідна суміш відповідним чином підготовлених елементів, складена за науково – обґрунтованими рецептами щоб забезпечити повноцінне годування худоби, птиці і риби з ціллю ефективного використання поживних речовин що містяться в них.

Комбікормові підприємства в залежності від призначення виготовляють такі види продукції: повнораціонні корми, комбікорми – концентрати, кормові суміші, білкові – (БВД) або ж вітамінні добавки префікси, концентрат карбаміту і замінювач незбираного молока (ЗНМ).

Вищезазначені види продукції виготовляють у розсипному, чи гранульованому або ж в брикетах, а також можуть бути у вигляді крупи. Вся продукція має відповідати певним вимогам нормативно – технічної документації (НДТ), яка визначає призначення цієї продукції та вимоги до її якості.

Якість комбікормів в першу чергу визначається вимогам державних стандартів, а за вмістом амінокислот вітамінів, а також інших біологічно активних речовин – зазначених нормами.

При виготовленні комбікорму по рецептах для молодняку, худоби птиці а також хутрових звірів беруть лущений овес та ячмінь без плівок. Ця операція необхідна щоб зменшити кількість клітковини,

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>	<b>210715.KP.05.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>6/90</b>

яку не може засвоїти організм тварин чи птиці.

Для луцнення використовують різноманітні способи впливу на зерно, та певні конструкції машин, що зумовлений головним чином різною будовою зернівок і відмінностями в структурно-механічних властивостях ядра та оболонки зерна.

Задля отримання найбільшої ефективності процесу луцнення потрібно застосувати певну дію робочих органів машини на продукт, що спричиняє в оболонках таку деформацію, при якій вони від'єднуються від ядра з найменшою витратою енергії.

# 1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Дробарки використовуються для подрібнення різноманітного зерна, бобів, зернових сумішей, гранул трав'яної муки шрота.

Зазвичай подрібнення використовують різні машини, але оцінка їх ефективності проходить по однакових критеріях: мінімальні питомі витрати енергії; одержання продуктів заданої крупності і вирівненості.

Процес подрібнення має на меті збільшення поверхні фазового контакту взаємодіючих компонентів, що збільшує інтенсивність процесу розчинення, екстрагування, горіння тощо. В зернопереробній промисловості збільшення площі вільної поверхні частинок зерна покращує процес травлення, та збільшує інтенсивність цього процесу.

Процес подрібнення визначається ступенем подрібнення, тобто відношенням середнього розміру частинок матеріалу до та після процесу подрібнення.

В більшості випадках для подрібнення використовують машини ударної дії, до них відносяться дробарки: цокові, конусні, барабанні, валкові, пальцеві, молоткові дробарки - найбільш універсальні машини, тому що мають можливість переробляти різні матеріали та з різною ступеню подрібнення.

В комбікормовому виробництві розрізняють наступні способи подрібнення: одноетапне однокомпонентне; двоетапне однокомпонентне; одно- і двоетапне багатоконпонентне.

При двоетапному подрібненні економія електроенергії 20-30% за рахунок вирівняної сировини, продуктивність також збільшується.

На роботу дробарки також впливають і її конструктивні та

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д. М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хильченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	<b>210715.KP.05.001 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 8/90

динамічні характеристики і властивості продукту що подрібнюється. В порядку кращої подрібнюваності зерна його можна розмістити в такому порядку - овес, ячмінь, пшениця, кукурудза, круп'яні культури, бобові культури.

Під час подрібнення конкретної культури продуктивність більша, а питома витрата енергії менша, а чим крупніші отвори сит, та чим менша швидкість молотків (до певного значення), чим сухіше зерно. Зростає крупність подрібненого продукту зі збільшенням розміру отворів сит, та зменшенням швидкості молотків, а також більшою вологості зерна.

В комбікормовій промисловості важливо не тільки ступінь подрібнення продукту, а й вирівненість, тобто щоб більший відсоток продукту потрапляв у певний визначений проміжок по габаритах і було менше частинок що відхиляються від очікуваних розмірів. Для цього використовують двостадійне подрібнення з перехідним відбором на ситах недодрібленого продукту і його подрібнюванням на іншій дробарці. Цей процес, крім підвищення вирівненості, також збільшує продуктивність та знижує питомі витрати енергії за допомогою того, що знижується кількість переддрібленого продукту (мучки), на яку обладнання витрачає додаткову енергію.

В комбікормовій промисловості поширене використання дробарок марок, ДДМ, ДДР, все частіше А1-ДМР, А1-ДМ2Р.

Будь-яка дробарка що використовуються для подрібнення різноманітних зернових культур, складається з таких основних вузлів: живильник, корпус, молотковий ротор, та станини.

Відмінностями в їх конструкцій є розміри(габарити), маса обладнання їх сита та деки.

Однією із перших дробарок що почали застосовувати в комбікормовій промисловості є молоткові дробарки типу ДДМ (рис.1.1)

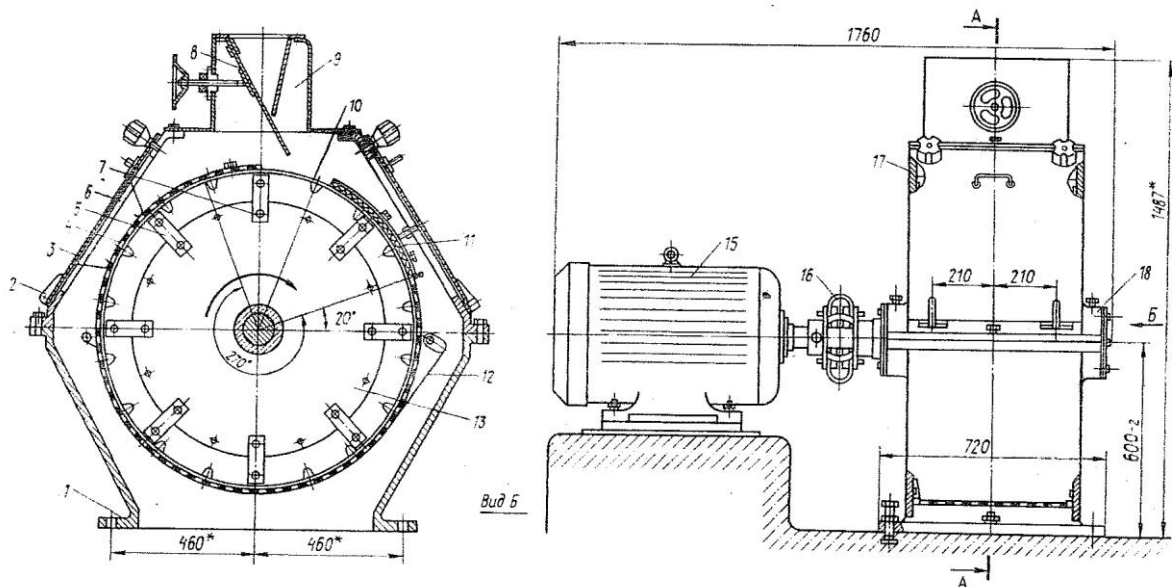


Рис.1.1 Загальний вид дробарки ДДМ:

1 - основа корпусу; 2 - кришка; 3 - дверці; 4 - сито; 5 - молотки; 6 - вікно; 7 - вісь; 8 - заслінка; 9 - живильник; 10 - вал; 11 - основа дек; 12 - сталеві стрічки; 13 - диски; 14 - кронштейн; 15 - електродвигун; 16 - муфта; 17 - направляючі; 18 – підшипники.

Корпус дробарки вилитий з чавуну та складається з кришки, корпусу і основи. На кришці є сталеві відкидні ліві і праві дверці, які обертаються на осях і підтримують вільний доступ до сит та основа дек, а також швидку їх заміну і молотків. Для заміни молотків передбачені вікна з двох сторін, через них виймають з ротора осі. Всередині корпусу на роликових сферичних підшипниках встановлений ротор. Що являє собою вал з встановленими на нього дисками, в їх отвори вставлені осі з пакетами молотків. Ротор обертається завдяки електродвигуну через муфту. Гравітаційний живильник без магнітного сепаратора продукт в зону дробіння подає рівномірно. Навантаження на машину змінюють регулюючою заслінкою.

Технічні характеристики дробарки наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Технічні характеристики дробарки ДДМ

Найменування параметру	Значення
Технічна продуктивність, т/год	5
Потужність електродвигуна, кВт	22
Габарити ротора, мм	
діаметр	980
ширина	443
Колова швидкість молотків, м/с	75,39
Площа ситової поверхні, м <sup>2</sup>	1
Частота обертів ротора, об/с	25
Габаритні розміри, мм: (довжина x висота x ширина)	1980x1440x1685
Маса, кг	1710

Зважаючи що дробарки типу ДДМ були габаритними, та важкими, часто ламалися сита, ротор обертася зі швидкістю 3000 об/хв., це спричиняло великий шум, прийшли до досконаліших молоткових дробарок типу А1-ДМР-6 (рис.1.2). В цих дробарках збільшили діаметр ротора, після чого швидкість його обертання впала до 1500 об/хв..

Молоткові дробарки типу А1-ДМР-6 (рис.1.2) використовують для подрібнення зерна злакових, бобових культур, плівчастих, кукурудзи, зерноsumішей, та шроту на виробництвах комбікормової промисловості. Складається дробарка з живильника з приймальним патрубком та вибухорозрядною камерою, корпуса з дверцями і вмонтованими ситами, ротора з приводом, станини, випускного патрубка та електрообладнання.

Початкова сировина самостійно поступає в приймальний патрубок. Розподіляючись по всій довжині, вона барабаном живильника,

що обертається, проходить на магніт для прибирання магнітних домішок і потім самопливом в дробильну камеру, де під дією молотків дрібниться, просівається через сито та механічним чи пневматичним транспортом поступає у виробництво.

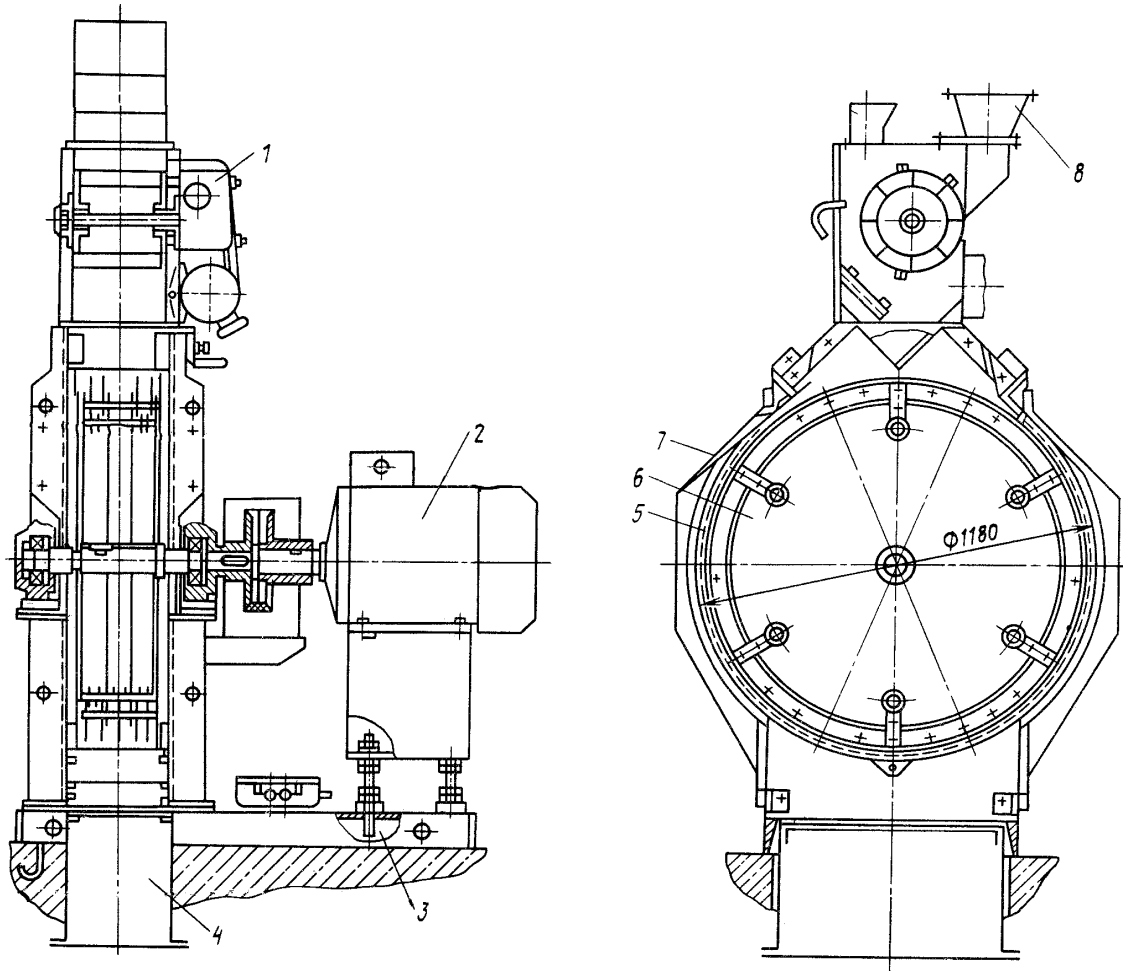


Рис.1.2 Загальний вид дробарки А1-ДМР-6:

1 - живильник; 2 - електродвигун; 3 - станина; 4 - випускний патрубок;  
5 – сито; 6 - ротор; 7 - корпус; 8 - приймальний патрубок.

Технічні характеристики дробарки наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Технічні характеристики дробарок типу А1-ДМР-6:

Назва параметру	Значення
	А1-ДМР-6
Технічна продуктивність, т/год	2,6...6,9
Потужність електродвигуна, кВт	55
Колова швидкість молотків, м/с	90,7
Площа ситової поверхні, м <sup>2</sup>	0,85
Частота обертів ротора, об/хв	1470
Габаритні розміри, мм: (довжина x висота x ширина)	1557x2230x1410
Маса, кг	898

В цих дробарках встановлено сито, по якому рухається шар продукту, зношуючи його, а молотки руйнують продукт, подрібнюють і вже подрібнений ще сильні. Намагаючись прибрати якимось чином недосконалість процесу, було запропоновано конструкцію без ситових дробарок, в яких кут в 270° захоплений декою замість сита, що значно збільшує інтенсивність процесу подрібнення і за один оберт продукт вже готовий.

Дробарки ДМБ-П, ДМБ-Ф використовуються для подрібнення на корм всіх зернових культур а також олійних, та лушпиння круп'яних культур, гранул, шроту, дрібно шматкової макухи та других сипких кормових і або, харчових матеріалів в реаліях фермерських підприємств чи господарств.

Дробарки розроблені за допомогою нових технології, що забезпечує подрібнення вказаної сировини в прямочному циклі (без сит) та при замкненій циркуляції пилоповітряної суміші, також швидка зміна величини помелу майже під час роботи. Технічні характеристики безситових дробарок наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Технічні характеристики дробарок типу ДМБ-П та ДМБ-Ф

	ДМБ-Ф			ДМБ-П		
Продуктивність при середньої крупності помелу, т/год	1	1,5	2,5	0,3	0,5	0,8
Потужність приводу, кВт	4	5,5	7,5	1,1	1,5	2,2
Крупність помелу, мм	0,5-2,6			0,5-2,6		
Місткість завантажувального бункера, кг	50			25		
Габаритні розміри, мм:						
- довжина	560			470		
- ширина	680			660		
- висота	1120			1000		
Маса, кг, не більш	120			50		

Переглянувши порівняльну характеристику цих дробарок, можна зробити висновок, що дробарки типу ДМБ-П та ДМБ-Ф використовують менше електроенергії, але мають і нижчу продуктивність. Габарити дробарки типу А1-ДМ2Р більші також вони енергоємні.

В проекті взята конструкція дробарки А1-ДМ2Р, зваживши переваги безрешітних дробарок та дробарок що мають пониження обертання ротора ( з 3000 до 1500 об/хв).

Дробарка А1-ДМ2Р дає необхідну продуктивність, та має невеликі розміри та енергоємність , а саме витрати енергії 1 кВт на 1 тону продуктивності в підсумку 6,2 кВт/т.

## 2. Техніко-економічне та соціальне обґрунтування

В залежності від принципу роботи механічної дії робочих органів машин для луцення, на зерно та типу, що спричиняється ними деформації оболонок теперішні конструкції можна поділити на три групи, в яких переважають: зсув і стиск, що викликає сколювання і розмикання плівок; тертя об абразивну чи теркову поверхню; удар, що породжує розколювання оболонок і побіжне йому функціональний вплив абразивної поверхні.

Для луцення зерна користуються схемами з використанням луцильних машин А1-ДШЦ, та луцильно-шліфувальних А1-ЗШН-3,0 і оббійних машин ЗНМ-5, ЗНМ-10, ЗОМ-5 та інших з відокремленням потім лузги і мучки в аспіраціях. Після ядро подрібнюють в молоткових дробарках до потрібної величини.

Принципова схема конструкції лінії відділення плівок із використанням луцильних і подрібнювальних машин показана на рис.2.1.

Як можна побачити з схеми, зняття плівок проходить такими способами:

- луцення ячменю і вівса в спеціальних луцильних машинах з наступним відвіюванням плівок в аспіраціях, ядра подрібнюються в молоткових дробарках;

- подрібнення вівса і ячменю в молоткових дробарках або ж вальцьових станках з його наступним відсіванням плівок.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Разробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Техніко-економічне та соціальне обґрунтування</b>	<b>210715.KP.05.002 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 15/90

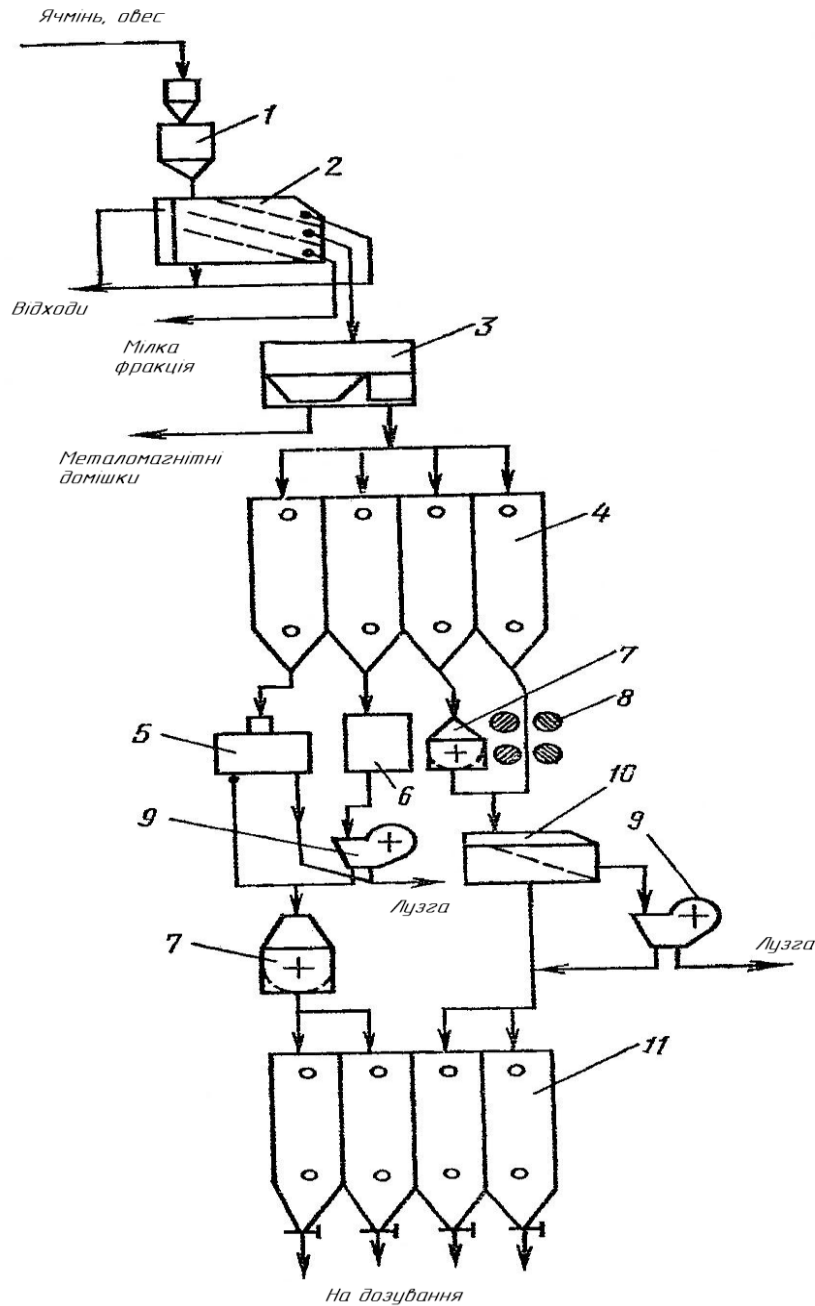


Рис.2.1 Технологічна схема лінії відділення плівок:

1 – автоматичні ваги; 2 – зерноочисний сепаратор; 3 – електромагнітний сепаратор; 4 – бункера наддробарні; 5 – обрійна машина; 6 – луцильник А1-ЗШН-3; 7 – молоткова дробарка; 8 – вальців станок; 9 – аспіратор; 10 – розсійник; 11 – ноддозаторні бункера.

В цьому випадку спершу отримують ядро ячменю (пенсак), а вже потім його подрібнюють на дробарках, встановлюючи значно менші

сита ( $\varnothing 1,5 - 2,2$  мм). Вищевказана схема складна та може бути раціональною для виробництва крупи, де потрібно мати найменшу кількість сирої клітковини в крупах, чіткий поділ круп по її розміру, враховуючи в тому числі, достатньо крупних фракцій – з прохідними отворами в ситах  $\varnothing 3$  та 4 мм.

В комбікормовому виробництві потрібна набагато менша величина часток ядра ( сито  $\varnothing 1,5 - 2,0$  мм), а кількість сирої клітковини значно більша – до 3,5%. Для отримання таких значень нерозумно отримувати спершу ціле ядро ячменю в обладненні з малою продуктивністю (ЗШН-3), потім подрібнювати продукт в молоткових дробарках.

Луцильник А1-ЗШН-3 має продуктивність 1,2 т/год по ячменю, йому необхідно що найменше 5 машин щоб отримати продуктивності 6 т/год.

Щоб використовувати схему луцення з машинами ЗШН-3 їх необхідно закупити, розмістити їх на якійсь площі, а також їх важко ремонтувати і вони складні у експлуатації.

Міжнародна та українська практика показує, що більш розумною є схема з для луцення ячменю молоткових дробарок( див. рис.2.1). Коли вологість ячменю більше 14% і модернізації молоткових дробарок виконана (робота без сит), квіткові плівки не досягає потрібних розмірів під час подрібнення. Після дробарки продукт необхідно додатково просіювати на ситах, лузга прибирається в дуоаспіраторах або інших машинах. Лузгу ще можна використовувати наприклад в повнораціонних комбіормах що призначений великі рогатій худобі з підвищеним вмістом клітковини чи для виготовлення сумішей кормів.

При потребі мати мілкий продукт, може з'явитися необхідність в ще одній дробарці, але все ж схема стає значно простішою, ніж при використанні ЗШН, на підприємстві використовується однотипне

обладнання (дробарки). Дробарки прості в використанні, мають більшу продуктивність ніж ЗШН-3.

Використання сепаратора А1-БИС-12, дозволяє відмовитись від дуоаспіратора і таким чином схема спроститься.

Визначились дві схеми луцення зерна ячменю після очищення його від домішок.

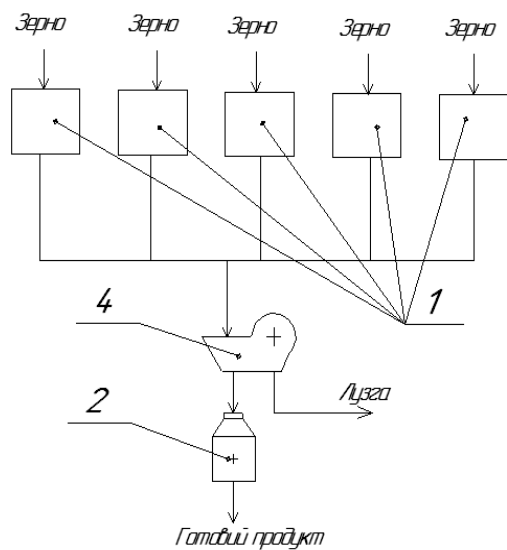
Для кожної схеми потрібне обладнання:

1) ЗШН-3 (5 шт. x 1,2 т/год = 6 т/год) → аспіратор з замкнутим циклом повітря А1-БДА (5 т/год) → дробарка А1-ДМ2Р (6 т/год) = 7 машин (рис.1.2, а);

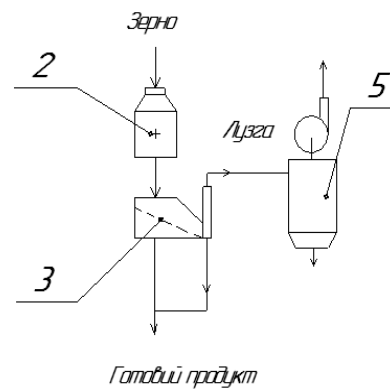
2) дробарка А1-ДМ2Р (6 т/год, без ситова) → сепаратор БИС-12 → циклон з вентилятором = 4 машини (рис.2.2, б).

Для другої схеми необхідно вдвічі менше обладнання, та виробничої площі на стільки ж меншої, також менш потужних двигунів.

Отже, модернізована дробарка вигідна до впровадження на комбикормових заводах, що покращить організацію виробництва, що у свою чергу підвищить об'єми виробництва та економічного процвітання галузі.



а



б

Рис. 2.2 Порівняльна схема двох ліній луцення ячменю:

а) з використанням луцильника А1-ЗШН;

б) з використанням дробарки А1-ДМ2Р;

1 - луцильник А1-ЗШН-3;

2 - дробарка А1-ДМ2Р;

3 - сепаратор БИС-12;

4 - аспіратор А1-БДА;

5 – циклон з вентилятором.

### 3 Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.

Для виробництва комбікормів за використаною технологічною схемою, використовуються такі види сировини овес, ячмінь, пшениця, кукурудза, круп'яні культури, бобові культури. Вміст деяких цінних елементів найпоширенішої сировини на 100кг буде представлена в таблиці 3.1. Рекомендована вологість будь-якої сировини що потрапляє в дробарку не повинна перевищувати 14% так як подальше збільшення ускладнює процес, а подача сировини де вологість більше 18% заборонена .

Таблиця 3.1 Вміст цінних елементів

	Протеїн %	Жир %	Клітковина %	Лізин %	Метіонін %	Кальцій %
Овес	10,8	4	9,7	0,36	0,2	0,15
Ячмінь	11,6	2,7	5,5	0,44	0,36	0,06
Кукурудза	8	4,2	2,2	0,27	0,18	0,03
Пшениця	11,5	2,1	3,5	0,39	0,41	0,04

Готовий продукт для дробарки, це подрібнену до необхідної величини зерно, що відповідає вологості, а також повинен мати необхідне відношення сирої клітковини до ядер розмір фракцій при цьому повинен бути не більше 1,5-2 мм

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Разробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції</b>		<b>210715.KP.05.003 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.						

## 4 Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання

В промисловості молоткові дробарки мають різні конструкції, але всі вони мають сита для просіювання продукту. Продукт під дією робочих органів циркулює по ситі, зношуючи його. Для подрібнення зерна достатньо швидкості молотків 47 м/с, але оскільки продукт по ситі переміщується з швидкістю 47 м/с, то швидкість молотків необхідно піднімати ще вище до 96 м/с, що збільшує енергоємність процесу.

Суть модернізації полягає в тому, що в дробарці А1-ДМ2Р -6 замість сита встановлюється дека, яка селективно подрібнює зерно та змінюється конструкція молотків, які були плоскими та тонкими, що ріжуть продукт, на П-форму (рис.4.1)

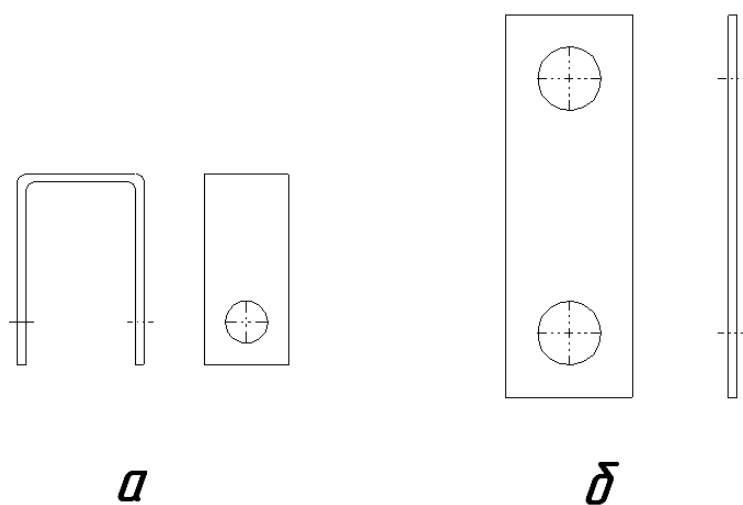


Рис.4.1 Молотки: а) П-форменний; б) плоский.

Завдяки такій формі збільшується надійність молотка, а за рахунок розмірів самого молотка, вони більш товщі та удар наноситься б рівномірно по площі продукту.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлька Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хильченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання</b>	<b>210715.KP.05.004 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>21/90</b>

Ступінь зношування молотків показана на рис.4.2

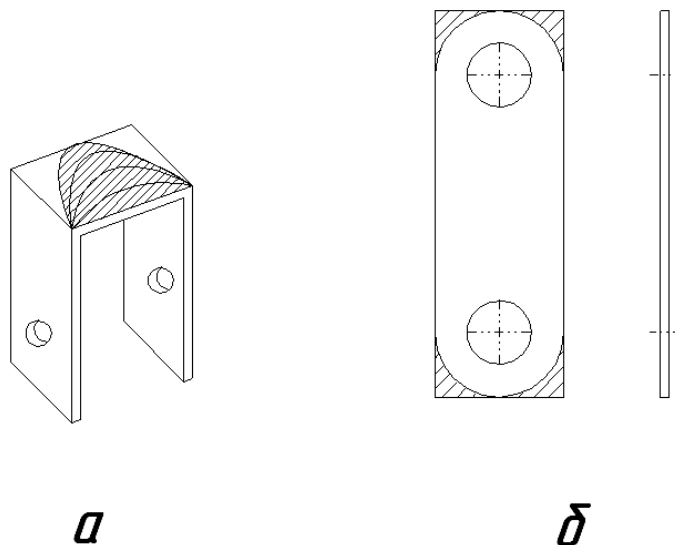


Рис.4.2 Ступінь зношування молотків: а) форми-П; б) плоского.

Пластинчастий молоток має площу зношування  $8,8 \text{ см}^2$ , а форми-П  $15,6 \text{ см}^2$ . Виходячи з цього площа що зношується у встановлюваного молотка майже в 2 рази більша ніж в плоского що значно підвищує «життя» молотків.

Молотки серійні виготовляються з високоякісної легованої сталі 30ХГС, що гартується СВЧ, а тому вони дорогі. Молотки що виготовляються будуть мало вуглецевої сталі Ст3 що значно дешевша.

Змінюємо сита на деки з профілем зуба трапецієвидний, цу підвищує підвищить інтенсивність та надійність процесу подрібнення і продукт буде готовим за один його оберт, отримати більш мілке подрібнення не вдається, тому що шлях що проходить продукт закороткий, але в нашому варіанті це і не потрібно. Сито виходить з ладу приблизно через 7 днів, в той час як дека приблизно через 3-4 місяці.

Ступінь зношування зубців дек показана на рис.4.3.

Зношення зубців дек майже однакова, проте трикутний профіль швидше зношується ніж трапецієвидний.

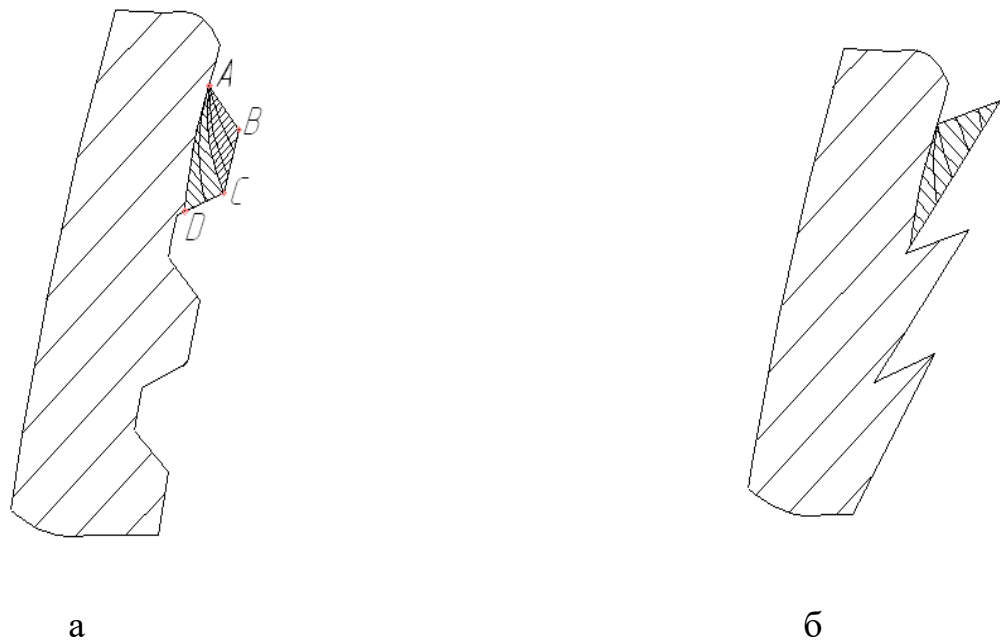


Рис.4.3 Ступінь зношування зубців дек: а) трапецієвидного профілю; б) трикутного профілю.

При зношуванні відстань від молотка до деки трикутного профілю зуба збільшиться навіть коли зношення мінімальне

У випадку з зубом трапецієвидного профілю, зазор буде збільшуватися тоді коли матеріал площею трикутника АВС зноситься.

Виходячи з вищесказаного, заміна конструкції серійних молотків і сит на П-форменні молотки і деки з трапецієвидним зубом збільшить надійність цих робочих органів, а також збільшити термін їх служби до заміни що зменшить витрати на ремонт.

Призначення дробарки А1-ДМ2Р -6 (рис.4.1) подрібнення зерна для подрібнення різноманітного зерна, бобів , зернових сумішей, гранул трав'яної муки, шрота та інших можливих компонентів на підприємствах комбікормової промисловості.

Основними вузлами дробарки типу А1-ДМ2Р є: станина, рама, корпус, молотковий ротор, дві дверці, муфта, живильник, вибухорозрядник і електроустаткування.

Молотковий ротор 12 є основним робочим органом дробарки, з

валом, що спирається на два сферичні шарикопідшипники 2. Посередені валу встановлені диски із осями що використовуються для підвіски молотків 9. На валу два крайні диски, фіксують осі від подовжнього зміщення і вантажне кріплення при балансуванні ротора. Поворот заглушок забезпечує фіксацію осей від подовжнього зміщення поворот заглушок відбувається за годинниковою стрілкою і закінчується заклинюванням в крайньому подвійному диску. Щоб вибити осі для заміни молотків заглушки потрібно повернути у оберненому напрямі. Встановлення молотків відбувається на чотирьох осях.

Двигуна 5 приводить в оберт ротор через еластичну муфту 6. На станині встановлюються двигун приводу ротора і підшипникові вузли ротора встановлені на станині 1 зварної конструкції із швелерів, вона має віброізолюючі опори для установки і фіксації на рамі. Із швелерів також виконана рама вона призначена для установки і фіксації на ній кріплення корпусу дробарки, станини і клемного ящика 11. Рама має фундаментні болти для установки на бетонний фундамент.

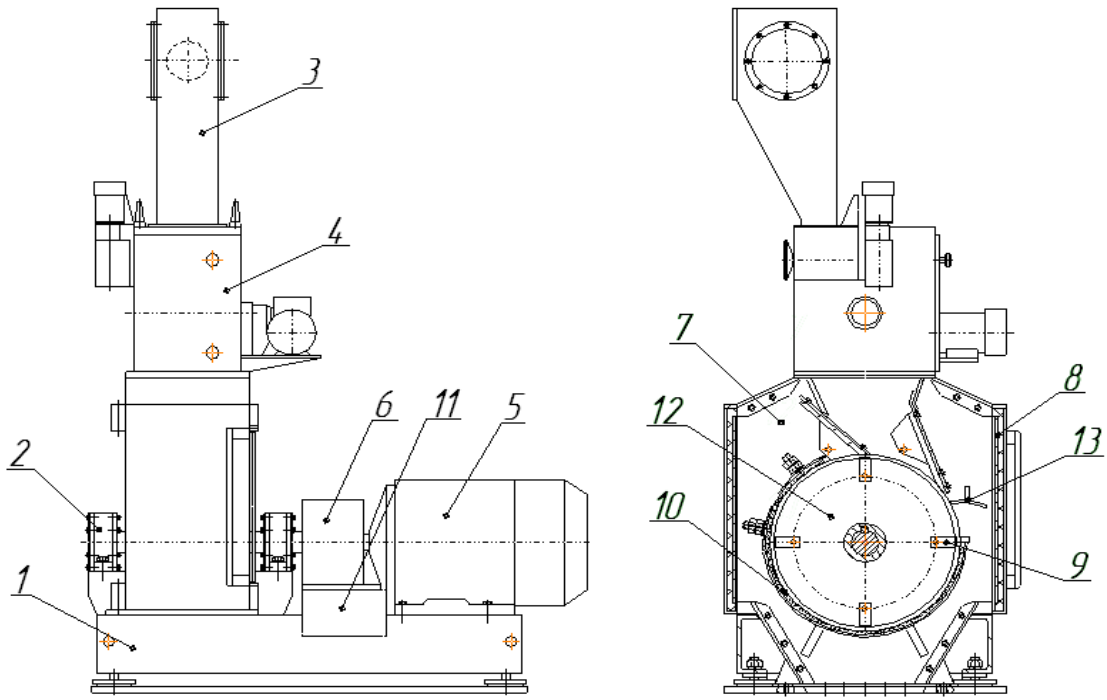


Рис.4.1 Загальний вигляд дробарки А1-ДМ2Р:

- 1 – станина; 2 – шарикопідшипники; 3 – вибухорозрядник;  
 4 – живильник; 5 – електродвигун; 6 – муфта; 7 – корпус;  
 8 – дверка; 9 – молоток; 10 – дека; 11 – клемний ящик; 12 – ротор;  
 13 – ротор

Корпус 7 дробарки складається з нижньої і верхньої частин і забезпечує монтаж і кріплення на ньому дек 10, також направляючої для них

Нижня частина зварена. Знизу вона фланцями кріпиться до рами чотирма болтами щоб під'єднати самопливу або пневмоприймник.

Завдяки цьому, корпус дробарки закріплений на рамі жорстко і не торкається із станиною – що є основним джерелом вібрацій.

Щоб обслуговувати дробарки при заміні робочих органів є дві дверці 8 прямокутної форми, що розташовані на вертикальних петлях, завдяки ним є вільний доступ до робочих органів дробарки, завдяки їх відкриттю в різні боки.

Живильник 4 дробарки забезпечує рівномірну подачу сировини в дробильну зону, щоб регулювати кількості сировини, що надходить, та

для її очищення від металомагнітних домішок.

Живильник складається з корпусу, магнітного барабана, приводу і механізму регулювання подачі сировини. В корпусі живильника наявні дві дверці для обслуговування - у нижній та верхній частині, фланці, які використовуються для під'єднання вибухорозрядної камери, самопливу сировини і закріплення живильника до корпусу дробарки. В нижній частині корпусу розташований лоток із магнітами і екраном із немагнітного матеріалу. Лоток час від часу висувається для очищення від металомагнітних домішок. Механізм для зміни подачі сировини включає дві заслінки і її привід. Одна із заслінок може рухатись при включенні двигуна приводу заслінки в дистанційному і напівавтоматичному режимах управління, а також при обертанні маховичка приводу заслінки що здійснюється управління вручну. В межах двох вирізів другої заслінки відбувається регулювання приводною заслінкою подачі сировини.

Муфта 6, з'єднує вали приводного електродвигуна 5, і ротора, та складається складається з двох напівмуфт, пов'язаних гнучкими елементами із стрічки що прогумована.

Вибухорозрядник 3 є зварним коробом, який має три отвори із заглушками для з'єднання з одним з них, залежно від умов монтажу, вибухорозрядного пристрою.

Електроустаткування дробарок має 3 режиму регулювання подачі сировини: автоматичний, дистанційний і ручний режими, реверсування ротора, електроблокування обертання ротора напряму із положенням дек, блокування заборони запуску дробарки із відкритими дверцятами, блокування запобігання завалу дробарки коли транспортний пристрій, що відводить подрібнений продукт зламався.

Шлях подрібнення сировини в дробарках наступний. Сировина, по самопливу рухається в живильник, на магнітному барабані очищається від металомагнітних домішок і ділячись рівномірним

шаром по довжині барабану, подається в дробильну зону. Зерно подрібнюється повторюваними ударами молотків та відкиданням зерна о деку, що спричиняє додатково подрібнює, ударяється об пластину 13 та виводиться із машини самопливом.

Основні характеристики дробарки А1-ДМ2Р наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Основні характеристики дробарки А1-ДМ2Р

<b>Назва параметру</b>	<b>Значення</b>
Технічна продуктивність, т/год.	6
Потужність електродвигуна, кВт	37
Розміри ротора, мм	
діаметр	646
ширина	400
Кількість молотків, шт.	24
Зазор між декою та молотками, мм	15
Колова швидкість молотків, м/с	98
Розміри молотків, мм	
довжина	90
ширина	40
висота	60
товщина	4
Частота обертів ротора, об/хв..	1500
Габаритні розміри, мм: (довжина x ширина x висота)	1850x1985x1220
Маса , кг	1800

## 5. Розрахункова частина

Проведемо перевірочний розрахунок молоткової дробарки, якщо відомо: маса подрібнюваної частинки  $m = 4 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$ , тривалість удару молотка по частинці  $\tau = 10^{-5} \text{ с}$ , сила опору частинки руйнування  $P = 120 \text{ Н}$ , потужність, що передається  $N = 37 \text{ кВт}$ .

### Розрахунок

Приймаючи початкову швидкість руху частинки рівною нулю, визначаємо колову швидкість молотка:

$$v_{\min} = \frac{P \cdot \tau}{m} = \frac{120 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot 10^{-5}} = 30 \text{ м/с} \quad (5.1)$$

Приймаємо розміри молотка:

Довжина  $b = 90 \text{ мм}$ , ширина  $a = 40 \text{ мм}$ , товщина  $\delta = 4 \text{ мм}$ , висота  $h = 60 \text{ мм}$ .

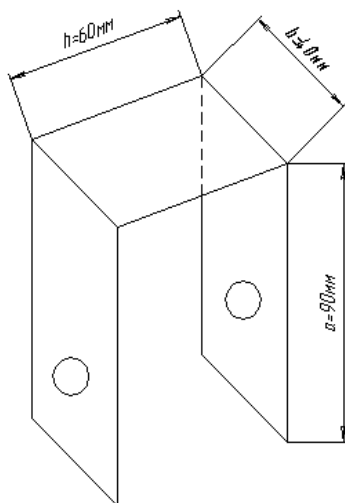


Рис.5.1 П-формовий молоток

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Люлька Д. М.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Хільченко О. А. Документ затверджено Якимчук М.В.	Назва, додаткова назва <b>Розрахункова частина</b>	<b>210715.KP.05.005 ПЗ</b>			
			Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 28/90

Для розрахунку моменту інерції і відцентрової сили інерції приведено рисунок молотка (рис.5.2).

Відстань від центра ваги молотка до осі отвору:

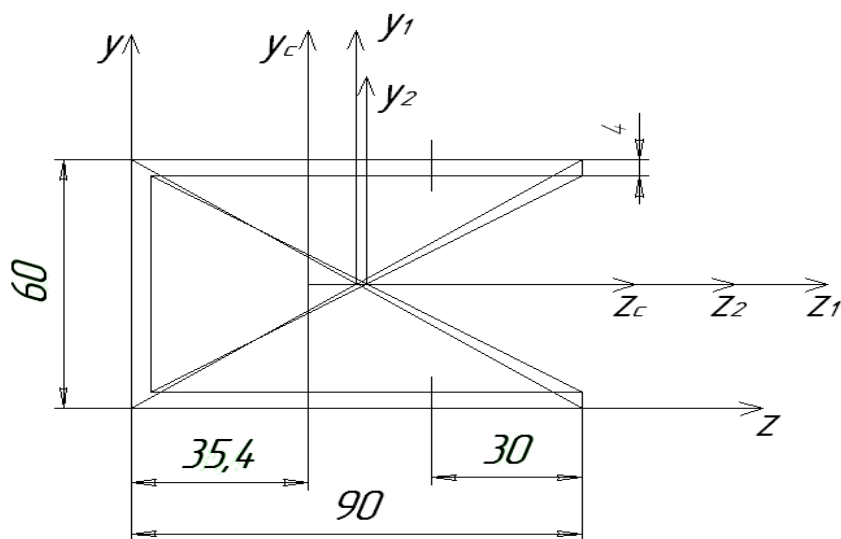


Рис.5.2 Схема для визначення квадрата радіуса інерції молотка відносно його центра ваги

Визначаємо координати центра ваги

$$y_c = \frac{\sum y_i \cdot F_i}{\sum F_i} = \frac{30 \cdot 60 \cdot 90 - 30 \cdot 52 \cdot 86}{60 \cdot 90 - 52 \cdot 86} = 30 \text{ мм} \quad (5.2)$$

$$z_c = \frac{\sum z_i \cdot F_i}{\sum F_i} = \frac{45 \cdot 60 \cdot 90 - 47 \cdot 52 \cdot 86}{928} = 35,4 \text{ мм} \quad (5.3)$$

$$c = a - z_c - 30 = 90 - 35,4 - 30 = 24,6 \text{ мм} = 0,0246 \text{ м} \quad (5.4)$$

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра ваги:

$$i_z^2 = \frac{I_z}{F} \quad (5.5)$$

$$I_z = I_z^1 + I_z^2 = \frac{0,09 \cdot 0,06^2}{12} - \frac{0,086 \cdot 0,052^2}{12} = 0,612 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4 \quad (5.6)$$

$$i_z^2 = \frac{0,612 \cdot 10^{-6}}{0,000928} = 0,00066 \text{ м}^2$$

і відносно його осі підвіски:

$$r^2 = i_c^2 + c^2 = 0,00066 + 0,0246^2 = 0,0013 \text{ м}^2 \quad (5.7)$$

Відстань від кінця молотка до осі його підвіски:

$$l = c + 0,5 \cdot a = 0,0246 + 0,5 \cdot 0,09 = 0,0696 \text{ м} \quad (5.8)$$

Приймаємо відстань від осі підвіски молотка до осі ротора рівною  $R = 0,09 \text{ м}$ , тобто більше відстані від кінця молотка до осі його підвіски.

Радіус найбільш віддаленої точки молотка від осі ротора складає:

$$R_M = l + R = 0,0696 + 0,09 = 0,16 \text{ м} \quad (5.9)$$

$$\text{Кутова швидкість } \omega = \frac{v_{\min}}{R_M} = \frac{30}{0,16} = 188 \text{ рад/с} \quad (5.10)$$

Приймаємо з запасом  $\omega = 200 \text{ рад/с}$

Маса молотка, виготовленого зі сталі густиною  $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ :

$$m = (a \cdot b \cdot 2 + (h - 2\delta) \cdot b) \cdot \delta \cdot \rho = (0,09 \cdot 0,04 \cdot 2 + 0,052 \cdot 0,04) \cdot 0,004 \cdot 7850 = 0,291 \text{ кг} \quad (5.11)$$

Радіус кола розміщення центрів ваги молотків:

$$R_C = R + c = 0,09 + 0,0246 = 0,115 \text{ м} \quad (5.11)$$

Відцентрова сила інерції молотка:

$$P_i = m_M \cdot \omega^2 \cdot R_C = 0,291 \cdot 200^2 \cdot 0,115 = 1339 \text{ Н} \quad (5.12)$$

Діаметр осі підвіски молотка при допустимому напруженні на згинання  $[\sigma]_3 = 110 \text{ МН} / \text{м}^2$ :

$$d = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot \delta}{[\sigma]_3}} = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{1339 \cdot 0,004}{110 \cdot 10^6}} = 0,005 \text{ м} \quad (5.13)$$

У відповідності з рядом нормальних лінійних розмірів по стандарту приймаємо  $d = 0,01 \text{ м}$ .

Для диску зі сталі приймаємо допустиме напруження зминання  $[\sigma]_{3M} = 135 \text{ МН} / \text{м}^2$  і при зрізі  $[\sigma]_{3P} = 50 \text{ МН} / \text{м}^2$ :

Товщина диска:

$$\delta_\partial = \frac{P_i}{\delta \cdot [\sigma]_{3M}} = \frac{1339}{0,004 \cdot 135 \cdot 10^6} = 0,0025 \text{ м} \quad (5.14)$$

Приймаємо  $\delta_\partial = 0,005 \text{ м}$ .

Мінімальний розмір перемички:

$$h_{\min} = \frac{0,5 \cdot P_i}{\delta \cdot [\sigma]_{3P}} = \frac{0,5 \cdot 1339}{0,004 \cdot 50 \cdot 10^6} = 0,0033 \text{ м} \quad (5.15)$$

Приймаємо  $h_{\min} = 0,005 \text{ м}$ .

Зовнішній радіус диска:

$$R_\partial = R + 0,5\delta + h_{\min} = 0,09 + 0,5 \cdot 0,004 + 0,05 = 0,142 \text{ м} \quad (5.16)$$

Приймаємо  $R_\partial = 0,15 \text{ м}$ .

Діаметр вала в небезпечному перерізі біля шківів:

$$d_\partial = 0,052 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{\omega}} = 0,052 \cdot \sqrt[3]{\frac{37}{200}} = 0,03 \text{ м} \quad (5.17)$$

Враховуючи послаблення вала шпонковим пазом приймаємо  $d_\partial = 0,04 \text{ м}$ .

Враховуючи наступне чотирьохразове збільшення діаметра вала, знаходимо його кінцевий розмір:

$$d = 1,2^n \cdot d_g = 1,2^4 \cdot 0,04 = 0,083 \text{ м} \quad (5.18)$$

В результаті приймаємо  $d = 0,085 \text{ м}$ .

Максимальне колове напруження в диску на твірній центрального отвору:

$$\begin{aligned} \sigma_{t \max} &= \rho \cdot \omega^2 \cdot (0,825 \cdot R_o^2 + 0,175 \cdot r_o^2) = \\ &= 7850 \cdot 200^2 \cdot (0,825 \cdot 0,15^2 + 0,175 \cdot 0,0425^2) = 5,9 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 \end{aligned} \quad (5.19)$$

де  $r_o^2$  - радіус центрального отвору диска.

Колове напруження від сил інерції молотків на твірній центрального отвору:

$$\sigma_t = \frac{P_i \cdot R \cdot Z}{\pi \cdot \delta_o \cdot (R^2 - r_o^2)} = \frac{1339 \cdot 0,09 \cdot 24}{3,14 \cdot 0,05 \cdot (0,09^2 - 0,0425^2)} = 2,9 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 \quad (5.20)$$

де  $z = 24$  - кількість молотків.

Сумарне напруження на твірній:

$$\sigma = \sigma_{t \max} + \sigma_t = 5,9 \cdot 10^6 + 2,9 \cdot 10^6 = 8,8 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 \quad (5.21)$$

Воно знаходиться в допустимих межах:

$$[\sigma]_{cp} > \sigma; \quad 50 \cdot 10^6 > 8,8 \cdot 10^6$$

Продуктивність молоткових дробарок розраховується за формулою:

$$G = 3600 \cdot k_1 \cdot D_o^2 \cdot L_p \cdot \rho \cdot n, \text{ кг/год} \quad (5.22)$$

де  $k_1$  - коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості матеріалу і тип та розміри отворів решітки і приймається:

$$k_1 = (1,3 \div 1,7) \cdot 10^{-4}, \text{ приймаємо } k_1 = 1,3 \cdot 10^{-4}$$

$\rho$  - густина матеріалу,  $1200 \text{ кг/м}^3$ ;

$D_{\partial} = 2 \cdot \pi \cdot R_{\partial}$  - діаметр диска, м;

$$D_{\partial} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,15 = 0,942 \text{ м}$$

$L_p = (0,32 \div 0,64) \cdot D_{\partial}$  - довжина ротора, м;

$$L_p = 0,32 \cdot D_{\partial} = 0,32 \cdot 0,942 = 0,3 \text{ м}$$

$n = 1500 \text{ об/хв} = 25 \text{ об/с}$  - частота обертання ротора;

$R_{\partial}$  - радіус диска, м.

$$G = 3600 \cdot 1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 0,942^2 \cdot 0,3 \cdot 1200 \cdot 25 = 3738 \text{ кг/год}$$

Це продуктивність по сити, а з декою продуктивність збільшується.

Потужність електродвигуна приводу молоткової дробарки вираховується за формулою:

$$N = 9 \cdot D_{\partial}^2 \cdot L_p \cdot n = 9 \cdot 0,942^2 \cdot 0,3 \cdot 25 = 60 \text{ кВт} \quad (5.23)$$

## 6. Вибір конструкційних матеріалів

Окрім службового призначення та певних умов конструкцій при розробленні технологічного процесу виготовлення машин і апаратів харчової промисловості потрібно враховувати певні специфічні вимоги.

Основні санітарно-технічні вимоги до виробів харчового машинобудування:

Деталі та вузли мають мати високу корозійну стійкість. Продукти інтенсивній корозії, та іони металів можуть потрапляти в харчовий продукт, знижують його якість. А в деяких випадках вони є токсичними.

Тому лише деталі, що були виготовлені із матеріалів допущених санітарно-епідемічною службою контактують із харчовою сировиною, і ті мають бути виготовлені для застосування в обладнанні, що контактує саме з цим даним харчовим продуктом. Саме тому, в продовольчому машинобудуванні розповсюджені різні нержавіючі та корозійно-стійкі матеріали.

Однією з головних вимог до робочих органів технологічного обладнання є висока зносостійкість тому що потрапляння частинок обладнання може зробити кінцевий продукт непридатним. Всі поверхні деталей машин мають бути доступні для очищення та промивання. Тому на них не повинно бути гострих кутів, виступів, западин, щілин.

Адгезія продукту повинна бути мінімальною. Це досягається підбором відповідних конструкційних матеріалів чи використанням спеціальних антиадгезійних покриттів.

Апарати, що працюють під тиском, необхідно перевіряти з особливою пильністю та звертати з нормативними даними.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вибір конструкційних матеріалів</b>		<b>210715.KP.05.006 ПЗ</b>		
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>

Крім того, до конструкційних матеріалів, які використовуються при створенні обладнання харчової промисловості, висувають особливі вимоги, обґрунтовано це тим, що окремі деталі працюють у специфічних умовах: збільшена вологість; швидкий перепад температур від високих до низьких (від +300 С до -27 С); прямий контакт із харчовими продуктами, агресивними середовищами, чи миючими засобами. Матеріали деталей, що контактують з харчовими продуктами, не мають містити токсичних або нести шкідливих для здоров'я людини частинок, не вступати в хімічну взаємодію з продукцією, не піддаватися руйнуванню під дією продуктів переробки. Нержавіючі сталі, мідні й алюмінієві сплави, пластмаси широко використовуються в харчовому машинобудуванні, а останнім часом частіше почали використовувати титан і його сплави.

Серед маловуглецевих сталей, що вироблюваних металургійною промисловістю по ГОСТ 380-71, марки сталі Ст3 і Ст3Гпс застосовуються для будівельних металоконструкцій. Перевагою металоуглецевих сталей є добре зварювання.

Деки виготовимо із білого чавуну. Структура білого чавуну має у цементит і перліт також світлий злам. Вуглець у ньому перебуває у зв'язаному стані. Він має високу твердість і хорошу зносостійкий, але водночас з тим погано піддається механічній обробці та крихкий.

Тому вилівки з великою поверхневою твердістю виготовляються з нього, це : валків прокатних станів, волочильних дощок, штампів і великої кількості деталей що використовуються в сільськогосподарському машинобудуванні.

Після тривалого відпалу він здобуває високі механічні властивості й добру оброблюваність різальним інструментом із за розкладання цементиту на залізо й вуглець відпалу.

Для виготовлення деталей та частин ротора, що мають контакт з продуктом приймаємо такі матеріали:

Вал ротора виготовляємо з сталі 45 ГОСТ 1050-74;

Молоток виготовляємо з сталі Ст3 ГОСТ 380-71;

Втулки виготовляємо з сталі 20 ГОСТ 1050-74;

Диски - з Ст3 ГОСТ 380-71;

Вісь - з сталі 20 ГОСТ 1050-74;

Деки з відбіленого сірого чавуну СЧ ГОСТ 1412-79.

## 7. Розрахунок технології виготовлення вала ротора

### Службове призначення

Вал призначений для передачі крутного моменту через муфту від електродвигуна до ротора.

### Вибір заготовки

Заготовкою для вала вибираємо поковку рис.7.1.

### Вибір технологічних баз та послідовність оброблення поверхонь заготовки

Оскільки заготовка має циліндричну форму, то за базу приймаємо вісь. Нумерація послідовності оброблення поверхонь показано на рис.7.2.

### Вибір способів обробки поверхонь заготовки

Заготовка буде оброблюватися різанням з подальшим гартуванням.

### Розрахунок припусків

Розрахунок загального припуску заготовки ведемо за найточнішим розміром  $\varnothing 75\text{к}6$

#### Припуск на чистове шліфування

$$2Z_{4\text{min}} = 2(Rz_3 + D_3 + \sqrt{T_{\text{пр}3}^2 + \varepsilon_{y4}}) \quad (7.1)$$

де  $Rz_3$ ,  $D_3$ ,  $T_{\text{пр}3}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чорновому шліфуванні;  $\varepsilon_{y4}$  – похибка установлення деталі під час чистого шліфування. З таблиці вибираємо :  $Rz_3 = 5\text{мкм}$ ,  $D_3 = 15\text{мкм}$

Під час оброблення деталі в центрах  $T_{\text{пр}3} = 0$ ,  $\varepsilon_{y4} = 0$ .

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Люлюка Д. М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Хільченко О. А.	Назва, додаткова назва Технологія виготовлення вала ротора		210715.KP.05.007 ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA

Тоді:

$$2Z_{4\min} = 2(5 + 15 + \sqrt{0^2 + 0}) = 40 \text{ мкм},$$
$$2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + T_3 - T_4, \quad (7.2)$$

де  $T_3$  – допуск при чорновому шліфуванні,  $T_3 = IT8 = 46 \text{ мкм}$ ;

$T_4$  – допуск при чистовому шліфуванні,  $T_4 = IT6 = 19 \text{ мкм}$ .

$$2Z_{4\max} = 40 + 46 - 19 = 67 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4\text{ном}} = \frac{2Z_{4\max} + 2Z_{4\min}}{2} = \frac{67 + 40}{2} = 53,5 \text{ мкм} \quad (7.3)$$

*Припуск на чорнове шліфування*

$$2Z_{3\min} = 2(Rz_2 + D_2 + \sqrt{T_{пр2}^2 + \varepsilon_{y3}}) \quad (7.4)$$

де  $Rz_2$ ,  $D_2$ ,  $T_{пр2}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарне значення просторових похибок при чистовому точінні;

$\varepsilon_{y3}$  – похибка установаження деталі при чорновому шліфуванні.

З таблиці вибираємо :  $Rz_2 = 25 \text{ мкм}$ ,  $D_2 = 25 \text{ мкм}$

Під час оброблення деталі в центрах  $T_{пр2} = 0$ ,  $\varepsilon_{y3} = 0$ .

Тоді:

$$2Z_{3\min} = 2(25 + 25 + \sqrt{0^2 + 0}) = 100 \text{ мкм},$$
$$2Z_{3\max} = 2Z_{3\min} + T_2 - T_3, \quad (7.5)$$

де  $T_2$  – допуск при чистовому точінні,  $T_2 = IT11 = 190 \text{ мкм}$ ;

$T_3$  – допуск при чорновому шліфуванні,  $T_3 = IT8 = 46 \text{ мкм}$ .

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

$$2Z_{3\text{ном}} = \frac{2Z_{3\max} + 2Z_{3\min}}{2} = \frac{244 + 100}{2} = 172 \text{ мкм} \quad (7.6)$$

*Припуск на напівчистове точіння*

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{T_{пр1}^2 + \varepsilon_{y2}^2}) \quad (7.7)$$

де  $Rz_1, D_1, T_{пр1}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

$\varepsilon_{y1}$  – похибка установлення деталі при напівчистовому точінні.

$Rz_2 = 50 \text{ мкм}, D_2 = 50 \text{ мкм}$

Під час оброблення деталі в центрах  $T_{пр2} = 0, \varepsilon_{y3} = 0$ .

Під час установлення деталі патрон з центром  $\varepsilon_{y1} = 100 \text{ мкм}$

Тоді:

$$\begin{aligned} 2Z_{2\min} &= 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 200 \text{ мкм}, \\ 2Z_{2\max} &= 2Z_{2\min} + T_1 - T_2, \end{aligned} \quad (7.8)$$

де  $T_2$  – допуск при чистовому точінні;

$T_1$  – допуск розміру при чорновому точінні,  $T_1 = IT13 = 460 \text{ мкм}$ ;

$T_3$  – допуск при чорновому шліфуванні.

$$\begin{aligned} 2Z_{2\max} &= 200 + 460 - 190 = 470 \text{ мкм}, \\ 2Z_{2\text{ном}} &= \frac{2Z_{2\max} + 2Z_{2\min}}{2} = \frac{470 + 200}{2} = 335 \text{ мкм} \end{aligned} \quad (7.9)$$

*Припуск на чорнове точіння*

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2}) \quad (7.10)$$

де  $Rz_0, D_0, T_{пр0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки;

$\varepsilon_{y1}$  – похибка установлення деталі при чорновому точінні.

Для заготовок масою від 4 до 25 кг  $Rz_0 = 240 \text{ мкм}, D_0 = 250 \text{ мкм},$

$T_{пр0} = 2,1 \text{ мкм}.$

Під час установлення деталі в патрон з центром  $\varepsilon_{y1} = 100 \text{ мкм}$

Тоді:

$$2Z_{1\min} = 2(240 + 250 + \sqrt{2100^2 + 100^2}) = 5185 \text{ мкм}$$

Загальний припуск матеріалу

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Z_{i\text{ном}} = 53,5 + 172 + 335 + 5185 = 5745 \text{ мкм} \quad (7.11)$$

Приймаємо  $2Z_{\text{сум}} = 6\text{мм}$

### Вибір режимів обробки заготовки

Виготовлення вала ротора із заготовки представлено у вигляді технологічного маршруту (таблиця 7.1)

Таблиця 7.1 Технологічний маршрут виготовлення вала ротора

Номер операції	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, оснащення, ріжучий і вимірювальний інструмент
10	Заготівельна	Поковка, Саль 45 ГОСТ 1050-74
20	Фрезерно-центрувальна УЗЗ	Фрезерно-центрувальний верстат, лещата
20.1	Торцювати пов.1,2 в розмір $L=810\text{мм}$	Торцеві фрези $\varnothing 100$ , Т15К10, ШЦ-1
20.2	Центрувати пов. 3,4	Центрові свердла $\varnothing 10$ ; Р6М5; ШЦ1
30	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, центри, поводи
30.1	Точити пов.5 на $l=81\text{мм}$ , $\varnothing 56$ начорно	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
30.2	Точити пов.5 на $l=81\text{мм}$ , $\varnothing 56n6$	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
30.3	Торцювати пов.6 $z=3$ мм витримавши пов.5 $L=84\text{мм}$ за кресленням	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi = 90^0$ , $\varphi_1=15^0$ , $\beta=75^0$ , ШЦ1
30.4	Точити пов.7 на $l=106\text{мм}$ , $\varnothing 75$ начорно з припуском на шліфування	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
30.5	Точити пов.8 на $l=81\text{мм}$ , $\varnothing 80$ начорно	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
30.6	Точити пов.8 на $l=81\text{мм}$ , $\varnothing 80d9$	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
30.7	Торцювати пов.9 $z=3$ мм витримавши $L=274\text{мм}$ за кресленням	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi = 90^0$ , $\varphi_1=15^0$ , $\beta=75^0$ , ШЦ1
30.8	Точити пов.10 $\varnothing 130$ на прохід	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^0$ , $\varphi_1=45^0$ , $\beta=90^0$
30.9	Точити канавки на $\varnothing 73$ $b=5$ мм, пов. 11	Різець канавковий, Т15К6, $b=5\text{мм}$ , $\varphi=95^0$ , $\varphi_1=95^0$
30.10	Зняти фаску $2,5 \times 45^0$ пов.12,13	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^0$ , $\varphi_1=45^0$ , $\beta=90^0$

## Продовження таблиці 7.1

Номер операції	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, оснащення, ріжучий і вимірювальний інструмент
40	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, центри, поводи
40.1	Точити пов.14 на $l=38\text{мм}$ , $\varnothing 75$ начорно з припуском на шліфування	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
40.2	Точити пов.15 на $l=72\text{мм}$ , $\varnothing 80$ начорно	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
40.3	Точити пов.15 на $l=72\text{мм}$ , $\varnothing 80d9$	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
40.4	Торцювати пов.16 $z=3$ мм витримавши $L=110\text{мм}$ за кресленням	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi = 90^0$ , $\varphi_1=15^0$ , $\beta=75^0$ , ШЦ1
40.5	Точити пов.17 на $l=20\text{мм}$ , $\varnothing 90$ начорно	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
40.6	Точити пов.18 на $l=397\text{мм}$ , $\varnothing 100$ начорно	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
40.7	Точити пов.18 на $l=397\text{мм}$ , $\varnothing 100k6$	Різець прохідний упорний правий Т15К6, $\varphi = 90^0$ $\varphi_1 = 15^0$ $\beta = 90^0$ , ШЦ-1
40.8	Торцювати пов.19 $z=3$ мм витримавши $L=530\text{мм}$ за кресленням	Різець прохідний упорний правий, Т15К6, $\varphi = 90^0$ , $\varphi_1=15^0$ , $\beta=75^0$ , ШЦ1
40.9	Точити канавку на $\varnothing 73$ $b=5$ мм, пов. 20	Різець канавковий, Т15К6, $b=5\text{мм}$ , $\varphi=95^0$ , $\varphi_1=95^0$
40.10	Точити канавку на $\varnothing 84$ $b=5$ мм, пов. 21	Різець канавковий, Т15К6, $b=5\text{мм}$ , $\varphi=95^0$ , $\varphi_1=95^0$
40.11	Нарізати різьбу пов. 22 М90x2 на $l=15$	Різець різбовий, Т15К6, $\beta=60^0$ , $\alpha=3^0$ , різбовий калібр
40.12	Зняти фаску $2,5 \times 45^0$ пов.23	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, $\varphi = 45^0$ , $\varphi_1=45^0$ , $\beta=90^0$
50	Фрезерна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат
50.1	Фрезерувати шпоночний паз, пов.24, $B=28$ мм, $h=15\text{мм}$ , $l=395$ мм	Кінцева фреза $\varnothing 28$ , ШЦ-1, глибиномір, калібр
50.2	Фрезерувати шпоночний паз, пов.25, $B=14$ мм, $h=6,5\text{мм}$ , $l=65$ мм	Кінцева фреза $\varnothing 14$ , ШЦ-1, глибиномір, калібр
60	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2А125, кондуктор, опора призматична.

Продовження таблиці 7.1

Номер операції	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, оснащення, ріжучий і вимірювальний інструмент
60.1	Свердлити отвір під М10-8Н пов. 26	Свердло Ø9,8 , Р6М5
60.2	Нарізати різьбу під М10-8Н пов.26	Мітчик маш., пробка М10-8Н
70	Термічна УЗЗ	Установка СВЧ
70.1	Нормалізувати до НВ 200...250	За технологічною інструкцією
70.1	Гартувати до НРС 60...75	Нагрівом поверхні СВЧ
80.4	Шліфувати начисто пов.7 Ø75к6, L=38	Круг 1 250×25×32 14AF40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83, скоба 75к6

**Розрахунок режимів різання і норм часу**

**Токарна 30**

**Перехід 30.1.** Точити пов. 5 начорно Ø56п6; l=81мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{62 - 56}{2} = 3 \text{ мм. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину}$$

різання  $t = 2,5 \text{ мм.}$

2. Вибираємо подачу . Приймаємо  $S_g = 0,6 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною

формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{105}{120^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 42,02 \text{ м/хв.} \quad (7.12)$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 42,02}{3,14 \cdot 62} = 216 \text{ об/хв.} \quad (7.13)$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_g = 500 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 62 \cdot 500}{1000} = 97,34 \text{ м/хв.} \quad (7.14)$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3; \quad (7.15)$$

де  $L_0 = 81$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

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

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 2,5 \cdot \text{ctg } 90^\circ = 0$  мм – величина врізання різця у заготовку;

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 81 + 2 = 83 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L_p}{n_6 S_g} = \frac{83}{500 \cdot 0,6} = 0,28 \text{ хв.} \quad (7.16)$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на поворот різцетримача – 0,05 хв;

2 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

3 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{\text{доп.1}} = 0,21$  хв.

**Перехід 30.2.** Точити пов. 5 начисто  $\varnothing 56 \text{ н}6$ ;  $l = 81$  мм.

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,5$  мм.

2. Вибираємо подачу при чистовому точінні із шорсткістю  $Ra = 1,6$  що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r = 0,4$  мм. За паспортними даними верстата приймаємо  $S_g = 0,1$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{180}{120^{0,3} 0,5^{0,1} 0,1^{0,25}} = 171,62 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 171,62}{\pi \cdot 56,5} = 967 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення  $n_6=800$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 56,5 \cdot 800}{1000} = 141,9 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0 = 81$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 90^\circ = 0$  мм – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = 0$  мм – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 81 + 2 = 83 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{83}{800 \cdot 0,1} = 1,04 \text{ хв}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

2 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{\text{доп.2}} = 0,16$  хв.

**Перехід 30.3.** Торцювати пов. 10  $\varnothing 86$ ; припуск  $z=3$ мм.

1. Вибираємо глибину різання. Припуск на обробку точимо за один прохід. Глибина різання  $t = z = 3$ мм.

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

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром до 100мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця 16×25 мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,6\dots 1,2$  мм/об. За паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20 приймаємо подачу  $S_v=0,6$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} ;$$

де  $T=120$ хв – середнє значення періоду стійкості різця

$C=165$  – постійний коефіцієнт швидкості різання для даних режимів різання

$$V = \frac{105}{120^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 64,22 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 64,22}{3,14 \cdot 86} = 238 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_g=250$  об/хв

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_g}{1000} = \frac{3.14 \cdot 86 \cdot 250}{1000} = 67,5 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$$L_o = \frac{D_{заг} - d}{2} = \frac{86 - 56}{2} = 15 \text{ мм} \text{ — довжина оброблюваної поверхні}$$

заготовки;

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

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 2,5 \cdot \text{ctg } 90^\circ = 0$  мм — величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0$  мм — величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 15 + 2 = 17 \text{ мм.}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{оз} = \frac{L_p}{n_g \cdot S_g} = \frac{17}{250 \cdot 0,6} = 0,11 \text{ хв.}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на включення поперечної подачі — 0,08 хв;

2 Час на контрольні виміри — 0,08 хв.

Усього  $t_{доп.3} = 0,16$  хв.

**Перехід 30.4.** Точити пов. 7 начорно  $\varnothing 75$ ;  $l = 106$  мм.

1. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 2,5$  мм.

2. Вибираємо подачу . Приймаємо  $S_g=0,6$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{105}{120^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 42,02 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 42,02}{3,14 \cdot 86} = 156 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_g=125$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 86 \cdot 125}{1000} = 33,76 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_o = 106$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

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

$L_2 = t \cdot \text{ctg } \varphi = 2,5 \cdot \text{ctg } 90^\circ = 0$  мм – величина врізання різця у заготовку;

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 106 + 2 = 104 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{104}{125 \cdot 0,6} = 1,39 \text{ хв.}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

2 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{\text{доп.4}} = 0,16$  хв.

**Перехід 30.5.** Точити пов. 8 начорно  $\varnothing 80$ ;  $l = 81$  мм.

1. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 2,5$  мм.

2. Вибираємо подачу. Приймаємо  $S_g = 0,6$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{105}{120^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 42,02 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 42,02}{3,14 \cdot 86} = 156 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_g = 125$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_g$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_g}{1000} = \frac{\pi \cdot 86 \cdot 125}{1000} = 33,76 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

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

$L_d = 81$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 2,5 \cdot \operatorname{ctg} 90^\circ = 0 \text{ мм}$  – величина врізання різця у заготовку;

$L_3 = 0 \text{ мм}$  – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 81 + 2 = 83 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{05} = \frac{L_p}{n_g S_g} = \frac{83}{125 \cdot 0,6} = 1,1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

2 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{\text{доп.5}} = 0,16 \text{ хв.}$

**Перехід 30.6.** Точити пов. 8 начисто  $\varnothing 80 \text{ d9}$ ;  $l = 81 \text{ мм.}$

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,5 \text{ мм.}$

2. Вибираємо подачу при чистовому точінні із шорсткістю  $R_a = 1,6$  що відповідає 6 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r = 0,4 \text{ мм.}$  За паспортними даними верстата приймаємо  $S_g = 0,1 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,1} S^{0,25}} = \frac{180}{120^{0,3} 0,5^{0,1} 0,1^{0,25}} = 171,62 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 171,62}{\pi \cdot 80,5} = 679 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{\text{заг}}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення  $n_g = 630 \text{ об/хв.}$

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_\partial = \frac{\pi D_{заг} n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 80,5 \cdot 630}{1000} = 159,2 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\partial + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_\partial = 81 \text{ мм}$  – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2 \text{ мм}$  – відстань для підводу різця до заготовки з робочою подачею;

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 90^\circ = 0 \text{ мм}$  – відстань врізання у заготовку прохідного відігнутого правого різця;

$L_3 = 0 \text{ мм}$  – відстань перебігу різця для повної обробки поверхні.

$$L_p = 81 + 2 = 83 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{06} = \frac{L_p}{n_e S_e} = \frac{83}{630 \cdot 0,1} = 1,32 \text{ хв.}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

2 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{\text{доп.6}} = 0,16 \text{ хв.}$

**Перехід 30.7.** Торцювати пов. 9  $\varnothing 130$ ; припуск  $z=3 \text{ мм}$ .

1. Вибираємо глибину різання. Припуск на обробку точимо за один прохід. Глибина різання  $t = z = 3 \text{ мм}$ .

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

При зовнішньому обробленні сталевих деталей діаметром понад 100мм з глибиною різання до 3мм та перетином тіла різця 16×25 мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,8...1,3$  мм/об. За паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20 приймаємо подачу  $S_B=0,8$ мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}};$$

де  $T=120$ хв – середнє значення періоду стійкості різця

$C=165$  – постійний коефіцієнт швидкості різання для даних режимів різання

$$V = \frac{80}{120^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} = 58,08 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 58,08}{3,14 \cdot 136} = 136 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_6=125$  об/хв

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_6}{1000} = \frac{3,14 \cdot 136 \cdot 125}{1000} = 53,38 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_0 = \frac{D_{заг} - d}{2} = \frac{136 - 80}{2} = 28 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні}$$

заготовки;

$L_1 = 2 \text{ мм}$  – відстань для підводу різця з робочою подачею;

$L_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 2,5 \cdot \text{ctg} 90^\circ = 0 \text{ мм}$  – величина врізання різця в заготовку.

$L_3 = 0 \text{ мм}$  – величина перебігу різця для завершення процесу обробки поверхні.

$$L_p = 28 + 2 = 30 \text{ мм.}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{07} = \frac{L_p}{n_g \cdot S_g} = \frac{30}{125 \cdot 0,8} = 0,3 \text{ хв.}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

2 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{\text{доп.7}} = 0,16 \text{ хв.}$

**Перехід 30.8.** Точити пов. 10 начорно  $\varnothing 130$ ;  $l = 9 \text{ мм.}$

1. Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 3 \text{ мм.}$

2. Вибираємо подачу . Приймаємо  $S_g = 0,8 \text{ мм/об.}$

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} = \frac{80}{120^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} = 28,16 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 28,16}{3,14 \cdot 136} = 66 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_6=63$  об/хв.

6. За прийнятним значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 136 \cdot 63}{1000} = 26,9 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_{\partial} + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_{\partial} = 9$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

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

$L_2 = t \operatorname{ctg} \varphi = 3 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 3$  мм – величина врізання прохідного відігнутого правого різця у заготовку;

$L_3 = t \operatorname{ctg} \varphi_1 = 3 \operatorname{ctg} 45^{\circ} = 3$  мм – величина перебігу різця для завершення обробки поверхні;

$$L_p = 9 + 2 + 3 + 3 = 17 \text{ мм}$$

7. Основний час на виконання переходу

$$t_{08} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{17}{63 \cdot 0,8} = 0,34 \text{ хв.}$$

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на поворот різцетримача – 0,05 хв;

2 Час на включення поперечної подачі – 0,08 хв;

3 Час на контрольні виміри – 0,08 хв.

Усього  $t_{доп.8} = 0,21$  хв.

**Перехід 30.9.** Точити канавку пов. 11  $\varnothing 73$ ; В = 5 мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні  $t = 1$  мм.

2. Вибираємо подачу . Приймаємо  $S_6 = 0,6$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} f^{0,5} S^{0,35}} = \frac{105}{120^{0,2} \cdot 1^{0,5} \cdot 0,6^{0,35}} = 48,2 \text{ м/хв.}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 48,2}{\pi \cdot 75} = 204,7 \text{ об/хв.}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_6 = 200$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi D_{заг} n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 75 \cdot 200}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0$$

$L_0 = 5$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

8. Основний час на виконання переходу

$$t_{09} = \frac{L_p}{n_6 S_6} = \frac{5}{200 \cdot 0,6} = 0,04 \text{ хв.}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{дз} = t_1 + t_2,$$

$t_1 = 0,11$  хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упру;

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

$$t_{дз} = 0,11 + 0,1 = 0,21 \text{ хв} \quad (7.17)$$

### Перехід 30.10. Точити фаску $2,5 \times 45^\circ$ пов.12

Оберти шпинделя залишаються такі ж, як і під час зовнішнього обточування з тим, щоб не витратити час на перемикання швидкості. Затрачений час на точіння галтелей, зняття фасок визначається за табл. 6, додаток А і приймається як основний час  $t_{10} = 2 \cdot 0,18 = 0,36$  хв.

Допоміжний час для переходу складається зі складових:

1 Час на поворот різцетримача – 0,05 хв;

Усього  $t_{\text{доп.10}} = 0,05$  хв.

Основний час на виконання всієї токарної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i t_{oi} = 0,28 + 1,04 + 0,11 + 1,39 + 1,1 + \quad (7.18)$$

$+ 1,32 + 0,3 + 0,34 + 0,04 + 0,36 = 6,28$  хв.

Сумарний допоміжний час на виконання операції

$$T_d = 0,05 + 0,21 \cdot 3 + 0,16 \cdot 6 = 1,64 \text{ хв.}$$

Операційний час

$$T_{\text{оп.}} = T_o + T_d = 6,28 + 1,64 = 7,92 \text{ хв} \quad (7.19)$$

Штучний час

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{оп.}} + T_{\text{шт.}} = 7,92 + 0,10 = 8,02 \text{ хв.} \quad (7.20)$$

де  $T_{\text{шт.}}$  – час на природні потреби;  $T_{\text{шт.}} = 0,10$  хв.

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

Калькуляційний час, хв.

$$T_{\text{кальк.}} = T_{\text{шт.}} + t_{\text{пз.}} / n = 8,02 + 24 / 200 = 8,14 \text{ хв.} \quad (7.21)$$

$t_{\text{пз.}} = 24$  хв.

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{8,14} \approx 7 \text{ деталей} \quad (7.22)$$

## Фрезерна 50

**Перехід 50.1.** Фрезерувати шпоночний паз пов. 24 Ø100.

1. Глибина фрезерування  $t=15\text{мм}$ , а ширина фрезерування –  $b=28\text{мм}$ .

2. Визначимо подачу на зуб фрези при фрезеруванні паза глибиною  $t=15\text{мм}$  і шириною  $b=28\text{мм}$  кінцевою фрезою із швидкоріжучої сталі. Попередньо приймаємо  $S_z=0,03\text{мм/зуб}$ .

3. Визначимо розрахункову швидкість різання, яка розраховується за допомогою емпіричної формули. При обробці конструкційної сталі кінцевими фрезами з швидкоріжучої сталі:

$$V = \frac{73,5D_\phi^{0,25}}{T^{0,2}t^{0,1}S_z^{0,2}B^{0,15}Z^{0,1}} = \frac{73,5 \cdot 28^{0,25}}{60^{0,2} \cdot 15^{0,1} \cdot 0,03^{0,2} \cdot 28^{0,15} \cdot 5^{0,1}} = 59,22\text{м/хв.} \quad (7.23)$$

де  $T=60\text{хв}$  – стійкість фрези

4. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 50}{\pi \cdot 28} = 569 \text{ об/хв.} \quad (7.24)$$

5. Розрахункову кількість обертів  $n_p$  корегуємо за паспортом вертикального-фрезерного верстата 6М12П, і приймаємо найближче менше значення  $n_s=500$  об/хв, яке використовується у подальших розрахунках.

6. За прийнятим значенням  $n_s$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_\phi n_s}{1000} = \frac{\pi \cdot 28 \cdot 500}{1000} = 43,96 \text{ м/хв.} \quad (7.25)$$

7. Визначаємо подачу на 1 оберт фрези:

$$S_{\text{об. фр}} = S_{z_6} \cdot z = 0.03 \cdot 5 = 0.15; \quad (7.26)$$

**8.** Визначимо хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об. фр}} n_6 = 0.03 \cdot 5 \cdot 500 = 75 \text{ мм/хв.} \quad (7.27)$$

**9.** Із ряду паспортних даних вертикального-фрезерного верстата 6М12П приймаємо поперечну подачу  $S_{\text{хв}_6} = 63 \text{ мм/хв.}$

**10.** Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3 = 395 + 2 + 14 = 411 \text{ мм,}$$

де  $L_0 = 395, \text{ мм.}$  - довжина фрезерування,

$L_1 = 2 \text{ мм}$  – відстань підводу інструменту до заготовки з робочою подачею;

$$L_2 + L_3 = 14$$

**11.** Основний час на перехід:

$$T_0 = t_{01} = L_p / S_{\text{хв}} = \frac{411}{63} = 0,65 \text{ хв.} \quad (7.28)$$

Допоміжний час:

На встановлення і зняття деталі

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} \quad (7.29)$$

де  $t_{y1} = 0,49 \text{ хв}$  — допоміжний час безпосередньо на встановлення і зняття деталі

$t_{y2} = 0,10 \text{ хв}$  — додаток на очищення місця від стружки.

Тоді  $t_y = 0,49 + 0,10 = 0,59 \text{ хв.}$

Допоміжний час пов'язаний з переходом для верстатів з довжиною стола 600мм, автоматичне переміщення, при фрезеруванні пазів фрезою, установленою на розмір  $t_d = 0,06 \text{ хв.}$

Тоді допоміжний час

$$T_d = t_y + t_d = 0,59 + 0,06 = 0,65 \text{ хв.} \quad (7.30)$$

**Перехід 50.2.** Фрезерувати шпоночний паз пов. 25 Ø56.

1. Глибина фрезерування  $t=6,5\text{мм}$ , а ширина фрезерування –  $b=14\text{мм}$ .

2. Визначимо подачу на зуб фрези при фрезеруванні паза глибиною  $t=6,5\text{мм}$  і шириною  $b=14\text{мм}$  кінцевою фрезою із швидкоріжучої сталі. Попередньо приймаємо  $S_z=0,03\text{мм/зуб}$ .

3. Визначимо розрахункову швидкість різання, яка розраховується за допомогою емпіричної формули. При обробці конструкційної сталі кінцевими фрезами з швидкоріжучої сталі:

$$V = \frac{73,5D_\phi^{0,25}}{T^{0,2}t^{0,1}S_z^{0,2}B^{0,15}Z^{0,1}} = \frac{73,5 \cdot 14^{0,25}}{60^{0,2} \cdot 6,5^{0,1} \cdot 0,03^{0,2} \cdot 14^{0,15} \cdot 5^{0,1}} = 60\text{м/хв.}$$

де  $T=60\text{хв}$  – стійкість фрези

4. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi D_\phi} = \frac{1000 \cdot 60}{\pi \cdot 14} = 1365 \text{ об/хв.}$$

5. Розрахункову кількість обертів  $n_p$  корегуємо за паспортом вертикального-фрезерного верстата 6М12П, і приймаємо найближче менше значення  $n_e=1250$  об/хв, яке використовується у подальших розрахунках.

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi D_\phi n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 14 \cdot 1250}{1000} = 54,95 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо подачу на 1 оберт фрези:

$$S_{\text{об. фр}} = S_{z_e} \cdot z = 0,03 \cdot 5 = 0,15;$$

8. Визначимо хвилинну подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об. фр}} \cdot n_e = 0,03 \cdot 5 \cdot 1250 = 187,5 \text{ мм/хв.}$$

9. Із ряду паспортних даних вертикального-фрезерного верстата 6М12П приймаємо поперечну подачу  $S_{x_e}=160$  мм/хв.

10. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_\delta + L_1 + L_2 + L_3 = 65 + 2 + 28 = 95 \text{ мм},$$

де  $L_\delta = 65$ , мм. - довжина фрезерування,

$L_1 = 2$  мм – відстань підводу інструменту до заготовки з робочою подачею;

$$L_2 + L_3 = 28$$

**11. Основний час на перехід:**

$$T_0 = t_{01} = L_p / S_{xe} = \frac{95}{160} = 0,59 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,59 + 0,65 + 0,65 = 1,89 \text{ хв.},$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$$

де  $T_{об} = 0,045 T_{оп}$  і  $T_{пер} = 0,06 T_{оп}$  – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого  $v_{swz}$  s на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу

$$T_{шт} = 1,89 + 0,045 \cdot 1,89 + 0,06 \cdot 1,89 = 1,98 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на фрезерування однієї деталі

$$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n$$

де  $T_{п.з}$  – підготовчо-завершувальний час (сума часу налагоджування верстату – 14,7 хв. та на одержання наряду – 7 хв

$$T_{п.з} = 14,7 + 7 = 21,7 \text{ хв.}$$

тоді

$$T_k = 1,98 + 21,7/200 = 2,09 \text{ хв}$$

Тоді норма виробітку:  $N = 60/T_k = 60/2,09 = 29$  деталей.

## Свердлильна

**Перехід 60.1.** Свердлити отвір  $\varnothing 9,8$  під різьбу М10-8Н.

1. Глибина різання при свердленні дорівнює половині діаметра оброблюваного отвору:

$$t = \frac{d_{ce}}{2} = \frac{9,8}{2} = 4,9 \text{ мм}. \quad (7.31)$$

2. За нормативними даними вибираємо подачу в залежності від діаметра отвору та міцністних характеристик заготовки матеріалу. При свердленні сталевих деталей з  $\sigma_B \leq 800$  МПа подача вибирається з інтервалу  $S=0,16..0,20$  мм/об. За паспортними даними вертикально-свердлильного верстата 2A125 приймаємо подачу  $S_B=0,2$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка залежить від діаметра свердла та його матеріалу, інтервалу подач та характеристик оброблюваного матеріалу, за емпіричною формулою:

$$V_c = \frac{3,5 \cdot d_{ce}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S^{0,7}} = \frac{3,5 \cdot 9,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 14,13 \text{ м/хв}; \quad (7.32)$$

де  $T = 25$  хв – середнє значення періоду стійкості свердла

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d_{ce}} = \frac{1000 \cdot 14,13}{\pi \cdot 9,8} = 459 \text{ об/хв}. \quad (7.33)$$

5. Розрахункову кількість обертів  $n_p$  корегуємо з паспортними даними прийнятого верстата і приймаємо ближче менше значення –  $n_6=355$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d_{ce} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 9,8 \cdot 355}{1000} = 10,9 \text{ м/хв}. \quad (7.34)$$

7. Розрахункова довжина обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3 = 26,5 + 2 + 4 = 32,5 \text{ мм};$$

де  $L_o = 26,5$  мм – глибина свердлення;

$L_1 = 2$  мм – відстань підводу інструменту до деталі з робочою подачею;

$L_2, L_3$  – величина врізання і перебігу свердла:  $L_2 + L_3 = 4$  мм

8. Основний час на свердлення отвору:

$$t_{01} = \frac{L_3}{S_6 \cdot n_6} = \frac{32,5}{0,2 \cdot 355} = 0,92 \text{ хв.} \quad (7.35)$$

Допоміжний час:

1. Час на установку і зняття заготовки в кондукторі – 0,34 хв.
2. Час зв'язаний з переходом  $2 \cdot 0,08 = 0,16$  хв.
3. Час на вихід свердла для знищення стружки і наступне введення його в отвір – 0,06 хв.

Допоміжний час всього  $t_{\text{доп.4}} = 0,56$  хв.

Оскільки свердлиться , 2 отвори тоді

Оперативний час

$$t_{\text{оп}} = T_0 + t_{\text{доп.4}} = 2 \cdot 0,92 + 0,56 + 0,22 = 2,62 \text{ хв.}, \quad (7.36)$$

$$T_{\text{шт.}} = t_{\text{оп.}} + T_{\text{шт.}} = 2,62 + 0,10 = 2,72 \text{ хв.} \quad (7.37)$$

де  $T_{\text{шт.}}$  – час на природні потреби;  $T_{\text{шт.}} = 0,10$  хв.

Калькуляційний час, хв.

$$T_{\text{кальк.}} = T_{\text{шт.}} + t_{\text{пз.}} / 200 = 2,72 + 7 / 200 = 2,76 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{2,76} \approx 22 \text{ деталей}$$

## Шліфувальна 80

### Перехід 80.1. Шліфувати начорно пов. 14 $\varnothing 75$ к6, L=38

1.Вибираємо круглошліфувальний верстат 3А110В який дозволяє проводити обробку як методом поздовжніх проходів, так і методом врізання. Заготовку закріплюємо за допомогою центрів і поводка.

2.Вибираємо інструмент. Приймаємо марку круга:

(1 250×25×32 F40-50 C2 6 K 35 A 2 2424-83)

3. Знаходимо глибину шліфування  $t$  мм (поперечна подача  $S_{\text{поп}}$ , мм). При зовнішньому шліфуванні сталевій деталі діаметром 75мм та довжиною до  $3D$  приймаємо  $t=0,02$ мм

4. Розрахуємо поздовжню подачу:

$$S_{\text{поз}} = \beta \cdot B = 0,45 \cdot 37 = 16,65 \text{ мм/об}, \quad (7.38)$$

де  $\beta = 0,45$  – розрахунковий коефіцієнт

$B = 37$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану поздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки поздовжня подача у верстаті безступінчаста, то її значення має відповідати крайньому граничному значенню з паспортних даних верстата.

5. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C_v \cdot D_d^x}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 75,5^{0,3}}{30^{0,5} \cdot 0,02^1 \cdot 0,45} = 20,04 \text{ м/хв}, \quad (7.39)$$

де  $T=30$  хв – стійкість шліфувального круга.

6. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d} \quad (7.40)$$

$$n_d = \frac{1000 \cdot 20,04}{\pi \cdot 75,5} = 104,5 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3А110В вибираємо ближче менше значення ( $n_e = 100$  об/хв.).

7. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,05 \text{ м/с}, \quad (7.41)$$

де  $D_k$  - діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  – кількість обертів шліфувального круга, об/хв (приймається за паспортом верстата).

Швидкість переміщення стола знаходимо за формулою:

$$V_c = \frac{S_{np} \cdot n_d}{1000} = \frac{16,65 \cdot 100}{1000} = 1,665 \text{ м/хв.} \quad (7.42)$$

8.Основний час (хв.) визначимо за формулою:

$$T_{01} = \frac{2L_p \cdot h}{n_d \cdot S_{\text{повз}} \cdot B \cdot t} K = \frac{2 \cdot 65 \cdot 0,3}{100 \cdot 16,65 \cdot 37 \cdot 0,02} 1,3 = 0,032 \text{ хв}, \quad (7.43)$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B + L_2 = 37 + 25 + 3 = 65 \text{ мм}$$

$L = 37$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1, L_2 = 3$  мм - довжина перебігу, відповідно, правої і лівої сторони круга до оброблюваної поверхні;

$B = 25$  мм, ширина круга;

$h = 0,3$  мм- припуск на обробку;

$K = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга при чорновому шліфуванні.

9.Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{01} = 0,24$$

**Перехід 80.2.** Шліфувати начисто пов. 14  $\varnothing 75$ к6,  $L = 38$

1.Вибираємо круглошліфувальний верстат 3А110В який дозволяє проводити обробку як методом поздовжніх проходів, так і методом врізання. Заготовку закріплюємо за допомогою центрів і поводка.

2.Вибираємо інструмент. Приймаємо марку круга:

(1 250×25×32 F40-50 С2 6 К 35 А 2 2424-83)

3. Знаходимо глибину шліфування  $t$  мм (поперечна подача  $S_{\text{повз}}$ , мм). При зовнішньому шліфуванні сталевій деталі діаметром 75мм та довжиною до  $3D$  приймаємо  $t = 0,02$  мм

4. Розрахуємо поздовжню подачу:

$$S_{\text{повз}} = \beta \cdot B = 0,45 \cdot 37 = 16,65 \text{ мм/об},$$

де  $\beta = 0,45$  – розрахунковий коефіцієнт

$B = 37$  – ширина шліфувального круга, мм;

Розраховану поздовжню подачу узгоджуємо з паспортними даними верстата. Оскільки поздовжня подача у верстаті безступінчаста, то її значення має відповідати крайньому граничному значенню з паспортних даних верстата.

5. Розрахуємо швидкість обертання деталі:

$$V_d = \frac{C_v \cdot D_d^k}{T^m \cdot t^x \cdot \beta} = \frac{0,27 \cdot 75,5^{0,3}}{30^{0,5} \cdot 0,02^1 \cdot 0,45} = 20,04 \text{ м/хв},$$

де  $T=30$  хв – стійкість шліфувального круга.

6. Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d},$$

$$n_d = \frac{1000 \cdot 20,04}{\pi \cdot 75,5} = 104,5 \text{ об/хв}.$$

Із ряду обертів шпинделя круглошліфувального верстата 3А110В вибираємо ближче менше значення ( $n_e=100$  об/хв.).

7. Розрахуємо швидкість обертання шліфувального круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2680}{1000 \cdot 60} = 35,05 \text{ м/с},$$

де  $D_k$  - діаметр шліфувального круга, мм;  $n_k$  – кількість обертів шліфувального круга, об/хв (приймається за паспортом верстата).

Швидкість переміщення стола знаходимо за формулою:

$$V_c = \frac{S_{np} \cdot n_d}{1000} = \frac{16,65 \cdot 100}{1000} = 1,665 \text{ м/хв}.$$

8. Основний час (хв.) визначимо за формулою:

$$T_{ol} = \frac{2L_p \cdot h}{n_d \cdot S_{новз} \cdot B \cdot t} K = \frac{2 \cdot 65 \cdot 0,3}{100 \cdot 16,65 \cdot 37 \cdot 0,02} 1,3 = 0,032 \text{ хв},$$

де  $L_p$  – розрахункова довжина шліфування в мм;

$$L_p = L + L_1 + B + L_2 = 37 + 25 + 3 = 65 \text{ мм}$$

$L=37$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1, L_2 = 3\text{мм}$  - довжина перебігу, відповідно, правої і лівої сторони круга до оброблюваної поверхні;

$B = 25\text{мм}$ , ширина круга;

$h = 0,3\text{мм}$  - припуск на обробку;

$K = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує точність шліфування і знос круга при чорновому шліфуванні.

9. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{oi} = 0,24$$

Основний час на виконання всієї шліфувальної операції становить:

$$T_o = \sum_1^i T_{oi} = 0,032 \cdot 2 + 0,032 \cdot 2 = 0,128 \text{хв.}$$

Допоміжний час

$$T_d = 2t_y + \sum_1^i t_{\Delta i}, \quad (7.44)$$

Де  $t_y$  -- допоміжний час на установлення (переустановлення), закріплення і зняття деталі.

Для установлення деталей в патрон з центром  $t_y = 0,2$ .

Тоді:

$$T_d = 2 \cdot 0,24 + 0,24 \cdot 2 = 0,96 \text{хв.}$$

Операційний час

$$T_{op} = T_o + T_d = 0,128 + 0,96 = 1,088 \text{хв.}$$

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

$$T_{ex} = \frac{T_{np} \cdot T_o \cdot 1,1}{T} = 2 \cdot 0,128 \cdot 1,1 / 5 = 0,056 \text{хв.}$$

$T_{np}$  – час правки,  $T$  – стійкість шліфувального круга.

Штучний час становить  $T_{шт} = T_{op} + T_{ex} = 1,088 + 0,056 = 1,144 \text{хв.}$

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі  $T_k = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$ ,

Де  $T_{п.з.}$ -- підготовчо-завершувальний час на партію деталей.

Отже,  $T_{п.з.} = 7 \text{ хв}$ ;

$n$  – кількість деталей у партії.

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

$$T_k = T_{шт} + \frac{7}{200} = 1,144 + 0,035 = 1,179 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить

$$N = \frac{60}{T_k} = 50 \text{ деталей}$$

## 8. Вимоги до монтажу і технічного сервісу

Встановлення дробарки відбувається на бетонному фундаменті, відповідно до креслень рама дробарки з фундаментними болтами повинна бути залита у фундамент для надійного закріплення.

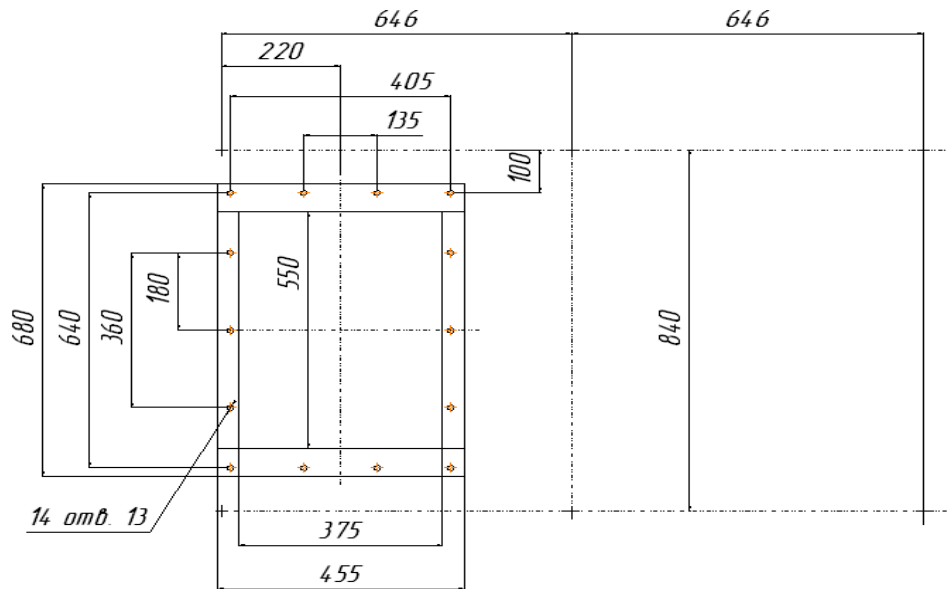


Рис.8.1 План розміщення отворів під фундаментні болти дробарки

Дробарка при встановленні повинна бути вирівняна по рівню. Як поверхні для визначення рівня необхідно використовувати поверхні що виступають над фундаментом, а саме оброблені поверхні самої рами дробарки.

Навантажувально-розвантажувальні роботи, а також процес підйому, установку дробарки на місці монтажу, дозволяється проводити лише за наявності закріплених прокладок між поверхнями станини та рами дробарки. Для стропування дробарки в її конструкції передбачені спеціальні отвори в станині. Рим-болти живильника допускається для використання лише суворо для підйому самого живильника.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Люлюка Д. М.	Вид документа <i>Пояснювальна записка</i>	Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Хільченко О. А.	Назва, додаткова назва <i>Вимоги до монтажу і технічного сервісу</i>	210715.KP.05.008 ПЗ		
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>

При встановленні дробарки необхідно зважати на експлуатаційні вказівки, написані в експлуатаційній документації.

Вся пуско-регулююча апаратура, за винятком пульта управління, має бути встановлена в приміщенні підвищеної безпеки, вибухобезпечному, сухому і опалювальному.

Пульт керування встановлюється в приміщенні ізолюваному від дробарки.

#### 8.1 Підготовка до роботи .

8.1.1 Перевірити технічний стан дробарки і її комплектність.

8.1.2 «Перед включенням дробарки необхідно перевірити цілісність електричного кабелю, надійність кріплення клем в коробці електродвигуна, і його заземлення і занулення.

8.1.3 Перевірити стан гвинтових з'єднань . (Ослаблені гвинтові з'єднання необхідно затягнути).

8.1.4 Необхідно перевірити коректність установки молотків на осях, чи надійно вони закріплення, та чи обертаються молотки навкруги осі і чи не торкаються один одного.

8.1.5 Необхідно перевірити стан деки, правильність установки деки, стан кріплення. Пошкоджені дека необхідно замінити на нові.

8.1.7 Необхідно перевірити правильність закріплення транспортних трубопроводів, їх герметичність.

8.1.8 Зняти кришку з вловлювача, від'єднати гайки-баранчики і перевірити наявність там магнітів. Очистити магніти від накопиченого металу, та прибрати камеру вловлювача від каміння та сміття.

Встановити на місце кришку з магнітами.

8.1.9 Кут регулятора встановити так, щоб був зазор 1.3 мм між отворами.

#### 8.2 Пробний пуск

8.2.1 Відкрити завдяки ключу кришку пульта керування і увімкнути автоматичний вимикач . (по електричній схемі SA1). Засвітиться сигнальна лампочка. Закрийте кришку пульта управління.

8.2.2 Натискуйте кнопку «Пуск», розміщену на пульта керування

8.2.3 Перевірте чи відповідає напряму обертання валу електродвигуна із вказівною стрілкою на корпусі дробарки.

У разі невідповідності напряму обертання з позначкою необхідно натискувати на кнопку «Викл», розміщену на пульта керування і повідомити відповідального працівника.

8.2.4 Під час першого пуску слід перевірити дробарку протягом 10 хвилин на холостому ході, тобто без подачі сировини в дробарку. Протягом цього часу необхідно на слух оцінити роботу машини.

8.2.5 Дробарка повинна працювати рівномірно без вібрацій, а ротор з молотками повинен видавати рівномірний шум.

8.2.6 Якщо знайдені відхилення в роботі дробарки слід відразу ж вимкнути електродвигун дробарки, натиснувши на кнопку «Викл» що знаходиться на пульта керування.

8.2.7 Визначити причину несправності машини і виправити несправність.

8.2.8 Після усунення несправності провести повторний запуск дробарки.

### 8.3 Робота дробарки

8.3.1 Після огляду і пробного пуску можна починати роботу дробарки відповідно до її призначення.

#### 8.3.2 Порядок роботи

а) після досягнення номінальних оборотів дробарки подається матеріал;

б) на початку забірник слід встановити на мінімальний підсос. (Кільце-заслінку встановити так, щоб отвір був перекритий на половину);

в) рухаючи кільце-заслінку треба підібрати конкретне положення, щоб був максимальний забір, але не створювало надмірне навантаження на електродвигун;

г) рухаючи кут-регулятор треба налаштувати позицію найоптимальніше. (Дробарка не повинна «задихатися»);

д) після завершення процесу дроблення матеріалу забірник забрати з матеріалу і лишити працювати на 1, 2 хвилини щоб видалити залишки зі молоткової камери та всмоктуючого трубопроводу;

е) електродвигун вимкнути, натискаючи на кнопку «Викл», що знаходиться на пульті керування.

#### 8.4 Технічне обслуговування

Види технічного обслуговування дробарки приведені в таблиці 8.1

Таблиця 8.1 Види технічного обслуговування дробарки

Технічного обслуговування	Перелік робіт що виконуються
Щоденне технічне обслуговування	Перевірити комплектність, надійність гвинтових з'єднань, технічний стан електрообладнання, стан манжет
Періодичне технічне обслуговування	Після 50 годин роботи перевірити: Стан молотків і осей; Стан манжет; Стан деки. Після 500 годин роботи перевірити: Стан робочих деталей дробарки (ротор молотки, вентилятора, вентилятор, осі, деки); Стан електродвигуна. Після 1500 годин роботи необхідно провести заміну мастила в підшипниках.

## 8.5 Поточний ремонт

8.5.1 Спосіб усунення можливих несправностей дробарки приведено в таблиці 8.2

Таблиця 8.2 Спосіб усунення можливих несправностей дробарки

Можлива несправність	Причина	Спосіб усунення
Зниження продуктивності	<ul style="list-style-type: none"><li>• дека засмічена</li><li>• мала «тяга» матеріалу для дроблення</li> <li>• потрапляння в уловлювач тканинних матеріалів (папір, рукавиця, шматок поліетиленової плівки, і т.п.)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• очистити деки</li><li>• закрити кут-регулятор відкрити кільце-заслінку вогкість матеріалу підвищена. (для дроблення не більше 18%)</li> <li>• вимкнути дробарку, зняти кришку уловлювача, очистити уловлювач, встановити кришку на місце</li></ul>

Продовження табл. 8.2

Можлива несправність	Причина	Спосіб усунення
Поява нероздроблених зерен в помелі	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дека пошкоджена</li> <li>• дека нещільно прилягає до корпусу дробарки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• замінити деку</li> <li>• встановити деку без зазорів</li> </ul>
Надмірна вібрація	<ul style="list-style-type: none"> <li>• потрапляння стороннього тіла</li> <li>• зламаний молоток</li> <li>• зношені молотки</li> <li>• комплект молотків не розфасований по вазі по осях</li> <li>• поставлені молотки не по конструкторській документації</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• видалити чужорідне тіло</li> <li>• очистити уловлювач</li> <li>• замінити деку</li> <li>• замінити весь комплект фірмовими молотками</li> <li>• замінити весь комплект фірмовими молотками</li> <li>• замінити весь комплект фірмовими молотками</li> <li>• замінити весь комплект фірмовими молотками</li> </ul>
Висока температура електродвигуна (не більш 90*С)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• високий тиск під час подачі матеріалу в змішувач кормів</li> <li>• вологість матеріалу понад 18%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• очистити вузол аспірації на змішувачі кормів</li> <li>• зменшити забір матеріалу, прикрити кільце заслінку</li> </ul>

Продовження табл. 8.2

Можлива несправність	Причина	Спосіб усунення
Висока температура електродвигуна (не більш 90*С)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• невідповідність фаз по струму і напрузі не більше 5%</li> <li>• одна фаза відсутня</li> <li>• теплове реле і струм відсічення налаштоване неправильно</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• причини усунути головному енергетику</li> <li>• поставити блок-захисти БЗ-06 як додаткову опцію</li> </ul>
Дробарка «пливе по підлозі»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• порушена рівноваги молоткової головки (некоректно встановлені молотки, або ж встановлені не фірмові молотки)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• телефонувати на підприємство-виготівник</li> </ul>

8.5.2 Заміна деки

8.5.2.1 Виконати вимоги 8.3.2(д), 8.3.2(е) .

8.5.2.2 За допомогою ключа відкрити кришку пульта керування і вимкнути автоматичний вимикач. Після цього Сигнальна лампочка згасне. Закрийте кришку пульта.

8.5.2.3 Відкрити передню кришку.

8.5.2.4 На місце зношеної або пошкодженої деки або деки яка не відповідає технологічному процесу встановити нову. Дека повинна щільно прилягати по всьому колу та бути надійно закріплено в гнізді.

8.5.2.5 Перевірити, радіальний рух молотків і чи не торкаються вони під час роботи один одного(це можна перевірити прокрутивши ротор декілька разів)

8.5.2.6 Закрити передню кришку.

8.5.3 Заміна молотків

8.5.3.1 В разі будь-яких маніпуляцій з молотками(обороту чи заміні), необхідно вчинити так зі всім набором щоб запобігти порушення рівноваги та нерівномірному зношувані робочих органів.

Після обороту кожен молоток, повинен бути закріплений на тому ж місці що і раніше.

При обертанні рукою молоткового ротора молотки не повинні чіплятися за диск ротора, або один за одного, також деки.

Не можна монтувати молотки з дефектатами та погнуті молотки чи осі.

В експлуатацію дозволено використовувати лише ті молотки що виготовляються підприємством виробником обладнання що гарантуватиме допомогу від нього, та взаємозамінність самих деталей чи органів.

8.5.3.2 Після установки молотків роботу дробарки перевірити на холостому ходу (дивися п. 8.2) і впевнитись у відсутності вібрації.

## 9. Опис системи управління

Зерно з бункеру , через шнековий живильник, який приводиться в дію за допомогою електродвигуна потрапляє в трубопровід. Завантаженість бункера контролюється за допомогою ємнісного рівнеміра ба по місцю, та сигналізатора бб на щиті оператора. Кількість зерна, яка подається регулюється електронною задвижкою. Зерно самопливом проходить через магніт, очищується від магнітних домішок та потрапляє в дробарку.

Сировина, поступаючи по самопливу в живильник, очищається на магнітному барабані, який приводиться в рух від електродвигуна, від металомагнітних домішок і розподіляючись рівномірним шаром по довжині барабана, подається в дробильну зону. Зерно подрібнюється періодичними ударами молотків та відкиданням зерна о деку, яка додатково подрібнює, ударяється об пластину та попадає в самоплив і виводиться із машини.

Під час роботи двигуна дробарки на щиті горить сигнальна лампа. Зупинити двигун можливо натисканням кнопки “Стоп” на кнопочній станції , аварійна зупинка дробарки проводиться і з щита кнопкою.

Схемою передбачений ручний (перемикач в положення “Ручн.”), незалежно від передпускової сигналізації режим наладки і автоматичний (перемикач в положення “Авт.”).

Подрібнений продукт направляється по самопливу на сепаратор , в якому завдяки повітрю відбувається відвіювання лузги з подрібненого продукту.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Люлюка Д. М.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Хільченко О. А.	Назва, додаткова назва <b>Опис системи управління</b>		<b>210715.KP.05.009 ПЗ</b>		
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

## 10. Заходи з охорони праці

### Законодавство України про охорону праці

Основною законодавчою базою охорони та безпеки праці в Україні є Закон України “Про охорону праці” та “Кодекс законів про працю України”, їх доповнюють нормативні документи стандарти правила інструкції, статuti і положення, що тим чи іншим чином різняться та залежать від галузі чи напряму виробництва, проте вони обов’язкові до виконання всіма робітниками, а за їх недотримання буде покарання в деяких випадках навіть кримінальні справи.

### Інструктажі з питань охорони праці

Перед початком роботи на будь-якому підприємстві, на будь-якій посаді, будь-якої галузі чи напряму підприємства працівник повинен пройти інструктаж. Основна мета інструктажу полягає в тому щоб працівник засвоїв як правильно і безпечно працювати, і не наражати на небезпеку не тільки себе а й оточуючих

Інструктажі за часом і характером проведення бувають цільовими позаплановими повторними, первинними та вступними.

Без проходження навчання та інструктажів працівник не допускається до робочого місця, а також працівник повинен пройти атестацію кваліфікаційної комісії що визначить чи засвоїв матеріал працівник, склад комісії визначає керівник підприємства, яке навчання і проводило.

Результати оформлені протоколом та мають підписи членів кваліфікаційної комісії та зрештою підписані його головою. Після працівник отримає посвідчення

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хільченко О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи з охорони праці, техніки безпеки</b>	<b>210715.KP.05.010 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 76/90

Для приведення інструктажів залучають відділ охорони праці чи іншу людину що назначається керівництвом(зазвичай це працівники що мають великий стаж та добру репутацію).

Щоб підтвердити проходження інструктажу існує спеціальний журнал де розписаний що за інструктаж рідше його мета та два підписи людини що проводить та тієї що проходить, це накладає відповідальність на працівника в разі порушення техніки безпеки.

До початку роботи проводиться первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці з працівником: що тільки влаштуався (постійно чи тимчасово) на підприємство; з тим що переводиться з одного цеху підприємства до іншого; який починає виконувати нову для нього роботу.

Зазвичай первинний інструктаж проводиться з людьми одного фаху групою чи індивідуально за інструкціями з охорони праці що діють на підприємстві.

Повторний інструктаж менш насичений інформацією та проводиться з працівниками безпосередньо на робочому місці та в суворо визначені терміни, які призначені чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше: на посадах з підвищеною небезкою працівники - 1 раз на 3 місяці; для інших робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позапланові інструктажі проводяться тоді коли в силу входять нові нормативні акти, чи переглянули старі нормативні акти чи з'явилося доповнення до них, ці інструктажі проводяться на робочому місці або ж в кабінеті охорони праці

Позаплановий інструктаж проводиться з групою працівників спільного фаху або індивідуально. Наповненість інструктажу визначається окремо для кожного випадку залежно від того, що викликало необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться в тих випадках якщо трапилась ситуації що виходить за межі інших інструктажів прикладом може бути разові роботи на підприємстві що не повторюваними та не передбачаються в нормативних документах при ліквідації аварії, чи стихійного лиха; А також для робіт для яких необхідно оформити наряд-допуск.

Так само як і позаплановий цільовий інструктаж може проводиться з групою осіб, чи індивідуально з окремим працівником. Наповненість цільового інструктажу передбачаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться працівниками.

### **Техніка безпеки при роботі з дробаркою**

Дробарка молоткова А1-ДМ2Р відповідає вимогам ГОСТ 12.2.003-74, ОСТ 27.00.216.75, ОСТ 27.00.217.74.

Необхідно обгородити частини приводу що обертаються.

Стропування дозволено виконувати лише за схемою що вказана в паспорті обладнання.

Контроль кріплень та з'єднань контролюють універсальним інструментом особливо частин що обертаються.

Кожного разу перед початком роботи дробарки слід впевнитись що дріт електромережі не пошкоджений.

Будь-яке технічне обслуговування дробарки слід виконувати лише коли дробарка вимкнена.

При незапланованому вимкненні двигуна слід спочатку натиснути червону кнопку вимкнення, а потім вже вимкнути від мережі.

На обладнанні є знаки безпеки в разі їх пошкодження чи застаріння необхідно замінити на нові.

Забороняється:

- а) допускати до обслуговування дробарки працівників що не пройшли відповідні інструктажі та навчання;
- б) обслуговування дробарки неповнолітніми, хворому або ж в нетверезому стані;
- в) допускати до дробарки під час роботи сторонніх осіб;
- г) проведення ремонту увімкненої дробарки;
- д) передчасна подача зерна(під час запуску електродвигуна);
- е) використовувати сировину з підвищеною вологістю (понад 18%)
- ж) залишати з увімкненим двигуном дробарку без нагляду;
- з) гасити вогонь електромережі пінними вогнегасниками або водою.

### **Виробнича санітарія**

Питання гігієни не обмежується чистими руками також важливі загальні вимоги до виробничої санітарії, це: чистота повітря та мікроклімат виробничих приміщень, шумові обмеження, освітлення та вплив вібрації на працівників.

Дробарка забезпечує надійний режим роботи при температурі навколишнього середовища від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

### **Освітлення дробильного відділення**

В виробничих умовах використовують два види освітлення - штучне і природне (комбіноване). За допомогою планування великих вікон, та світловим ліхтарям, забезпечується природне освітлення через. Місцеве освітлення утворюється штучними джерелами світла і розподіляється на охоронне, робоче та аварійне. Вибір світильників (ПВЛМ) був зроблений з розглядом характеристик та призначення

приміщень. По всьому приміщенню цеха світильники повинні бути розташовані рівномірно.

На робочих поверхнях при штучному освітленні за розрядом зорової роботи VIII, при газорозрядних лампах -75, при лампах розжарювання - 35 лк як ми бачимо ці значення малі для всіх інших видів ламп значення будуть коливатися між 30-80 лк.

### **Шум і вібрація**

Постійний вплив шуму сильно негативно впливає на організм робітників та може викликати розлади як фізичні так і психічні. Зважаючи на це запобіганню такого впливу докладають чимало зусиль. Обладнання яке створює шум і вібрацію: луцильно-шліфувальні машини А1-ЗШН-3, дробарка А1-ДМР-6, А1-ДМ2Р-55, сепаратори А1-БИС-12, норії.

Місце роботи оператора не знаходиться безпосередньо в близькості до дробарки та навіть не в одному приміщенні тому значення шуму не перевищують величин, що допускаються ГОСТ 12.1.003-76. В н приміщенні оператора потужність звуку не перевищує 80 дБ.

Кожному робітнику (якому передбачено нормативними актами) видаються засоби індивідуального захисту, оператор виконує свою роботу в окремому приміщенні, а дробарка з прогумованою прокладкою щільно прилягає до корпусу, все це зменшую шкідливий вплив на організм працівників.

Величини значень вібрації на місці роботи оператора від працюючої на паспортному режимі дробарці, допустимі по ГОСТ 12.1.012-78. Дробарка встановлюється на віброізолюючих опорах.

## **Електробезпека**

У зв'язку з тим, що технологічне устаткування працює від електромережі, є небезпека ураження людини електричним струмом. Він може викликати хімічну, термічну, біологічну та механічну дію.

Відділення, де працює дробарка є приміщенням з підвищеною небезпекою.

Електробезпека при виконанні роботи на дробарці забезпечується пристроєм пускової апаратури, він відповідає експлуатаційним вимогам в приміщеннях класу ВІІ-а – приміщення, вибухонебезпечні суміші в яких утворюються в наслідку аварії або несправності апаратів, установок, а в звичайних умовах роботи обладнання утворення вибухонебезпечних сумішей виключене; а також пристроєм захисного заземлення від болта з шайбою з зазначенням знака заземлення на корпусі у відповідності з ГОСТ 21130-75. Ступінь захисту електроустаткування ІР-54.

Контроль електробезпеки при роботі на дробарці виконується шляхом перевірки ізоляції провідників за допомогою мегаметра типу МПОІМ, при цьому опір ізоляції не менше 0,5МОм.

## **Пожежна безпека**

За ступенем вибухо- і пожежонебезпеки виробничі приміщення поділяються на різні групи, такий поділ дуже важливий так як дозволяє оптимально налаштувати протипожежні міри та натренувати робітників що до доцільних дій під час небезпечних інцидентів чи способу їх уникнення

Приміщення відноситься до категорії Б. Категорії Б включає в себе приміщення, в яких є волокна та пил, легкозаймисті рідини температура спалаху яких понад 28°C та рідини що загоряться в такій кількості,

Що при випаровуванні цих речовин можуть утворюватися вибухонебезпечні пароповітряні та пилоповітряні суміші, і якщо при займанні тиск вибуху може досягти 5 кПа.

Класифікацією зон пожежної небезпеки, відносить приміщення до пожежонебезпечної зони класу П-П в яких якимось чином утворюється волокна або спалимий пил з нижньою концентраційною межею що призведе до займання більш, ніж 65 г/м<sup>3</sup> до об'єму повітря, що н утворять вибухонебезпечні суміші (млини, малозапилені цехи, деревообробні цехи).

В місці експлуатації дробарки розміщені вогнегасники з порошкові ОП-5, ОП-10 або вуглекислотні ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5 приміщення оснащене протипожежним устаткуванням та утримується в протипожежному стані.

За площі меншої за 1500 м<sup>2</sup> первинні засоби пожежогасіння будуть розміщені на спеціальних стендах виділених червоним кольором..

Обов'язково до приміщення де знаходиться дробарка чи будь якого іншого, що класифікується за пожежонебезпеку на дверях повинний бути знак що позначає ступень пожежонебезпеки та фамілія і ініціали відповідального за неї.

У випадку якщо почнеться пожежа, поки вона на початковій стадії використовують в основному вуглекислотні вогнегасники, їх основні переваги це: висока швидкість гасіння, збереження електрообладнання, та непровідність вуглекислим газом електрики.

В корпусах будівлі для тушіння пожежі передбачені щити з пожежним інвентарем, протипожежні крани з рукавами, пінні вогнегасники ОХП-10, пісок. Довкола виробничого корпусу встановлено пожежний водопровід. Кількість вогнегасників береться з розрахунку 1 вогнегасник на 100 м<sup>2</sup> площі та встановлюється на зручній висоті на стіні.

Щоб вчасно виявити небезпеку по всьому підприємстві повинні бути встановлені автоматичні датчик, сигналізація. В склад сигналізації входять теплові та димові датчики, що б будь-яка небезпека було вчасно виявлена. Для евакуації людей в екстрених умовах на підприємстві передбачено запасні виходи та двері, окрім їх наявності також важливо що б людина що відповідальна за пожежну безпеку час від часу перевіряла їх стан та чи відкриті вони взагалі.

В умовах запилення кімнати щоб запобігти утворення іскор і подальшого вибуху, при потраплянні феродомішок в машину згідно з нормативними актами перед дробаркою встановлений магнітний захист який і попереджає такі випадки.

Вибухозахист дробарки забезпечується встановленням вибухорозрядника, орієнтовний шанс вибуху дробарки складає  $4,5 \times 10^{-5}, рік^{-1}$ . Датчики нижнього рівня (ДНР) в наддробаркових бункерах з блокуванням засувки та дробарок з метою виключення шансу роботи вхолосту, при відсутності між бункерами та дробарками ДНР доцільним є встановлення засобів зменшення масштабу вибухів.

### **Розрахунок необхідної кількості води на пожежогасіння**

При території підприємства до 5 тис. м<sup>2</sup> встановлюється один пожежний щит. Місткість бочок з водою що встановлені в цеху розливу становить не менше 0,2 м<sup>3</sup> (одна бочка на 250 – 300 м<sup>2</sup> площі) якщо відсутній пожежний водогін

Запас води, м<sup>3</sup>, потрібний для пожежогасіння будівлі, розраховується за таким рівнянням:

$$G = \frac{3600 \cdot 3 \cdot n}{1000}, м^3 \quad (10.1)$$

де 3 – розрахунковий час гасіння пожежі, щобхватило води на 3 години гасіння;

3600 – перерахунок годин в секунди;

$$n = n_1 + n_2, \text{ л/с}; \quad (10.2)$$

$n_1$  – витрати води на внутрішнє пожежогасіння за секунду, л/с.

Прийнято, що для внутрішнього пожежогасіння необхідно мати два струмені води, які б викидали по 2,5 літра води за 1 с (два джерела горіння), тобто  $n_1 = 2,5 \cdot 2 = 5, \text{ л/с}$ ;

$n_2 = 10 \dots 40, \text{ л/с}$  – витрати води на зовнішнє пожежогасіння, л, залежить від категорії та об'єму приміщення;  $n_2 = 20, \text{ л/с}$ ;

1000 – перерахунок літрів у метри кубічні.

Запас води на пожежогасіння становитиме:

$$G = \frac{3600 \cdot 3 \cdot (5 + 20)}{1000} = 270, \text{ м}^3$$

Для пожежогасіння потрібно мати резервуар місткістю, не менше 270 м<sup>3</sup>.

### **Вентиляція**

Вентиляція приміщення звичайного комбикормового заводу є ,припливно - витяжна, мепанічна, вона забезпечує необхідний рівень санітарних норм в приміщеннях. В приміщенні комбикормових підприємств де знаходяться дробарки типове використання витяжної системи вентиляції, це дозволяє за допомогою спеціальної мережі повітропроводів видалити з приміщення забруднене повітря та замінити його свіжим через вікна, або ж інші приміщення, звичайно все це працює з дотриманням всіх санітарних норм.

## 11. Екологія

Харчова промисловість, як і будь яка інша, має вплив на екологію. За обсягом відходів агропромислове виробництво значно випереджає багато галузей.

На зернопереробних підприємствах використання води є технологічно необхідним. Використання води можна розподілити на дві категорії: технологічні та технічні. В результаті цих витрат утворюються стічні води з різною концентрацією та видами забруднень: господарсько - побутові, транспортні та інші.

Частина води повертається у природні водоймища зі значною кількістю забруднень, які наносять збитки довкіллю. Головною причиною цих збитків є недосконалість очисних споруд із прямоочисними схемами очищення. В інших випадках стічні води сільськогосподарських підприємств містять цінні компоненти, які можна використати в народному господарстві.

Зростаючі потреби на воду і погіршення її якості займає провідне місце в актуальних проблемах раціонального використання і охорони водних запасів - важливої складової частини національного багатства України. В проектах харчових підприємств передбачаються складні очисні споруди, які займають велику земельну площу.

У зв'язку з нестачею прісної води в даний час виникла серйозна загроза забруднення навколишнього середовища, в тому числі і водоймищ. Це зобов'язує вжити серйозні та термінові заходи по охороні і економному використанні водних ресурсів.

Екологічні проблеми зернової промисловості  
Інтенсивний розвиток енергоємних виробництв, що зв'язані з

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Екологія</b>	<b>210715.KP.05.011 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 85/90

переробкою природної сировини, активна хімізація сільського господарства та багатьох галузях промисловості породили складні екологічні проблеми.

Небажаний вплив підприємств зернопереробної галузі на навколишнє середовище пов'язано з рядом факторів, серед яких найбільш вагомими є:

- забруднення прилеглої території пиловидними викидами; при нормально організованій системі аспірації обладнання це практично виключається;

- виниклий при роботі технологічного та допоміжного обладнання шум, особливо при роботі подрібнюючи машин та повітродувок; слід застосовувати спеціальні заходи для його зниження;

- вібрація; при сучасних методах монтажу обладнання та будівництва промислових будівель не відчувається навіть в промисловому корпусі.

Однак повністю признати екологічно чистим зернопереробні підприємства не можна. При розміщенні їх серед жилих масивів шум все - таки турбує жителів поблизу розташованих будинків, але в іншому воно екологічної небезпеки не представляють.

Вже традиційно у харчовій промисловості застосовують різноманітні добавки з метою подовження терміну зберігання, поліпшення смаку, аромату, кольору продукту. Слід зазначити, що забруднення навколишнього середовища відбувається, перш за все, внаслідок некомпетентності людини в питанні екології. Людство повинно знайти шляхи запобігання зараженню та забрудненню харчових продуктів.

Такими шляхами можуть бути:

- широка, постійна та оперативна інформація про дійсний хімічний склад, придатність і безпечність всіх видів харчових продуктів;

- обмеження та контроль за застосуванням азотних добрив, які є причиною нагромадження у сільськогосподарських продуктах і кормах шкідливих для здоров'я нітратів;

- заборона використання багатьох засобів захисту рослин, деяких добрив, що призводять до забруднення продуктів шкідливими речовинами;

- запобігання випадкам різного роду аварійних викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. А якщо це сталося і існує загроза забруднення харчових продуктів, необхідно терміново заборонити переробку худоби, молока та інших сільськогосподарських продуктів.

- розробка науково обґрунтованих державних стандартів. Вони повинні регламентувати вміст шкідливих речовин ( або певну недопустимість), таких як нітрати, радіонукліди, важкі метали, пестициди, канцерогенні речовини та їх попередники, афлатоксини, антибіотики, хімічні речовини, що застосовують для обробки сировини і обладнання

- створення державних санітарно - контрольних лабораторій для визначення екологічної чистоти харчових продуктів, проведення глибокого аналізу екологічних обставин у різних регіонах України, розробка обґрунтованих рекомендацій щодо їх поліпшення.

- підготовка (або перепідготовка) фахівців у галузі сучасних проблем екології та екологічного захисту продуктів харчування.

## Висновки

Зазвичай в промисловості всі молоткові дробарки мають сита. Молотки постійно рухають продукт по сити що зношує його. Для подрібнення зерна вдосталь швидкості молотків 47 м/с, але оскільки продукт по сити рухається зі швидкістю 47 м/с, то швидкість молотків потрібно збільшити до 96 м/с, це збільшує енергоємність процесу.

Ідея модернізації дробарки А1-ДМ2Р наступна що як замість сита встановити дека, що вибірково подрібнюватиме продукт так тепер замість просто пропускання продукту ми його подрібнюємо і продукт готовий уже через один оберт, також змінюється конструкція молотків, які були плоскими та тонкими, що ріжуть продукт, на П-форми, за рахунок розмірів молотків, площа взаємодія стала більше, а навантаження поділяти більш рівномірно що значно зменшує витрати на заміну молотків бо продовжує строк їх служби.

Дробарка проста в експлуатації, має значно більшу продуктивність ніж ЗШН-3.

Розрахунки основних параметрів ефективності та наведені обґрунтування, підтверджують, що даний проект раціонально впроваджувати у виробництво, як такий, технічно є ефективним.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Люлюка Д. М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Хільченко О. А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>210715.КР.05.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>88/90</b>

## Список використаної літератури

1. Черниш П.Г. Технологічне обладнання зернопереробних підприємств / Черниш П.Г. Конспект лекцій.-К.2007.-86с.
2. Борискин М.А. Оборудование комбикормовых заводов / справочник / Борискин М.А., Демский А.Б., Томарев Е.В.- М.: Агропром-издат.1986.-175с.
3. Киркач Н.Ф., Расчет и проектирование деталей машин, в 2-х ч / Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А.,-Х.– К: Вища шк.,1988.
4. Отраслевой каталог. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий / –К. ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1981.
5. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3-х т. Т. 1. / В. И. Анурьев. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1982. – 736 с.
6. Гармаш И.И. Автоматизация технологических процессов в пищевой промышленности / Гармаш И.И. - К. : техника, 1985.- 120с.
7. Григурко І.О. Технологія машинобудування: дипломне проектування: Навч. посіб. для студ. вузів/ І.О. Григурко, М.Ф. Брендуля, С.М. Доценко.- Львів: Новий світ-2000,2007.-768с.
8. Кирилюк Ю.Е. допуски и посадки: Справочник.- 2-е изд., перераб. и доп / Кирилюк Ю.Е.- К. : Вища шк.. Головное узд-во, 1989.- 135с.
9. Мерко А.Н. Технология зерноперерабатывающих производств. Учебник: / А.Н. Мерко, Е.М. Мелников.-М.: Агропромиздат, 1999.-473с.
10. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Люлюка Д.М.</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>Хільченко О.А.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Список використаної літератури</b>	<b>210715.KP.05.000 ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Якимчук М.В.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>89/90</b>

11. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції: – К.: Ін-т Хлібопродуктів, 1998.- 219с.

12. Практикум з ремонту, монтажу, налагоді обладнання харчових виробництв: –К.: НУХТ. Київ 1997р.

13.Прейс Г.А. Технология пищевого машиностроения / Прейс Г.А., Безыкорков А.И. - К. : Вища шк.- 1987.-287с.

14. Осокин, В. В. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учеб. пособие / В. В. Осокин, Ю. А. Селезнева. - Донецк : ДонГУЭТ, 2005 – 146 с