

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

“Допустити до захисту”

Зав. кафедри БДМБ канд. техн. наук, проф.

_____ Владислав НАСТОЯЦЬКИЙ

" ____ " _____ 2025 р.

Кваліфікаційна бакалаврська робота

на тему:

*“ Модернізувати роторну дробарку для подрібнення міцних порід
з метою
підвищення продуктивності.”*

Виконав: здобувач

групи ГМ-21 спеціальності

133 “Галузеве машинобудування ”

_____ Артем ТАРАЗЄВИЧ

" ____ " _____ 2025 р.

Керівник кваліфікаційної бакалаврської роботи,

к.т.н., професор

_____ Владислав НАСТОЯЦЬКИЙ

" ____ " _____ 2025 р.

Кропивницький

2025

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНИХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА
ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ РІВЕНЬ БАКАЛАВР
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 133 "ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ",
ОСВІТНЯ ПРОГРАМА " ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ "

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Проф. Настоящий В.А.

“ ____ ” _____ 2025 року

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

Тарасєвічу Артему Олександрович
(ПРИЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи “ Модернізувати роторну дробарку для подрібнення міцних порід з метою підвищення продуктивності.”

Керівник роботи к.т.н. проф. Настоящий В.А.

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ____ ” ____ 2025 року № ____

2. Строк подання здобувачем роботи 30 травня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи

1. Базова модель: діаметр ротора $D = 1\text{ м}$, довжина ротора $L = 1\text{ м}$

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Огляд наукової і патентної інформації, обґрунтування модернізації дробарки конструкції дробарки.

2. Визначення параметрів дробарки та оптимізація відбивних плит.

3. Розрахунок потужності та привода дробарки.

4. Розрахунки на міцність деталей дробарки.

5. Розробка заходів з охорони праці

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

1. Складальне креслення дробарки.

2. Ротор дробарки в зборі.

3. Привід дробарки в зборі.

4. Робочі креслення деталей дробарки.

5. Розрахункові схеми до визначення параметрів дробарки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розрахунково-конструкторський	проф. Настоящий В.А.		
Охорона праці	к.т.н. доцент Лізунков		

7. Дата видачі завдання

08.04 2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка конструкції дробарки	11.04.2025	
2	Огляд технічної і патентної інформації	15.04.2025	
3.	Встановлення оптимальних параметрів відбивних плит	18.04.2025	
4	Конструювання роторної дробарки, розрахунок потужності, проектування приводу, виконання розрахунків на міцність.	25.04. 2025	
4	Розробка складальних і робочих креслень роторної дробарки.	20.05.2025	
5	Розробка заходів з охорони праці	26.05.2025	
6	Оформлення альбому документів	30.05.2025	

Здобувач

(підпис)

Тарасевич А. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Настоящий В.А.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Темою кваліфікаційної роботи обрано модернізація роторної дробарки для подрібнення міцних порід з метою підвищення продуктивності. Розробка являється актуальною тому що по-перше збільшився попит на гран продукцію в першу чергу на щебінь в Україні, що зумовлено необхідністю будувати захисні споруди як для захисту бійців на фронті так і захисту цивільного населення від російських обстрілів та бомбардувань.

По друге програма відбудови України, передбачає як відновлення пошкоджених об'єктів так і будівництво нових, в тому числі в Кіровоградській області.

Таким чином щорічна потреба в щебенів Україні становить декілька мільйонів кубічних метрів.

У виробництві щебнівих матеріалів найважливішою складовою, що в значній мірі визначає якість продукту та енерговитрати, являється дроблення. Для виконання цієї технологічної операції у відчизняній практиці переважно використовуються щокові, конусні дробарки та дробарки ударної дії – молоткові і роторні. Дане устаткування поряд з виконанням технологічних процесів з високої ефективністю повине виконувати спеціфічні вимоги:

мати високу надійність та довговічність;

бути зручними в експлуатації та обслуговуванні;

не створювати умов для травматизма обслуговуючого персоналу тощо.

Тому створення устаткування підвищеної продуктивності, яке дозволяє підвищити якість подрібнювального матеріалу без додаткових витрат енергії являється важливим напрямком удосконалення машин для подрібнення мінеральної сировини.

					<i>ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>	<i>Таразєвич</i>				<i>Дробарка роторна Пояснювальна записка</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перев.</i>	<i>Настоящий</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Карпшин</i>				<i>ЦНТУ гр. ГМ-21</i>			
<i>Затв.</i>	<i>Настоящий</i>							

Елементом, який безпосередньо передає енергію машини, матеріалу, що подрібнюється в дробарках являється камера дроблення. Саме у вдосконаленні параметрів робочих органів і камери дроблення дробарок і полягають резерви підвищення ефективності роботи , зокрема надійності та якості отриманого продукту.

Надійну роботу дробарки в першу чергу визначають елементи конструкції, які безпосередньо контактують з подрібнюваним матеріалом та найбільше спрацьовуються в процесі роботи. Тому важливим для забезпечення надійної роботи та необхідного складу продуктів дроблення являється для роторних дробарок конструкція елементів, які утворюють камеру дроблення.

Проблема удосконалення конструкції елементів, які утворюють камеру дроблення роторних дробарок для підвищення надійності та продуктивності і отримання рівномірного гранулометричного складу продуктів дроблення являється актуальною проблемою, яка вирішується в кваліфікаційній роботі.

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

I. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗІ ВИКОРИСТАННЯ

Перші моделі роторних дробарок у 60-х роках минулого століття використовувались для подрібнення матеріалів невеликої міцності та образивності, таких як клінкер, вугілля, шамот тощо. Використання нових конструкційних матеріалів та технологій їх обробки дозволило використовувати роторні дробарки для отримання кам'яних будівельних матеріалів з міцних порід.

Враховуючи, що роторні дробарки мають значно більший ступінь подрібнення ніж щоківі, конусні та валкові дробарки при значно меншій металомісткості та енергомісткості, такі дробарки доцільно використовувати на пересувних дробильно-сортувальних установках на всіх стадіях дроблення.

2. ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ.

2.1. РОБОЧИЙ ПРОЦЕС РОТОРНИХ ДРОБАРОК

В дробарках ударної дії роздріблюваний матеріал руйнується під дією механічного удару при якому кінетична енергія рухомих тіл повністю, або частково переходить в енергію деформації і руйнування. За конструктивним виконанням основного вузла ротора-дробарки ударної дії поділяють на роторні та молоткові [1].

Роторні дробарки мають масивний ротор, на якому жорстко закріплені зміни били із зносостійкої сталі. Роздрібнювальний матеріал отримує удари всією масою ротора.

Процес дроблення в роторних дробарках здійснюється наступним чином. Куски породи подаються в завантажувальний отвір безпосередньо, або живильником. Біла закріплені на роторі, який швидко обертається, завдають сильних ударів на льоту кускам, що надходять в дробарку. Під цими ударами

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

куски розбиваються на частки і з великою силою відкидаються на броньовані плити, які закріплені на стінках масивної станини. При ударах об плити куски зазнають дальшого здрібнення, відлітають від них та знову попадають під удари бил і процес дроблення таким чином продовжується. Тому форма і розташування відбійних плит являються важливими факторами, які впливають на проходження процесу дроблення та його результати.

2.2. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РОТОРНИХ ДРОБАРОК

Конструкція базової роторної дробарки наведена на рис.2.1. Корпус дробарки складається з верхньої 1 і нижньої частин 2, виготовлених зварними. Нижня частина є станиною, тобто основною дробарки. Станина кріпиться до фундаменту і на ній встановлено ротор 3 і верхню частину корпусу, із закріпленими на ній відбивними плитами 4. Верхню частину корпусу роз'ємна і складається з передньої та задньої частин. Задня частина за дономічною механічного пристрою може відкидатися від передньої, що полегшує доступ до ротора і плит для їх огляду і ремонту. Місце розлому корпусу герметизується, щоб запобігти виділенню пилу з дробарки. Верхня частина корпусу, що утворює камеру дроблення, футерується змінними зносостійкими плитами 5. Нижні частини відбивних плит також футеруються змінними плитами 6, виготовленими з високомарковісної сталі.

Для регулювання ступеня роздроблення нижні кінці відбивних плит зв'язані тягами з механізмами 7, що розміщені на торцевих стінках дробарки і регулюють зазор між плитами і колом ротора запобіжними (буферними) пристроями. При попаданні недробимих предметів пружини деформуються і кінці відбиваючих плит відходять від ротора. В дробарці що розподіляється встановлено дві відбивні плити, що характерно для дробарок крупного та середнього дроблення.

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

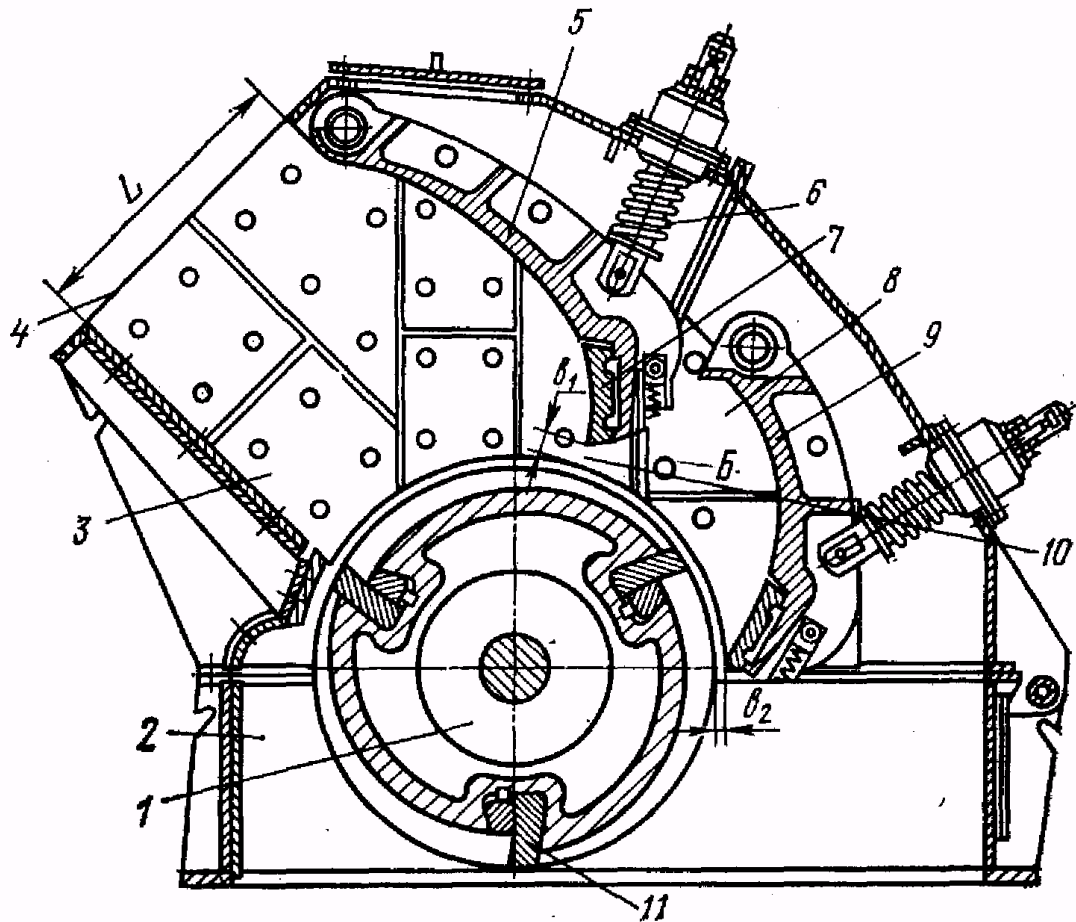


Рис.2.1 Конструкція роторної дробарки

2.3. Огляд методів підвищення надійності та технологічних показників роторних дробарок

Оскільки вартість виготовлення і ремонту дробильного устаткування висока, то збільшення довговічності і надійності дробарок завжди було і буде актуальною задачею.

Одним зі шляхів по підвищенню довговічності і надійності є застосування запобіжних пристроїв, що обмежують надмірні навантаження в деталях і вузлах дробарки.

Постійне удосконалювання дробильного устаткування обумовило велику розмаїтість конструкцій запобіжних пристроїв і деякі розходження по місцю їхньої установки. Незважаючи на всі ці розходження, вимоги до запобіжних пристроїв пред'являються однакові.

Вони повинні забезпечити оптимальну величину зусилля дроблення, обмеження навантажень, при яких настає руйнування силових вузлів дробарки, мінімум простоїв після їхнього спрацьовування, простоту конструкції і монтажу, зручність в експлуатації, довговічність і надійність.

Основним видом запобіжних пристроїв роторних дробарок середнього дроблення є амортизація відбивних плит за допомогою сталевих циліндричних пружин.

До недоліків пружинних запобіжних пристроїв, варто віднести їхню велику твердість і невисоку довговічність, що виявляється в частій поломці окремих пружин, тому важливим є розрахунок оптимальних параметрів пружин, які забезпечують максимальну довговічність.

Продуктивність роторної дробарки і гранулометричний склад продуктів дроблення суттєво залежить від параметрів відбивних плит [1].

Кут установки першої відбивної плити β_1 визначає число відбивань каменя, тобто кількість ударів по ним.

При збільшенні кількості ударів продукт дроблення буде більш однорідним та рівномірним за гранулометричним складом.

Кількість відбивних плит визначається в залежності від призначення дробарки і для дробарок крупного дроблення приймається двом.

Профіль відбійних плит окреслюється логарифмічною спіраллю і може бути побудований графоаналітичним засобом.

Профіль першої відбивної плити будують виходячи з того, що для збільшення кількості ударів билами по каменю, відбиті плитою куски повинні бути направлені знову на лоток, і ці камені не повині заважати надходженню свіжого матеріалу по лотку.

Дослідами [1] встановлено, що після ударів билами сектор викиду продуктів дроблення складає $t \ 50^\circ$ від подальшого напрямку.

Подальший, найбільш визначений напрямок співпадає з вектором швидкості в момент удару.

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Встановлено, що при параметрах відбивної плити, підібраних згідно з рекомендаціями вірогідність викиду каміння за межі сектора не перевищує 0,5 відсотка, в той час, як базової дробарки викид каміння за межі сектора складають 9 відсотків.

Тому метою кваліфікаційної роботи є побудування для базової дробарки профілю відбивної плити, який забезпечує практично 100 відсотків повернення кусків матеріалу під повторні удари билами ротора.

Доля збільшення ступеня подрібнення необхідна установка другої відбивної плити. Згідно методики [1] профілювання другої плити виконується за умови того, що полюсом викиду каміння в камеру дроблення являється щелина між першою відбивною плитою і билем ротора, а подальшим напрямком – дотичною до кола, окресленого билами, сектор викидання каміння (з вірогідністю більше 99%) складає від модального напрямку ± 50 .

Таким чином проектування відбивних плит згідно розглянутої методики та вибір оптимальних параметрів запобіжних пружин забезпечує отримання рівномірного складу продуктів дроблення та збільшення продуктивності дробарки на 5% при підвищенні надійності роботи.

3. РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ РОБОТОЗДАТНІСТЬ

3.1. КОЛОВА ШВИДКІСТЬ РОТОРА

Колова швидкість ротора визначається із умови обмеження в продуктах дроблення найбільших кусків каміння

$$V_p = 165.5 \sqrt[3]{\left(\frac{G_p}{\gamma \cdot D_{\max}}\right)^2} \quad \text{м/с}$$

G_p - границя міцності каміння при розтягуванні, МПа

Для граніту $G_p=7.4...12.2$ МПа [3]

γ - щільність матеріалу, кг/м³

Для граніту $\gamma=2600$ кг/м³ [3]

D_{\max} - найбільший допустимий розмір в продуктах дроблення, м

Для базової дробарки $D_{\max}=0.3$ м

$$V_p = 165.5 \sqrt[3]{\left(\frac{12}{2600 \cdot 0.3}\right)^2} = 26.6 \quad \text{м/с}$$

Приймаємо $V_p=30$ м/с

3.2. РОЗМІРИ РОТОРА

3.2.1. ДІАМЕТР І ДОВЖИНА РОТОРА

По базовій моделі приймаємо діаметр ротора $D = 1$ м, довжина ротора

$L= 1$ м

					ДРС 10х10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.2. РОЗМІРИ БИЛ

Висота бил

$$h_y = (0.1 \dots 0.18) D \quad [3]$$

$$h_y = 0.1 \cdot 100 = 100 \text{ мм}$$

Товщина бил [3]

$$\varepsilon = (0.4 \dots 0.6) \cdot h_y$$

$$\varepsilon = 0.6 \cdot 100 = 60 \text{ мм}$$

3.3. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІДБИВНИХ ПЛИТ

3.3.1. ПОБУДУВА ПРОФІЛЯ ПЕРШОЇ ВІДБИВНОЇ ПЛИТИ

Згідно рекомендацій [1] приймаємо кут установки першої відбивної плити $\beta_1 = 5^\circ$.

Профіль відбивних плит окреслюється логарифмічною спіраллю і будується графоаналітичним способом (рис.3.1).

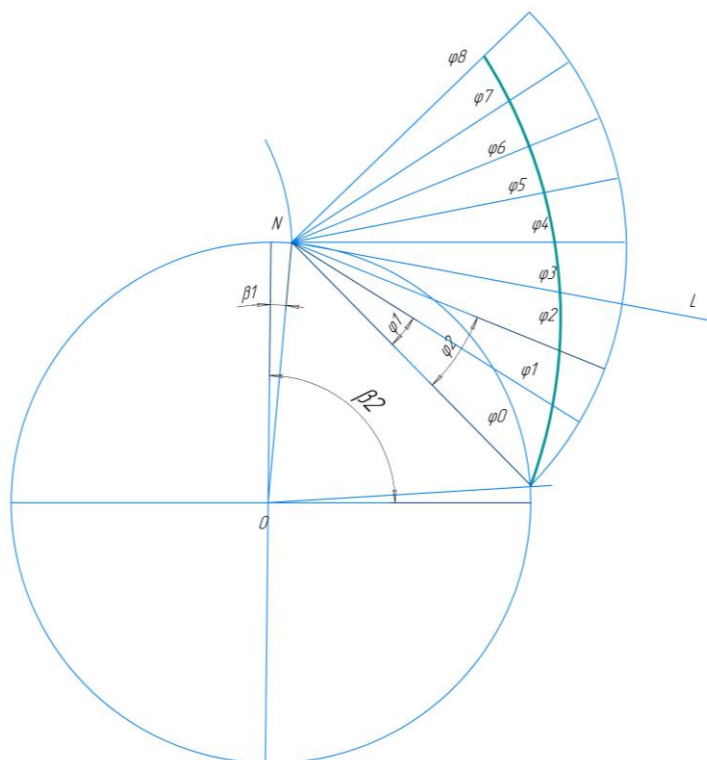


Рис.3.1. Побудова профілю першої відбивної плити.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ					

Порядок побудови профілю першої відбивної плити:

проводимо коло, діаметр якого в масштабі відбиває діаметр ротора (М 1:5);

відкладаємо кут $\varphi = 30^0$ установки лотка і відмічаємо точку А;

відкладаємо кут $\beta_1 = 5^0$ для отримання точки N ;

відкладаємо кут нахилу завантажувального лотка $\varphi_a = 40^0$ і проводимо лінію АВ, що відповідає робочій площині лотка;

відкладаємо $B_0 = 500$ мм і визначаємо верхню границю завантажувального лотка;

з точки А проводимо дотичну до кола, що визначає модельний напрямок лотка кам'яних матеріалів;

по виробничій вірогідності викиду кам'яних матеріалів визначаємо границі сектора і відклавши від модального напрямку відповідний кут $\pm 40^0$ знаходимо точку М початку відбивної плити;

розбиваємо кут MAN на 8 проміжних значень;

визначаємо довжину радіусів векторів, що виходять з полюса А

$$\rho = \rho_0 \cdot e^{\delta \cdot \text{tg} \gamma}$$

де ρ_0 - початковий радіус, м. Приймаємо $\rho_0 = AN : \delta$ – текуче значення кута, що відраховується від AN, рад; γ - кут установки відбивної плити.

Для надходження цього кута вирішуємо рівняння

$$\text{tg} \gamma = \frac{1}{\delta_1 + \delta_2} \cdot \ln \frac{AM}{AN}$$

З розрахункової схеми (лист ДРС 10x10 Б 010000 РС)

$$\delta_1 = \delta_2 = 40^0 = 0.698 \text{ рад}; AM = 0.89 \text{ м}; AN = 0.59 \text{ м}$$

$$\gamma = \text{arctg} \left(\frac{1}{0.698 + 0.698} \cdot \ln \frac{0.89}{0.59} \right) = 0.3 \text{ рад}$$

$$\rho_0 = AN = 0.59 \text{ м}$$

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Розрахунки зводимо в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Значення радіусів векторів, що визначають профіль першої відбивної плити

№ пп.	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення кута δ , рад.	0,0174	0,0348	0,0522	0,0697	0,087	0,1044	0,1218	0,139
Значення ра- діус-вектора ρ , м	0,63	0,68	0,72	0,76	0,795	0,83	0,86	0,89
Значення ра- діус-вектора ρ в масштабі мм	126	136	144	152	159	166	172	178

Визначення значення довжин радіусів-векторів, відкладаємо ці значення з точки А, з'єднаємо кінці радіус-векторів.

Лінія, що з'єднує кінці радіусів-векторів окреслює профіль першої відбивної плити.

3.3.2. ПОБУДУВА ПРОФІЛЯ ДРУГОЇ ВІДБИВНОЇ ПЛИТИ

Профілювання другої відбивної плити виконується з умови того, що полюсом викиду каміння в камеру дроблення являється щілина між попередньою відбивною плитою і билем ротора, а подальшим напрямком – дотичною до кола, що описується білами. Сектор викиду каміння (з вірогідністю 99%) складає від модального напрямку $\pm 50^{\circ}$.

Профіль другої відбивної плити будемо графоаналітичним методом з умови того, що плити повинні направляти основну масу кусків, що вилітають з розвантажувальної щілини першої плити знову на ротор. Тому профіль відбивної плити описується логарифмічною спіраллю з полюсом в точці N (рис.3.2).

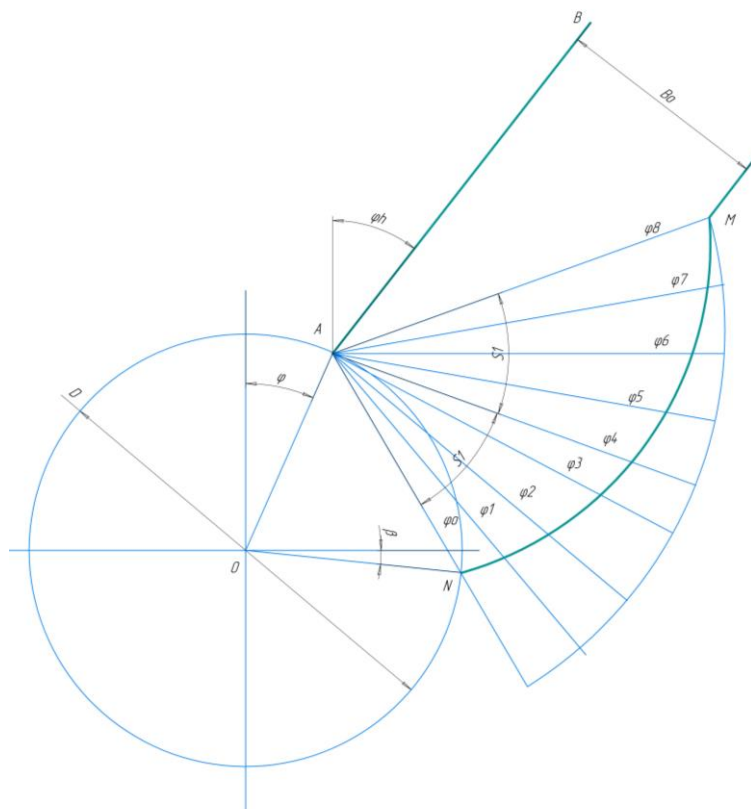


Рис.3.2. Побудова профілю другої відбивної плити.

Рівняння профілю плити

$$\rho = \rho_0 e^{-\varphi \operatorname{tg} \delta}$$

де δ – кут падіння, згідно дослідів [3] $\delta \leq 10^\circ$, що забезпечує найбільш ефективне використання енергії удару каміння по плиті.

ρ_0 - початковий радіус-вектор; $\rho_0 = NK$;

φ - текуче значення кута φ , що виміряється від лінії NK, рад.

Порядок побудови профілю другої відбивної плити:

окреслюємо в масштабі 1:5 коло, що описується білами ротора;

					ДРС 10х10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

відкладаємо кути $\beta_1 = 5^\circ$ та $\beta_2 = 85^\circ$, що визначають розташування щілин;

з точки N проводимо дотичну до кола (лінія NL), що визначає модальний напрямок викиду каміння;

від модального напрямку вгору відкладаємо кут 50° і проводимо лінію NS, що визначає границю можливого викиду кусків.

розбиваємо кут K NS на 8 значень і підставив їх в рівняння визначаємо довжину радіусів-векторів ρ (таблиця 3.2.).

Таблиця 3.2 Значення радіусів-векторів, що визначають профіль другої відбивної плити

№ пп.	1	2	3	4	5	6	7	8
Значення кута φ_i рад.	0,0174	0,0348	0,0522	0,0697	0,087	0,1044	0,1218	0,139
Значення радіус-вектора ρ , в масштабі мм	134	122	114	110	108	106	104	0,102
Значення радіус-вектора ρ м	0,67	0,61	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51

Відкладаємо радіус-вектори, з'єднуємо їх плавною лінією і отримуємо профіль другої плити.

Точка Р визначає верхню границю відбивної плити.

3.4. РОЗРАХУНОК МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ОБЕРТОВИХ МАС РОТОРНОЇ ДРОБАРКИ

Момент інерції обертових мас роторної дробарки, визначаються по формулі:

$$I = \frac{E}{(V_0 - V_{xx})\omega^2} \text{ кг/м}^2$$

де I – приведений момент інерції всіх мас, що обертаються, в кг/м^2 .

E – робота дроблення при піковому навантаженні відповідаючому моменту попадання в дробарку декількох найкрупніших кусків в Дж.

V_0 - величина ковзання ел. двигуна відповідна передаючому моменту у відносних одиницях.

V_{xx} - величина ковзання ел. двигуна відповідна швидкості холостого ходу.

ω - кутова швидкість валу, до якого приведений момент інерції с^{-1} .

Для визначення величини E скористаємося припущенням, що енергія, що віддається ротором пропорційна масі шматків дробленого матеріалу і залежить від колової швидкості ротора в ступені $x = 0,75$, що визначене експериментально.

Таким чином, енергія E_2 для розрахунку моменту інерції обертових мас дробарки, що розраховується, можна вважати рівною:

$$E_2 = E_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3 \left(\frac{V_{P2}}{V_{P1}} \right)^{0.75} = 49150 \left(\frac{300}{1100} \right)^3 \cdot \left(\frac{30}{2} \right)^{0.75} = 1360 \text{ Дж}$$

$$V_{xx} = \frac{n_c - n_H}{n_c}$$

$n_c = 1000$ об/хв. – синхронне число обертів електродвигуна.

									Лист	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ					

$$V_{xx} = \frac{1000 - 975}{1000} = 0.025$$

V_0 - визначимо код формули:

$$\frac{M}{M_K} = \frac{2}{\frac{V_{xx}}{V_0} + \frac{V_0}{V_{xx}}}$$

- відношення номінального і максимального моментів двигуна по каталогу

$$\frac{M_K}{M} = 2.35$$

$$\frac{M}{M_K} = \frac{1}{2.35} = 0.425$$

звідки $\frac{V_{xx}}{V_0} + \frac{V_0}{V_{xx}} = 4.7$

$$V_0 = 0.112$$

$$\omega = \frac{2V_P}{D} = \frac{2 \cdot 30}{1} = 60 \text{ c}^{-1}$$

де $D = 1$ м – діаметр ротора.

$$I = \frac{1360}{(0.112 - 0.025) \cdot 60^2} = 4.35 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Розрахунок валу і підшипників ротора не проводяться, так відповідно до технічного завдання підшипники використано від базової дробарки ДРС 10x10, яка переробляє більш крупний матеріал і отже має більш високі навантаження на вал ніж проектована дробарка.

						<i>ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

4. РОЗРАХУНОК ПРУЖИН ВІДБІЙНОЇ ПЛИТИ ДРОБАРКИ

4.1. РОЗРАХУНОК ПРУЖИН 1-ої ПЛИТИ

Перша плита сприймає удари шматків, розроблених при ударі била і відкинутих на плиту, а також сприймає удари бил об шматки, зацеплених між билем і плитою.

Розглянемо удар шматка, що вільно летить.

Приймаючи шматок у формі кулі діаметром $D_{\max} = 0,15$ м знайдемо масу максимального шматка:

$$m_{\max} = \frac{\pi D_{\max}^3}{6} \cdot \rho \quad \text{кг}$$

де ρ - щільність матеріалу, яку можна прийняти рівною для матеріалів, що дробляться в роторних дробарках рівної 2750 кг/м^3

$$m_m = \frac{3,14 \cdot 0,15^3 \cdot 2750}{6} = 4,87 \quad \text{кг}$$

Вважаємо, що шматок полетить у напрямі ОА і ударить в середину плити.

У напрямі ОА може полетіти тільки той шматок, який отримав проникнення в робоче коло ротора, а отже цей шматок буде роздроблений хоча б на 2 частини. Тому масу шматка слід зменшити в 2 рази

Таким чином, маса шматка, що розраховується, ударяючи в середину плити буде рівна:

$$m = \frac{m_m}{2} = \frac{\pi}{12} \cdot D_{\max}^3 \cdot \rho \quad \text{кг}$$
$$m = \frac{4,87}{2} = 2,45$$

Швидкість удару шматків до удару об плиту визначаємо виходячи з швидкості ротора V_p по формулі:

$$V_k = K_0 \cdot V_p$$

											Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

де $K_0 = 1.17$ при окружній швидкості ротора $V_p = 30$ м/сек.

Залежно від кута падіння знаходимо швидкість шматків після удару об плиту по формулі:

$$U = K_v \cdot V_k$$

де K_v – знаходиться по графіку. [4] По куту падіння знаходимо кут віддзеркалення, використовуючи графік $g_n = \varphi(\alpha_m)$ (рис.4.1.)

$$K_v = 0.3 \text{ при } \alpha_v = 15^\circ; \alpha_U = 35^\circ$$

$$V_k = 1.87 \cdot 30 = 56 \text{ м/сек}$$

$$U = 0.3 \cdot 56 = 16.8 \text{ м/сек}$$

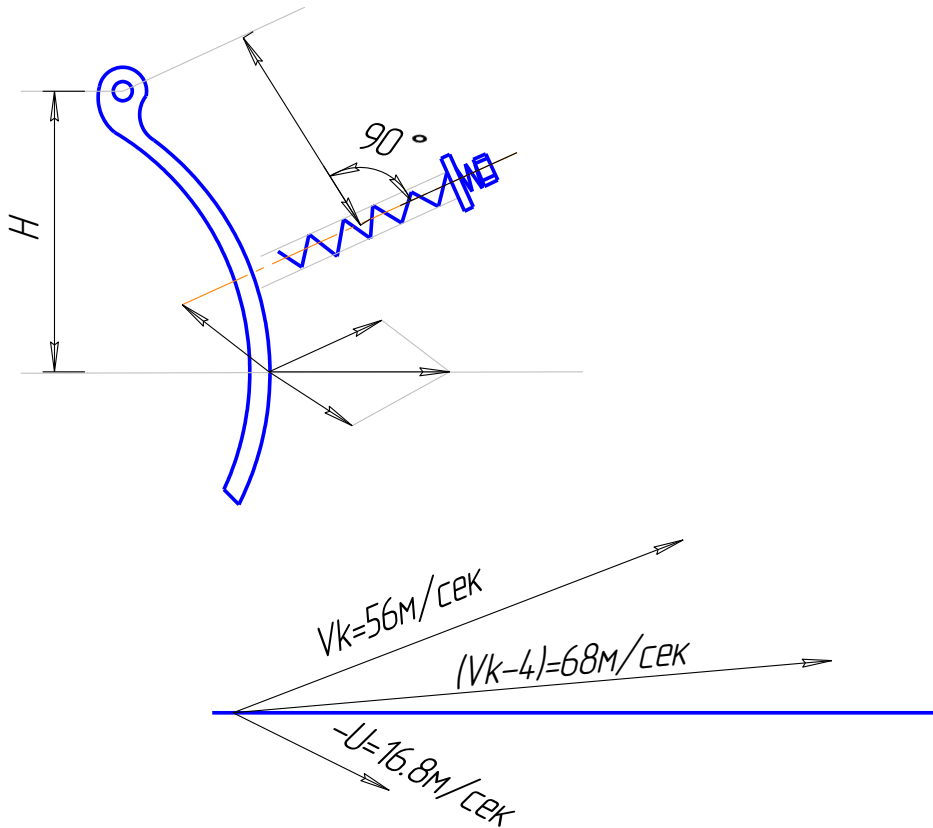


Рис.4.1. Розрахункова схема для визначення напрямку імпульсу

Для визначення напрямку імпульсу ρ графічно знаходимо векторну різницю швидкостей $V_k - U$ (рис 3.3)

Імпульс ударної сили буде направлений в тому ж напрямі і рівний по модулю:

$$\rho = m \cdot |V_k - U|$$

$$\rho = 2.45 \cdot 68 = 167 \text{ кг} \cdot \text{м/сек}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Лист

де величина V_k-U - векторна складова швидкостей, визначена графічно.

Змірявши величину плеча ударного імпульсу h по кресленню, знаходимо величину кутової швидкості, яку одержала плита в результаті удару по формулі:

$$\omega = \frac{\rho \cdot h}{I}$$

$$h = 400 \text{ мм}$$

Кінетична енергія, набута плитою при ударі, буде рівна:

$$T = \frac{I \cdot \omega^2}{2} = \frac{I \cdot \rho^2 \cdot h^2}{2I^2} = \frac{m^2 \cdot (\bar{V}_k - \bar{U})^2 \cdot h^2}{2I}$$

де I - момент інерції плити щодо осі підвіски.

Визначаємо момент інерції.

Товщина елементів плити 30 мм, середня товщина броні 60 мм, число ребер 4 і дві провусини.

$$I = \sum_{i=1}^{n=11} (I_c + Mh^2)$$

$$I_c = \frac{M}{12} (b^2 + c^2); M = \frac{V\gamma}{g}$$

$$I = \sum_{i=1}^{n=11} \frac{V\gamma}{12g} (b^2 + c^2 + 12h^2)$$

$$\text{при } \gamma = 7850 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9.81 \text{ м/сек}^2$$

$$\begin{aligned} I &= 66.7 [0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95(0.25^2 + 0.08^2 + 12 \cdot 0.8^2) + 0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95(0.25^2 + 0.08^2 + 12 \cdot 0.55^2) + \\ &+ 0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95(0.25^2 + 0.08^2 + 12 \cdot 0.3^2) + 0.25 + 0.08 + 0.95(0.25^2 + 0.08^2 + 12 \cdot 11^2) + \\ &+ 0.16 + 0.04 + 0.03 \cdot 4(0.16^2 + 0.04^2 + 12 \cdot 0.78^2) + 0.03 \cdot 0.06 \cdot 95(0.03^2 + 0.06^2 + 12 \cdot 0.65^2) + \\ &+ 0.2 \cdot 0.1 \cdot 0.03 \cdot 2(0.2^2 + 0.1^2 + 12 \cdot 0.5^2) + 0.25 \cdot 0.17 \cdot 0.03 \cdot 4(0.25^2 + 0.17^2 + 12 \cdot 0.5)^2 + \\ &+ 0.03 \cdot 0.14 \cdot 0.95(0.3^2 + 0.14^2 + 12 \cdot 0.2^2) + 0.25 \cdot 0.17 \cdot 0.03 \cdot 4(0.25^2 + 0.17^2 + 12 \cdot 0.04^2) = \\ &= 20.4 \end{aligned}$$

$$\omega = \frac{16.7 \cdot 0.4}{20.4} = 0.33 \text{ с}^{-1}$$

$$T = \frac{20.4 \cdot 0.33^2}{2} = 1.09 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Ця енергія перейде в потенціальну енергію стиснення пружин амортизацій і потенціальну енергію центру тяжіння плити.

Визначимо центр тяжіння плити (рис.4.2.)

$$X_{cy} = \frac{\sum_{i=1}^{n=11} G_i x_i}{\sum_{i=1}^{n=11} G_i}; Y_{cy} = \frac{\sum_{i=1}^{n=11} G_i y_i}{\sum_{i=1}^{n=11} G_i}; \text{см}$$

Вага елементів: $G_i = abc\gamma$ кг

$$G_{1-4} = 0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95 \cdot 7850 = 150 \text{ кг}$$

$$G_5 = 0.16 \cdot 0.04 \cdot 0.03 \cdot 4 \cdot 7850 = 6 \text{ кг}$$

$$G_6 = 0.25 \cdot 0.12 \cdot 0.03 \cdot 4 \cdot 7850 = 28 \text{ кг}$$

$$G_7 = 0.03 \cdot 0.06 \cdot 0.95 \cdot 7850 = 13 \text{ кг}$$

$$G_8 = 0.2 \cdot 0.1 \cdot 0.03 \cdot 2 \cdot 7850 = 9.5 \text{ кг}$$

До визначення моменту інерції і центру тяжіння 1-й плити

$$G_{9,11} = 0.25 \cdot 0.17 \cdot 0.03 \cdot 4 \cdot 7850 = 40 \text{ кг}$$

$$G_{10} = 0.03 \cdot 0.14 \cdot 0.95 \cdot 7850 = 31 \text{ кг}$$

$$\sum_{i=1}^{n=11} G_i = 768$$

$$X_y = \frac{150(12.5 + 35 + 60 + 85) + 6 \cdot 12 + 28 \cdot 33 + 13 \cdot 25 + 9.5 \cdot 40 + 40(60 + 87) + 31 \cdot 70}{768} = 51 \text{ см}$$

$$Y_y = \frac{150(10 + 20 + 25 + 20) + 6 \cdot 17.5 + 28 \cdot 30 + 13 \cdot 25 + 9.5 \cdot 31 + 40(36 + 33) + 31 \cdot 36}{768} = 22 \text{ см}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
-----	------	----------	--------	------	------------------------	------

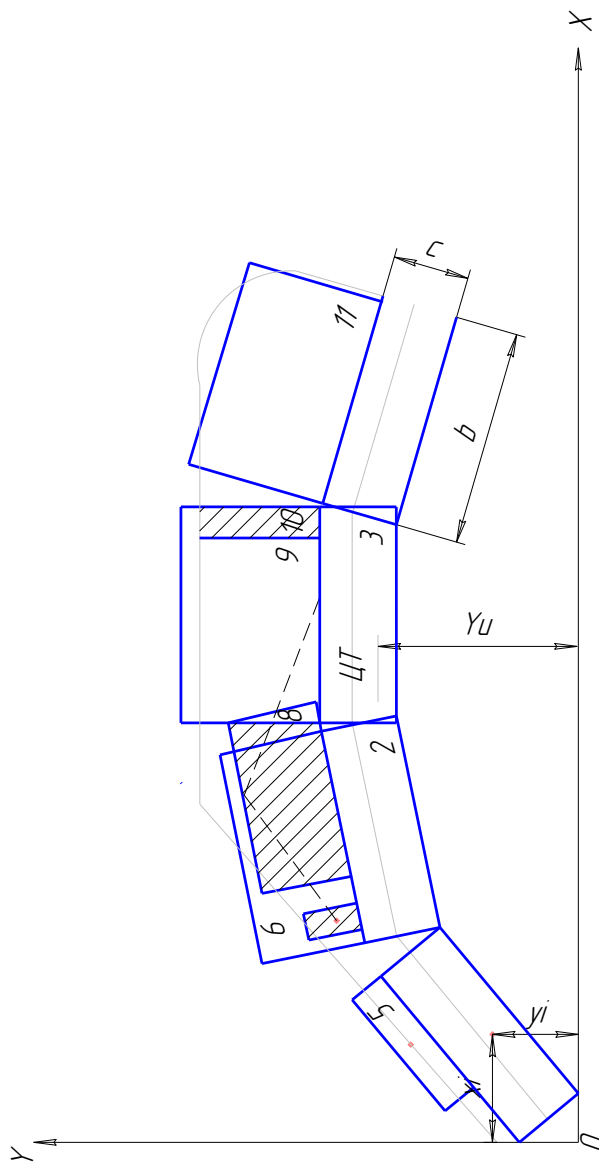


Рис.4.2. Схема до визначення моменту інерції і центру ваги першої відбивної плити

Потенційна енергія стиснення пружин буде рівна:

$$P_{np} = \int_{f_n}^{f_k} c f df = \frac{e}{2} (f_k^2 - f_n^2)$$

де e - сумарна жорсткість пружин в кг/м

$f_n; f_k$ - початкове і кінцеве переміщення кінців пружин.

Позначивши середню величину переміщення

$$\frac{f_M + f_K}{2} = f_{cp}$$

Дійсну величину переміщення кінців пружин після удару через:

$$f_k - f_n = \Delta f$$

Формулу (9) можна перетворити таким чином:

$$P_{np} = e f_{cp} \Delta f$$

Потенційна енергія положення центру тяжіння плити буде рівна:

$$P_{np} = G \cdot \Delta f \cdot \frac{n}{a} \cdot \sin \alpha$$

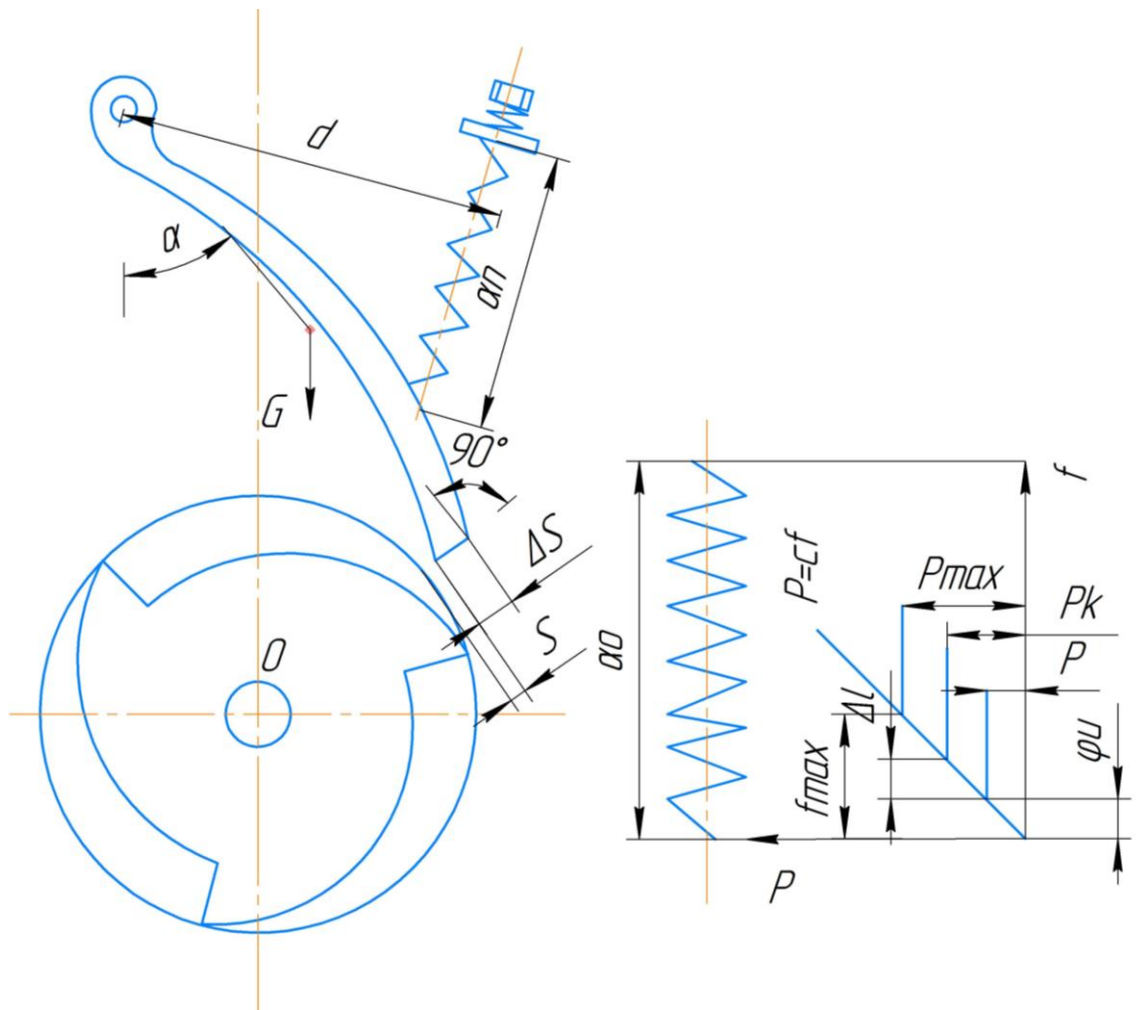


Рис. 4.3. Схема до визначення жорсткості пружин

Оскільки

$$T = P_{np} + P_{пл}$$

то, підставивши значення отримаємо:

$$\frac{m^2 \cdot (\bar{V}_k - \bar{U})^2 \cdot h^2}{2I} = c \cdot f_{cp} \cdot \Delta f + G \cdot \Delta f \cdot \frac{r}{a} \cdot \sin \alpha$$

звідки жорсткість пружин буде рівна:

$$c = \frac{m^2 \cdot (\bar{V}_k - \bar{U})^2 \cdot h^2}{2I \cdot f_{cp} \cdot \Delta f} - \frac{G \cdot r \cdot \sin \alpha}{f_{cp} \cdot a}$$

Для визначення величини жорсткості c і f_{cp} і Δf задане допустимим переміщенням нижньої кромки плити А у напрямі радіусу ОА, так, щоб при ударі шматків об плиту вихідна щілина збільшувалася на величину не більшу

$$\Delta \rho = 0,005 \text{ м.}$$

З рис.4.3. витікає, що:

$$\Delta f = \frac{a}{b} \cdot \Delta \rho$$

$$a = 475 \text{ мм}$$

$$b = 900 \text{ мм}$$

$$\Delta f = \frac{475}{900} \cdot 5 = 2,64 \text{ мм}$$

Підставимо значення Δf

$$c = \frac{m^2 (\bar{V}_k - \bar{U})^2 \cdot h^2 \cdot \frac{b}{2}}{2I \cdot f_{cp} \cdot a \cdot \Delta \rho} - \frac{b \cdot r \cdot \sin \alpha}{d \cdot f_{cp}}$$

$$\frac{f_m}{f_{cp}} = K; f_{cp} = \frac{f_m}{K}$$

Визначимо f_{cp} і K

$$f_{cp} = f_n + \frac{\Delta f}{2} = 10 + \frac{2,64}{2} = 11,32 \text{ мм}$$

$$K = \frac{f_m}{f_{cp}} = \frac{47}{11,32} = 4,15$$

Підставляючи ці значення в (18) отримаємо шукану жорсткість пружин

$$c = \frac{K \cdot m^2 (\bar{V}_k - \bar{U})^2 \cdot h^2 \cdot \frac{b}{2}}{2I \cdot d \cdot \Delta \rho \cdot f_m} - \frac{K \cdot G \cdot r \cdot \sin \alpha}{d \cdot f_m}$$

$G = 9000 \text{ Н}$ вага плити

$r = 390 \text{ мм}$

$\alpha = 40^\circ$

$\sin \alpha = 0,64$

$$c = \frac{4.15 \cdot 0.245^2 \cdot 68^2 \cdot 0.4^2 \cdot 0.45}{2 \cdot 20.4 \cdot 0.475 \cdot 0.005 \cdot 0.047} - \frac{4.15 \cdot 900 \cdot 0.19 \cdot 0.64}{0.475 \cdot 0.047} = 18300 - 42000 = -23700 \text{ кг/м}$$

знак “ – “ свідчить про те, що плита достатньо масивна і при відключенні її на 5 мм, при ударі в пружинах немає необхідності.

При підборі величини f_{cp} слід керуватися наступними міркуваннями.

Пружина амортизації повинна забезпечувати пропуск недроблячогося предмету розміром $d = 80$ мм при ширині вихідної щілини $\rho = 10$ мм

$$d = \rho + \Delta\rho_m$$

де $\Delta\rho_m$ $\Delta\rho_m$ максимальне переміщення точки А плити при пропуску недробимого предмету

$$\Delta\rho_m = d - \rho = 80 - 10 = 70 \text{ мм}$$

Максимальне переміщення пружини при пропуску дробленого предмету буде рівне:

$$f_m = f_n + \frac{d}{b} \Delta\rho_m$$

Приймаємо початкове переміщення $f_n = 10$ мм

$$f_m = 10 + \frac{475}{900} \cdot 70 = 47 \text{ мм}$$

Отже, пружина повинна бути підібрана так, щоб при максимальному стисненні

$$f_m = f_n + \Delta f_m$$

Напруга була в межах допустимого.

Прийmemo $\Delta\rho = 0,0015$ м (замість прийнятих на початку 0,005 м).

Тоді:

$$c = \frac{4.15 \cdot 0.245^2 \cdot 68^2 \cdot 0.4^2 \cdot 0.45}{2 \cdot 20.4 \cdot 0.475 \cdot 0.0015 \cdot 0.047} - \frac{4.15 \cdot 900 \cdot 0.39 \cdot 0.64}{0.475 \cdot 0.047} = 61000 - 42000 = 19000 \text{ кг/м}$$

По величині жорсткості знаходимо максимальне зусилля стиснення пружин:

$$P_m = c \cdot f_m = 19000 \cdot 0.047 = 900 \text{ кг} = 9000 \text{ Н}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	
						Лист

4.2. РОЗРАХУНОК ДРУГОЇ ВІДБИВНОЇ ПЛИТИ

Розрахунок другої плити аналогічно розрахунку першої плити.

Момент інерції плити щодо осі підвіски (рис.3.6.)

$$I = \sum_{i=1}^{n=5} 66.7 \cdot V (b^2 + c^2 + 12h^2) \text{ кгм} \cdot \text{мм}^2$$

$$I = 66.7[0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95(0.25^2 + 0.08^2 + 12 \cdot 0.67^2) + 0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95(0.25^2 + 0.08^2 + 12 \cdot 0.47^2) + \\ + 0.25 \cdot 0.055 \cdot 0.03 \cdot 4(0.25^2 + 0.055^2 + 12 \cdot 0.7)^2 + 0.25 \cdot 0.18 \cdot 0.03 \cdot 4(0.25^2 + 0.18^2 + 12 \cdot 0.41^2) + \\ + 0.03 \cdot 0.18 \cdot 0.95(0.03^2 + 0.18^2 + 12 \cdot 0.34^2) + 0.2 \cdot 0.18 \cdot 0.03 \cdot 4(0.2^2 + 0.18^2 + 12 \cdot 0.18^2) + \\ + 0.03 \cdot 0.18 \cdot 0.95(0.03^2 + 0.18^2 + 12 \cdot 0.1^2) + 0.16 \cdot 0.18 \cdot 0.03 \cdot 2(0.16^2 + 0.18^2) + 0.25 \cdot 0.06 \cdot 0.03 \cdot \\ \cdot 2(0.25^2 + 0.06^2 + 12 \cdot 0.44^2)] = 12.9 \text{ кгм} \cdot \text{мм}^2$$

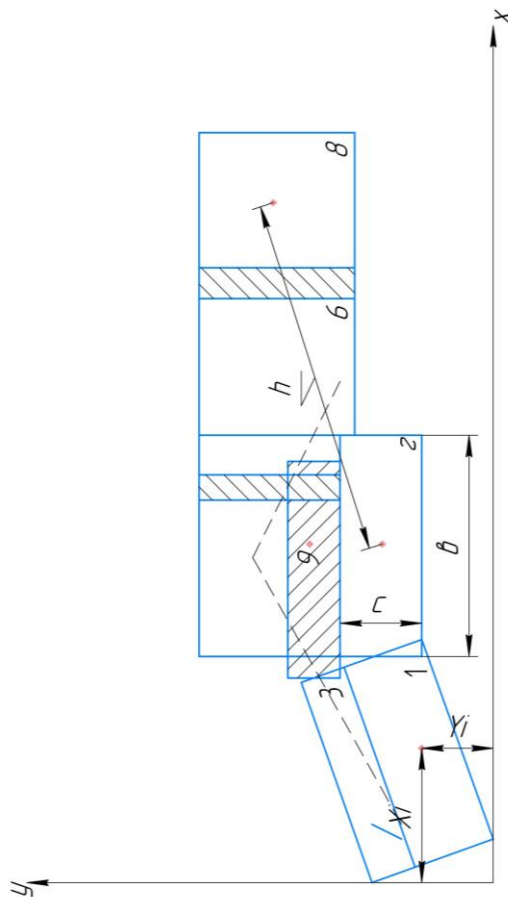


Рис.3.6. Схема до визначення моменту інерції другої плити щодо осі підвіски.

Кутова швидкість плити

$$\omega = \frac{\rho \cdot h}{I}$$

$$h=550\text{мм}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Лист

$$\omega = \frac{16.7 \cdot 0.55}{12.9} = 0.11 \text{с}^{-1}$$

Кінетична енергія, отримана плитою при ударі буде рівна:

$$T = \frac{I \cdot \omega^2}{2} = \frac{12.9 \cdot 0.71^2}{2} = 3 \text{кдж}$$

Визначимо центр ваги плити

$$X_y = \frac{\sum_{i=1}^{n=9} G_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{n=9} G_i}; Y_y = \frac{\sum_{i=1}^{n=9} G_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{n=9} G_i}; \text{см}$$

Вага елементів

$$G_{1-2} = 0.25 \cdot 0.08 \cdot 0.95 \cdot 7850 = 150 \text{кг}$$

$$G_3 = 0.25 \cdot 0.055 \cdot 0.03 \cdot 4 \cdot 7850 = 13 \text{кг}$$

$$G_4 = 0.25 \cdot 0.18 \cdot 0.03 \cdot 4 \cdot 7850 = 43 \text{кг}$$

$$G_5 = 0.03 \cdot 0.18 \cdot 0.95 \cdot 7850 = 40 \text{кг}$$

$$G_6 = 0.2 \cdot 0.18 \cdot 0.03 \cdot 4 \cdot 7850 = 34 \text{кг}$$

$$G_7 = 0.16 \cdot 0.18 \cdot 0.03 \cdot 2 \cdot 7850 = 13 \text{кг}$$

$$G_8 = 0.25 \cdot 0.06 \cdot 0.03 \cdot 2 \cdot 7850 = 7 \text{кг}$$

$$\sum_{i=1}^{n=8} G_i = 500 \text{кг}$$

$$X_y = \frac{150(15+40) + 13 \cdot 12 + 43 \cdot 40 \cdot 46 + 34 \cdot 65}{500} + \frac{40 \cdot 70 + 13 \cdot 80 + 7 \cdot 37}{500} = 37 \text{см}$$

$$Y_y = \frac{150(9+12) + 13 \cdot 16 + 43 \cdot 26 + 40 \cdot 26 + 34 \cdot 26}{500} + \frac{40 \cdot 26 + 13 \cdot 26 + 7 \cdot 20}{500} = 16 \text{см}$$

Задаємося допустимим переміщенням кромки плити $\Delta \rho = 0,005 \text{ м}$.

$$\Delta f = \frac{a}{b} \cdot \Delta \rho$$

$$a = 460; b = 800$$

$$\Delta f = \frac{460}{800} \cdot 5 = 2.88 \text{мм}$$

											Лист
Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ						

Максимальне переміщення пружини при пропуску предмету, що не дробиться:

$$f_m = f_n + \frac{a}{b} \cdot \Delta \rho_m = 10 + \frac{460}{800} \cdot 70 = 50 \text{ мм}$$

$$f_{cp} = f_m + \frac{\Delta f}{2} = 10 + \frac{2.88}{2} = 11.44 \text{ мм}$$

$$K = \frac{f_m}{f_{cp}} = \frac{50}{11.44} = 4.35$$

Жорсткість пружин

$$C = \frac{K \cdot m^2 (\bar{V}_k - \bar{U})^2 h^2 \cdot b/2}{2I \cdot d \cdot \Delta \rho \cdot f_m} - \frac{k \cdot b \cdot r \cdot \sin \alpha}{d \cdot f_m}$$

$$G = 500 \text{ кгс}; r = 440 \text{ мм}; \alpha = 10^\circ; \sin \alpha = 0.14$$

$$C = \frac{4.35 \cdot 0.245^2 \cdot 68^2 \cdot 0.55^2 \cdot 0.4}{2 \cdot 12.9 \cdot 0.46 \cdot 0.005 \cdot 0.05} - \frac{4.35 \cdot 500 \cdot 0.44 \cdot 0.774}{0.46 \cdot 0.05} = 49200 - 7250 = 41950 \text{ Н/м}$$

Максимальне стиснення пружин

$$\rho_m = C \cdot f_m = 41950 \cdot 0.05 = 2100 \text{ кгс}$$

4.3. РОЗРАХУНОК ПРУЖИННОЇ ТЯГИ ПЕРШОЇ ВІДБІВНОЇ ПЛИТИ

Найбільше навантаження на пружинисту тягу буде тоді, коли при попаданні предмету, що не дробиться, відбійна плита, відкидається на максимальну відстань і повертається в початкове положення.

З метою запобігання жорсткого удару під гайку тяги повинна бути підкладена амортизуюча підкладка 1, жорсткість якої слід визначити з наступних міркувань.

Якщо не враховувати втрат енергії на подолання опорів, то вся потенційна енергія пружин і положення плити при попаданні недробимого матеріалу (предмету) перейде в кінетичну енергію обертання відбійної плити навкруги осі підвіски.

Ця енергія повинна бути поглинена пружними підкладками так, щоб при мінімальній вихідній щілині $W=0,005$ м нижній кінець відбійної плити не опинився на колі ротора. Інакше відбудеться удар била об плиту.

Виходячи з цих умов деформація амортизації Δf_n при поверненні плити в початкове положення не повинна перевищувати величини:

$$\Delta f_n = \frac{a}{b} \cdot \Delta \rho$$
$$\Delta f_n = \frac{475 \cdot 5}{900} = 2,7 \text{ мм}$$

Потенційна енергія плити і стислих до f_m пружин буде рівна.

$$P_m = \frac{C}{2}(f_m^2 - f_n^2) + G \cdot \Delta f_m \cdot \frac{r}{a} \cdot \sin \alpha$$
$$P_m = \frac{65600}{2}(0,05^2 - 0,06^2) + 900 \cdot 0,0027 \cdot \frac{0,39}{0,475} \cdot 0,64 = 80 \text{ кгм}$$

Щоб ця енергія була поглинена іншими підкладками що мають жорсткість повинно бути дотримано умова:

$$\frac{C_n \cdot \Delta f_n^2}{2} = n$$

З якої жорсткості пружних підкладок буде рівна:

$$C_n = \frac{2n \cdot b^2}{a^2 \cdot \rho^2}$$
$$C_n = \frac{2 \cdot 80 \cdot 0,9^2}{0,475^2 \cdot 0,012} = 5750000 \text{ кгс/м}$$

а розрахункове зусилля що доводяться на одну тягу (за наявності 2-ої тяги) буде рівне:

$$P_T = \frac{1}{2} C_n \cdot \Delta f_n$$
$$P_T = \frac{5750000 \cdot 0,0027}{2} = 7750 \text{ кгс}$$

Як пружні підкладки застосовуємо пружини великої жорсткості по ДСТУ ГОСТ 1452:2007 типу ПД130х40.

Визначимо деформацію пружини під напруженням.

Література до розділу

1. Назаренко І. І. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та основи експлуатації: підручник. / І. І. Назаренко, О. В. Туманська. – Київ : Вища шк., 2004. – 590 с. : іл.

2. Сівко В. И., Поляченко В. А. Обладнання підприємств промисловості будівельних матеріалів і виробів: Підручник. К.: ТОВ «АВЕГА», 2004. 280 с.

3. Настоящй В.А., Надольний Г.Ю., Власенко М.В. Механічне устаткування для видобуття та переробки дорожньо- будівельних матеріалів. Затверджено радою Навчально-методичного кабінету з вищої освіти при Мінвузі УРСР як навчальний посібник для студентів спеціальності 15.04 – Київ: НМК ВО 1991–138 с.

4. Павлице В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В. Т. Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Коротка характеристика деталі

Деталь – вал застосовується у роторній дробарці ДРС 10х10 в якості привідного валу. Він служить для передачі крутного моменту від головного редуктора до робочого органу.

Вал працює у важких умовах, так як на нього весь час діють великі навантаження, а саме при запуску і зупинці дробарки, вал сприймає значні крутні моменти, також він працює в умовах постійного контакту фрикційних матеріалів, які негативно впливають на його роботу. На рисунках 5.1, 5.2 зображено відповідно ескіз деталі та схема розташування поверхонь.

Дана деталь має декілька основних поверхонь, а саме 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 15, їх взаємне розміщення, точність і шорсткість поверхонь значно впливають на якість роботи механізму для якого виготовляється деталь.

До поверхонь 1 та 11 пред'явлені високі вимоги, так як ці поверхні контактують з поверхнями підшипників ковзання, тому вони потребують високої точності виготовлення.

Поверхня 15 – поверхня під ущільнюючі манжети, для забезпечення заданої умови роботи манжета поверхня вала повинна мати відповідну шорсткість.

Поверхні 5, 6, 8, мають також високі вимоги обробки, так як шпонкові пази також мають високу точність обробки для забезпечення заданих умов роботи.

Поверхні 2, 4 входять в спряження з зубчастими колесами, тому вони повинні забезпечувати надійне з'єднання.

Поверхня 13 входить в спряження з муфтою, тому обробка цієї поверхні повинна такою, щоб вона забезпечувала надійний і необхідний натяг.

Невисокі вимоги пред'явлені до інших поверхонь, так як вони є не досить відповідальними і не впливають на якість роботи дробарки.

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10х10Т 00.00.00.ПЗ	

Фрезерування шпонкових пазів 5, 6, 8 виконуємо на вертикально-фрезерувальному верстаті. Розташування цих поверхонь дає змогу обробляти їх послідовно з однієї установки деталі, але додатково витрачається час на заміну інструменту, так як шпонковий паз 8 має більшу ширину пазу.

Враховуючи те, що на валу, в різних його частинах діє один і той же крутний момент і виходячи з конструктивних, ми замінюємо шпонковий паз 8 шириною 45 мм, на шпонковий паз шириною 40 мм, який задовольняє умови роботи деталі. І за рахунок цих замін зникає час, який витрачається на заміну іншого інструменту, тим самим покращуємо технологічність виготовлення деталі.

Обробка поверхні 12 виконуємо в вертикально-свердлувальному верстаті.

Шліфування поверхонь 1, 2, 4, 11, 13, 15 виконуємо на круглошліфувальному верстаті.

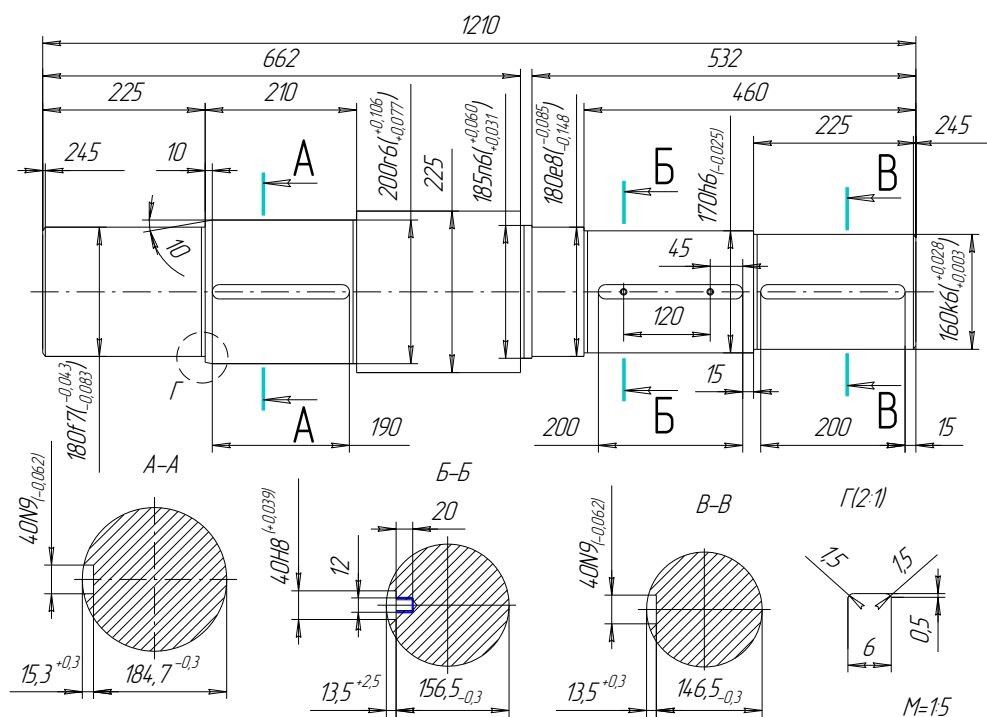


Рисунок 5.1 – Ескіз деталі

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

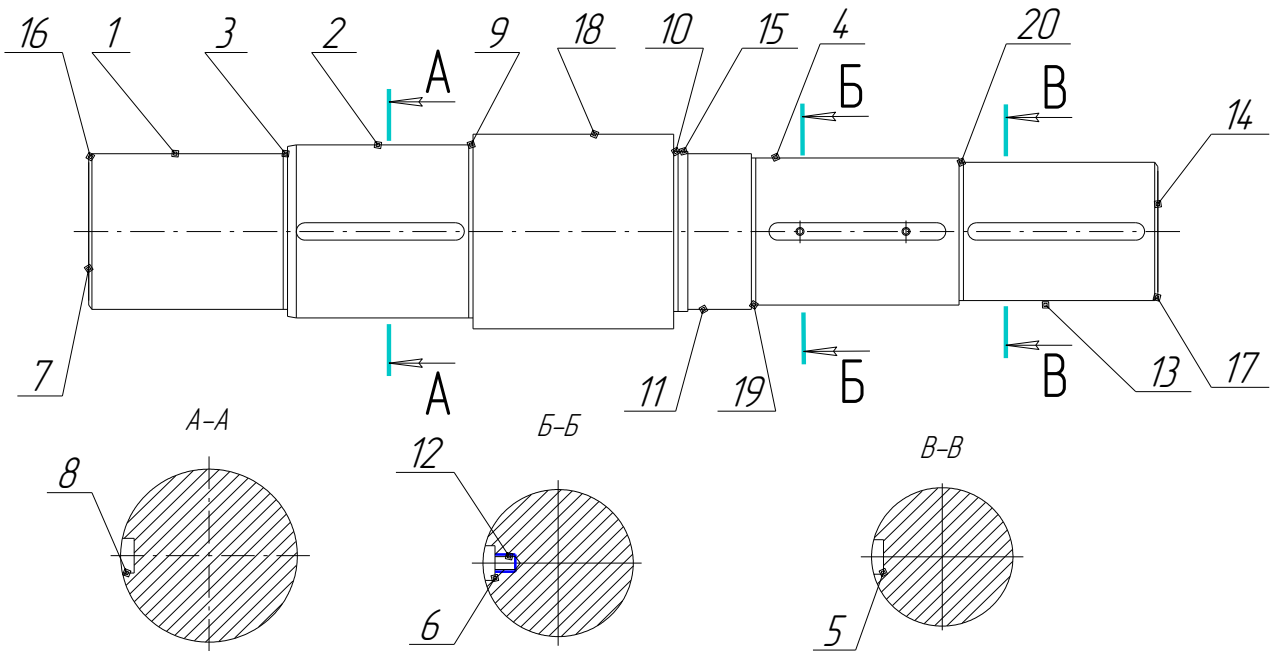


Рисунок 5.2 – Схема розташування поверхонь

5.5 Проектування технологічного маршруту механічної обробки деталі

Технологічний маршрут механічної обробки деталі складаємо у вигляді таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Технологічний маршрут механічної обробки деталі

№ операції, перехід	Найменування операції, зміст переходу	Схема переходу
1	2	3
005 А 1 2 Б	Токарна Встановити деталь Точити торець 7, 14 Центрувати торці 7, 14 до $\varnothing 8$ мм на довжину $l = 20$ мм Зняти деталь	

<p>010 А 1 2</p>	<p>Токарна Встановити деталь Точити поверхню 2 начорно до $\varnothing 201,8$ мм на довжину $l = 435$ мм Точити поверхню 1 начорно до $\varnothing 181,6$ мм на довжину $l = 225$ мм</p>	
<p>3</p>	<p>Точити поверхню 2 начисто до $\varnothing 200,6$ мм на довжину $l = 210$ мм</p>	
<p>4</p>	<p>Точити канавку 3</p>	
<p>5</p>	<p>Точити поверхню 1 начисто до $\varnothing 180,6$ мм на довжину $l = 225$ мм</p>	
<p>6</p>	<p>Точити канавку 9</p>	
<p>7</p>	<p>Точити фаску 16 в розмір $2 \times 45^\circ$</p>	
<p>8</p>	<p>Точити фаску 21 в розмір $10 \times 10^\circ$</p>	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Лист

1	2	3
Б	Переустановити деталь	
9	Точити поверхню 15 начорно до $\varnothing 186,5$ мм на довжину $l = 548$ мм	
10	Точити поверхню 11 начорно до $\varnothing 181,5$ мм на довжину $l = 532$ мм	
11	Точити поверхню 4 начорно до $\varnothing 171,5$ мм на довжину $l = 460$ мм	
12	Точити поверхню 13 начорно до $\varnothing 161,6$ мм на довжину $l = 225$ мм	
13	Точити поверхню 13 начисто до $\varnothing 160,6$ мм на довжину $l = 225$ мм	
14	Точити канавку 20	
15	Точити поверхню 4 начисто до $\varnothing 170,6$ мм на довжину $l = 235$ мм	
16	Точити канавку 19	

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

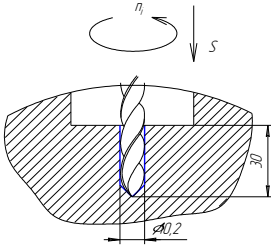
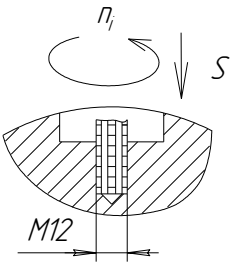
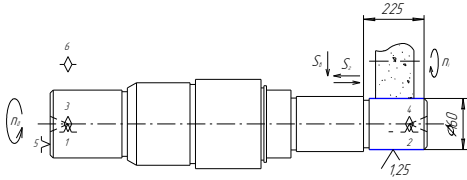
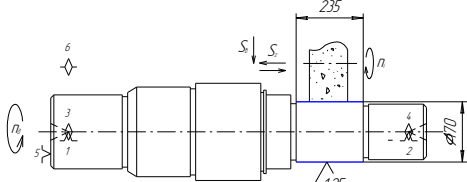
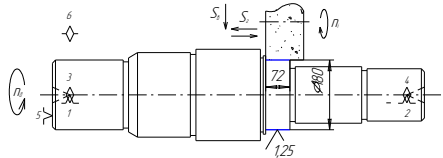
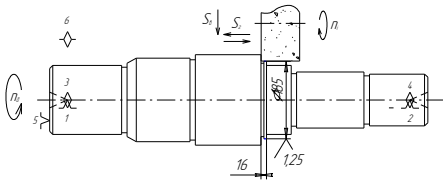
Лист

1	2	3
17	Точити поверхню 11 начисто до $\varnothing 180,6$ мм на довжину $l = 72$ мм	
18	Точити поверхню 15 начисто до $\varnothing 185,6$ мм на довжину $l = 16$ мм	
19	Точити канавку 10	
20	Точити фаску 17 в розмір $2 \times 45^{\circ}$	
В	Зняти деталь	
015 А	Фрезерувальна Встановити деталь	
1	Фрезерувати шпонковий паз 8 $b = 40$ мм, на довжину $L = 190$ мм	
2	Фрезерувати шпонковий паз 6 $b = 40$ мм, на довжину $L = 200$ мм	
3	Фрезерувати шпонковий паз 5 $b = 40$ мм, на довжину $L = 200$ мм	
Б	Зняти деталь	
020 А	Свердлувальна Встановити деталь	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Лист

1	2	3
1	Свердлити послідовно 2 отвори на поверхні 12 Ø 10,2 мм, на глибину 30 мм	
Б	Замінити інструмент	
1	Нарізати різьбу послідовно М 12 на поверхні 12	
В	Зняти деталь	
025 А 1	Круглошліфувальна Встановити деталь Шліфувати поверхню 13 до Ø 160 мм, на довжину L = 225 мм	
2	Шліфувати поверхню 4 до Ø 170 мм, на довжину L = 235 мм	
3	Шліфувати поверхню 11 до Ø 180 мм, на довжину L = 72 мм	
4	Шліфувати поверхню 15 до Ø 185 мм, на довжину L = 16 мм	
Б	Переустановити деталь	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Лист

$$t_{o_{005.1}} = 0,00017 \cdot 180 \cdot 2 = 0,062 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{005.1}} = 1,36 \cdot 0,062 = 0,083 \text{ хв} .$$

2. Підрізати торець 14

$$t_{o_{005.2}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{005.2}} = 0,00017 \cdot 160 \cdot 2 = 0,054 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{005.2}} = 1,36 \cdot 0,054 = 0,074 \text{ хв} .$$

3. Центрувати торці

$$t_{o_{005.3}} = 0,00052 \cdot 8 \cdot 20 = 0,08 \text{ хв} ,$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{005.3}} = 1,51 \cdot 0,08 = 0,12 \text{ хв} .$$

Загальний штучний час на токарній операції

$$t_{um.31} = 0,083 + 0,074 + 0,12 = 0,28 \text{ хв} .$$

Для операції 010 токарної

1. Точити поверхні 2, начорно

$$t_{o_{010.1}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{010.1}} = 0,00017 \cdot 201,8 \cdot 435 = 14,92 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{010.1}} = 1,36 \cdot 14,92 = 20,3 \text{ хв} .$$

2. Точити поверхню 1, начорно

$$t_{o_{010.2}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{010.2}} = 0,00017 \cdot 181,6 \cdot 225 = 6,95 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{um_{0102}} = 1,36 \cdot 6,95 = 9,45 \text{ хв} .$$

3. Точити поверхню 2, начисто

$$t_o = 0,0001 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0103}} = 0,0001 \cdot 200,6 \cdot 210 = 4,21 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{0103}} = 1,36 \cdot 4,21 = 5,73 \text{ хв} .$$

4. Точити канавку 3

$$t_{o_{0104}} = 0,00063 \cdot (D^2 - d^2) ,$$

$$t_{o_{0104}} = 0,00063 \cdot (200,6^2 - 199,5^2) = 0,33 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{0104}} = 1,36 \cdot 0,33 = 0,45 \text{ хв} .$$

5. Точити поверхню 1, начисто

$$t_o = 0,0001 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0105}} = 0,0001 \cdot 180,6 \cdot 225 = 4,06 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{0105}} = 1,36 \cdot 4,06 = 5,52 \text{ хв} .$$

6. Точити канавку 9

$$t_{o_{0106}} = 0,00063 \cdot (D^2 - d^2) ,$$

$$t_{o_{0106}} = 0,00063 \cdot (180,6^2 - 179,5^2) = 0,25 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Эм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{um_{0106}} = 1,36 \cdot 0,25 = 0,34 \text{ хв} .$$

7. Точити фаску 16

$$t_{o_{0107}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0107}} = 0,00017 \cdot 180,6 \cdot 2 = 0,06 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{0107}} = 1,36 \cdot 0,06 = 0,08 \text{ хв} .$$

8. Точити фаску 21

$$t_{o_{0108}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0108}} = 0,00017 \cdot 200,6 \cdot 10 = 0,34 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{0108}} = 1,36 \cdot 0,34 = 0,46 \text{ хв} .$$

9. Точити поверхню 15 начорно

$$t_{o_{0109}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0109}} = 0,00017 \cdot 186,5 \cdot 548 = 17,37 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{0109}} = 1,36 \cdot 17,37 = 23,62 \text{ хв} .$$

10. Точити поверхню 11 начорно

$$t_{o_{01010}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01010}} = 0,00017 \cdot 181,5 \cdot 532 = 16,42 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01010}} = 1,36 \cdot 16,42 = 22,33 \text{ хв} .$$

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11.Точити поверхню 4 начорно

$$t_{o_{01011}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01011}} = 0,00017 \cdot 171,5 \cdot 460 = 13,41 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01011}} = 1,36 \cdot 13,41 = 18,24 \text{ хв} .$$

12.Точити поверхню 13 начорно

$$t_{o_{01012}} = 0,00017 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01012}} = 0,00017 \cdot 161,6 \cdot 225 = 6,18 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01012}} = 1,36 \cdot 6,18 = 8,4 \text{ хв} .$$

13.Точити поверхню 13 начисто

$$t_{o_{01013}} = 0,0001 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01013}} = 0,0001 \cdot 160,6 \cdot 225 = 3,61 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01013}} = 1,36 \cdot 3,61 = 4,91 \text{ хв} .$$

14.Точити канавку 20

$$t_{o_{01014}} = 0,00063 \cdot (D^2 - d^2) ,$$

$$t_{o_{01014}} = 0,00063 \cdot (160,6^2 - 159,5^2) = 0,22 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01014}} = 1,36 \cdot 0,22 = 0,3 \text{ хв} .$$

15.Точити поверхню 4 начисто

$$t_{o_{01015}} = 0,0001 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01015}} = 0,0001 \cdot 170,6 \cdot 235 = 4,01 \text{ хв} .$$

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01015}} = 1,36 \cdot 4,01 = 5,45 \text{ хв} .$$

16.Точити канавку 19

$$t_{o_{01016}} = 0,00063 \cdot (D^2 - d^2) ,$$

$$t_{o_{01016}} = 0,00063 \cdot (170,6^2 - 169,5^2) = 0,24 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01016}} = 1,36 \cdot 0,24 = 0,33 \text{ хв} .$$

17.Точити поверхню 11 начисто

$$t_{o_{01017}} = 0,0001 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01017}} = 0,0001 \cdot 180,6 \cdot 72 = 1,3 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01017}} = 1,36 \cdot 1,3 = 1,77 \text{ хв} .$$

18.Точити поверхню 15 начисто

$$t_{o_{01018}} = 0,0001 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{01018}} = 0,0001 \cdot 185,6 \cdot 16 = 0,3 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01018}} = 1,36 \cdot 0,3 = 0,35 \text{ хв} .$$

19.Точити канавку 10

$$t_{o_{01019}} = 0,00063 \cdot (D^2 - d^2) ,$$

$$t_{o_{01019}} = 0,00063 \cdot (185,6^2 - 184,5^2) = 0,26 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{um_{01019}} = 1,36 \cdot 0,26 = 0,35 \text{ хв} .$$

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний штучний час на фрезерувальній операції

$$t_{ум.33} = 1,81 + 1,81 + 1,72 = 5,34 \text{ хв} .$$

Для операції 020 свердлувальна

1. Свердлити отвір 12

$$t_{o_{0201}} = 0,00052 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0201}} = 0,00052 \cdot 10,2 \cdot 30 = 0,16 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{ум_{0201}} = 1,3 \cdot 0,16 = 0,21 \text{ хв} .$$

2. Нарізати різьбу М 12

$$t_{o_{0202}} = 0,0004 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0202}} = 0,0004 \cdot 12 \cdot 20 = 0,10 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{ум_{0202}} = 1,3 \cdot 0,10 \cdot 2 = 0,26 \text{ хв} .$$

Загальний штучний час на свердлувальній операції

$$t_{ум.34} = 0,21 + 0,26 = 0,47 \text{ хв} .$$

Для операції 025 круглошліфувальної

1. Шліфувати поверхню 13

$$t_o = 0,00010 \cdot d \cdot l ,$$

$$t_{o_{0251}} = 0,00010 \cdot 160 \cdot 225 = 3,6 \text{ хв} .$$

Штучний час на операцію

$$t_{ум_{0251}} = 1,55 \cdot 3,6 = 5,58 \text{ хв} .$$

2. Шліфувати поверхню 4

$$t_{o_{0252}} = 0,00010 \cdot 170 \cdot 235 = 4,2 \text{ хв} .$$

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{um(i)}$ – штучний час виконання і-тої операції;

$F_{d.p.o}$ – дійсній річний фонд часу роботи обладнання;

$K_e = 1,03$ – коефіцієнт виконання норм [7].

Річна програма запуску деталей, визначається за формулою

$$N_3 = N_e \cdot m + N_{3.ч} + N_{бр} + \Delta N_{н.в} ,$$

де $N_e = 1200$ шт – програма випуску деталей;

$m = 1$ - кількість деталей у виробі;

$N_{3.ч}$ – кількість деталей, які випускаються у вигляді запасних частин;

$N_{бр}$ – кількість деталей, які випускаються для компенсації браку;

$\Delta N_{н.в}$ – кількість деталей незавершеного виробництва.

Кількість деталей, які випускаються у вигляді запасних частин розраховуємо за формулою

$$N_{3.ч} = 0,2 \cdot N_e ,$$

$$N_{3.ч} = 0,2 \cdot 1200 = 180 \text{ шт} .$$

Кількість деталей, які випускаються для компенсації браку розраховуємо за формулою

$$N_{бр} = 0,02 \cdot N_e ,$$

$$N_{бр} = 0,02 \cdot 1200 = 24 \text{ шт} .$$

Кількість деталей незавершеного виробництва розраховуємо за формулою

$$\Delta N_{н.в} = 0,05 \cdot N_e ,$$

$$\Delta N_{н.в} = 0,05 \cdot 1200 = 60 \text{ шт} .$$

Річна програма запуску деталей

$$N_3 = 180 \cdot 1 + 24 + 60 + 1200 = 1464 \text{ шт} ,$$

Визначення дійсного річного фонду часу роботи обладнання визначаємо за формулою

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$F_{\text{д.р.о}} = F_{\text{н.о}} \cdot \eta_0 ,$$

де $F_{\text{н.о}}$ – номінальний річний фонд часу роботи обладнання;

η_0 – коефіцієнт, який враховує використання обладнання в часі,

$$\eta_0 = 0,93...0,97 [2].$$

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання визначаємо за формулою

$$F_{\text{н.о}} = F_{\text{н}} \cdot S ,$$

де $F_{\text{н}}$ – номінальний річний фонд часу працюючого;

S - число змін роботи обладнання.

Номінальний річний фонд часу працюючого визначаємо за формулою

$$F_{\text{н}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{св}}) \cdot t_{\text{зм}} - d_{\text{нс}} \cdot 1 ,$$

де $d_{\text{к}}$ – кількість календарних днів на 2004 рік, $d_{\text{к}} = 366$ дн.;

$d_{\text{в}}$ – кількість вихідних днів на рік, $d_{\text{в}} = 104$ дн.;

$d_{\text{св}}$ – кількість святкових днів, які не співпадають з вихідними, $d_{\text{св}} = 5$ дн.;

$t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, $t_{\text{зм}} = 8,2$ годин;

$d_{\text{нс}}$ – кількість передсвяткових днів, $d_{\text{нс}} = 4$ дн.;

1 – час скорочення тривалості зміни в передсвяткові дні.

$$F_{\text{н}} = (366 - 104 - 5) \cdot 8,2 - 4 \cdot 1 = 2104,4 \text{ години} .$$

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання

$$F_{\text{н.о}} = 2104,4 \cdot 2 = 4208,8 \text{ години} .$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання

$$F_{\text{д.р.о}} = 4208,8 \cdot 0,92 = 3872,1 \text{ години} .$$

Потрібна кількість робочих місць на першій операції

005 Токарна

$$g_{p1} = \frac{0,28 \cdot 1464}{3872,1 \cdot 60 \cdot 1,03} = 0,002 \ .$$

Приймаємо $g_{p1} = 1$

Потрібна кількість робочих місць на другій операції

010 Токарна

$$g_{p2} = \frac{128,52 \cdot 1464}{3872,1 \cdot 60 \cdot 1,03} = 0,79 \ .$$

Приймаємо $g_{p2} = 1$

Потрібна кількість робочих місць на третій операції

015 Фрезерувальна

$$g_{p3} = \frac{5,34 \cdot 1464}{3872,1 \cdot 60 \cdot 1,03} = 0,033 \ .$$

Приймаємо $g_{p3} = 1$

Потрібна кількість робочих місць на четвертій операції

020 Свердлувальна

$$g_{p4} = \frac{0,47 \cdot 1464}{3872,1 \cdot 60 \cdot 1,03} = 0,003 \ .$$

Приймаємо $g_{p4} = 1$

Потрібна кількість робочих місць на п'ятій операції

025 Круглошліфувальна

$$g_{p5} = \frac{27,37 \cdot 1464}{3872,1 \cdot 60 \cdot 1,03} = 0,17 \ .$$

Приймаємо $g_{p5} = 1$

Коефіцієнт завантаження обладнання знаходимо за формулою

$$\eta_z = \frac{g_p}{g_{np}} \ ,$$

де g_p – розрахункова кількість обладнання;

$g_{пр}$ – прийнята кількість обладнання.

На першій операції

$$\eta_{з_1} = \frac{0,002}{1} = 0,002 .$$

На другій операції

$$\eta_{з_2} = \frac{0,79}{1} = 0,79 .$$

На третій операції

$$\eta_{з_3} = \frac{0,033}{1} = 0,033 .$$

На четвертій операції

$$\eta_{з_4} = \frac{0,003}{1} = 0,003 .$$

На п'ятій операції

$$\eta_{з_5} = \frac{0,17}{1} = 0,17 .$$

Отримані дані зводимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок кількості робочих місць

№ опер.	Найменування операції	Дійсний річний фонд часу роботи обладнання $F_{д.р.о}, Г$	$t_{шт},$ хв	Кількість обладнання	
				g_p	$g_{пр}$
005	Токарна	3872,1	17,81	0,002	1
010	Токарна	3872,1	128,52	0,79	1
015	Фрезерувальна	3872,1	5,34	0,033	1
020	Свердлувальна	3872,1	0,47	0,003	1
025	Круглошліфувальна	3872,1	27,37	0,17	1

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по всім операціям знаходимо за формулою:

$$\eta_3^{cp} = \frac{\sum g_p}{\sum g_{np}}$$

$$\eta_3^{cp} = \frac{0,002 + 0,79 + 0,033 + 0,003 + 0,17}{1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 0,20$$

Коефіцієнт завантаження відповідає середньосерійному типу виробництва.

5.5 Визначення режимів різання і технічних норм часу виконання операцій

5.5.1. Визначення режимів різання для токарної операції.

Операція складається з наступних переходів:

1. Точіння поверхні начорно в розмір $\varnothing 181,6$ мм;
2. Точіння поверхні начисто в розмір $\varnothing 180,6$ мм;

Визначаємо довжину робочого ходу супорту при чорновому точінні

$$L_{p.x.} = l + l_1,$$

де $l = 225$ мм – довжина оброблюємої поверхні;

$l_1 = 3$ мм – величина врізання інструменту.

$$L_{p.x.} = 225 + 3 = 228 \text{ мм} .$$

Подача супортів S_o визначаємо згідно [7]:

при глибині різання $t = 2,5$ мм, $S_o = 1,1$ мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y} \cdot K_v ,$$

де C_v – коефіцієнт, який залежить від оброблюючого матеріалу та характеристики ріжучого інструмента $C_v = 340$ [1];

T – стійкість інструмента, хв., $T = 60$ хв.;

$m = 0,2$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [1];

t – глибина різання, мм;

$x = 0,15$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [1];

$y = 0,45$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [1];

K_v – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо по формулі

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} ,$$

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

$K_{nv} = 0,8 - 0,85$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні заготовки [1];

$K_{uv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучого інструмента [1].

Коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу розраховуємо за формулою

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^n ,$$

де $K_z = 1,0$ – коефіцієнт, який характеризує групу сталі за

												Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ							

оброблюваністю [1];

$n = 1,0$ – показник ступеня [7];

$\sigma_s = 530$ МПа – тимчасовий опір розриву матеріалу, що оброблюється.

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42 .$$

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,21 .$$

Швидкість різання

$$V^{чорн} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 1,1^{0,45}} \cdot 1,21 = 151,5 \frac{м}{хв} .$$

Частоту обертання для даної операції визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ,$$

де V – швидкість різання;

D – діаметр поверхні деталі, яка обробляється, мм.

$$n^{чорн} = \frac{1000 \cdot 151,5}{3,14 \cdot 181,6} = 266 \text{ хв}^{-1} .$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя найбільш близьку до паспортних даних верстата: $n^{чорн} = 300 \text{ хв}^{-1}$.

Фактичну швидкість визначаємо за стандартною частотою обертання

$$V_{ф}^{чорн} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 181,6}{1000} = 170 \frac{м}{хв} .$$

Сила різання визначаємо за формулою

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V^n \cdot K_p ,$$

де C_p – коефіцієнт, який залежить від оброблюємого матеріалу та характеристики ріжучого інструмента, $C_p = 300$ [2];

t – глибина різання, мм;

S_o – подача, мм/об;

$x = 1,0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$y = 0,75$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$n = - 0,15$ – частота обертання [2];

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Поправочний коефіцієнт K_p визначаємо за формулою

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} ,$$

де K_{mp} – коефіцієнт, що враховує вплив якості матеріалу, $K_{mp} = 0,75$ [2];

$K_{\varphi p}$ – коефіцієнт, що враховує головний кут в плані різця, $K_{\varphi p} = 0,89$ [2];

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, що враховує передній кут в плані різця, $K_{\gamma p} = 1,1$ [2];

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу головного леза, $K_{\lambda p} = 1,0$ [2];

K_{rp} – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця, $K_{rp} = 0,93$ [2].

$$K_p = 0,75 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,68 .$$

Сила різання

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	
						Лист

$$P_{Z1} = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 1,1^{0,75} \cdot 170^{-0,15} \cdot 0,68 = 1521 \text{ Н} .$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_p = \frac{P_Z \cdot V_{np}}{1020 \cdot 60} ,$$

$$N_p = \frac{1521 \cdot 170}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт} .$$

Повинна виконуватися умова

$$N_p < N \cdot \eta ,$$

де $N = 10$ кВт – потужність верстата;

$\eta = 0,9$ – ККД передачі верстата.

$$N \cdot \eta = 10 \cdot 0,9 = 9 \text{ кВт} ,$$

$$4,2 < 9 .$$

умова виконується.

Визначаємо довжину робочого ходу супорту при чистовому точінні

$$L_{p.x.} = l + l_1 ,$$

де $l = 225$ мм – довжина оброблюємої поверхні;

$l_1 = 3$ мм – величина врізання інструменту.

$$L_{p.x.} = 225 + 3 = 228 \text{ мм} .$$

подача супортів S_o визначаємо згідно [2]:

при глибині різання $t = 1$ мм, $S_o = 0,7$ мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y} \cdot K_v ,$$

де C_v – коефіцієнт, який залежить від оброблюючого матеріалу та характеристики ріжучого інструмента $C_v = 340$ [2];

T – стійкість інструмента, хв., $T = 60$ хв.;

$m = 0,2$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

t – глибина різання, мм;

$x = 0,15$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$y = 0,45$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання;

K_v – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо по формулі

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} ,$$

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

$K_{nv} = 0,8 - 0,85$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні заготовки [2];

$K_{uv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучого інструмента [2].

Коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу розраховуємо за формулою

$$K_{mv} = K_2 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^n ,$$

де $K_2 = 1,0$ – коефіцієнт матеріалу заготовки [2];

$n = 1,0$ – показник ступеня [2];

$\sigma_6 = 530$ МПа – тимчасовий опір розриву матеріалу, що обробляється.

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42 .$$

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,21 .$$

Швидкість різання

$$V^{чист.} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 1,21 = 213 \frac{м}{хв} .$$

Частоту обертання для даної операції визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ,$$

де V – швидкість різання;

D – діаметр поверхні деталі, яка обробляється, мм.

$$n^{чист} = \frac{1000 \cdot 213}{3,14 \cdot 180,6} = 376 хв^{-1} .$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя найбільш близьку до паспортних даних верстата: $n^{чист} = 400 хв^{-1}$.

Фактичну швидкість визначаємо за стандартною частотою обертання

$$V_{\phi}^{чист} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 180,6}{1000} = 227 \frac{м}{хв} .$$

Сила різання визначаємо за формулою

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V^n \cdot K_p ,$$

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

де C_p – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який обробляється
та

характеристики ріжучого інструмента, $C_p = 300$ [2];

t – глибина різання, мм;

S_o – подача, мм/об;

$x = 1,0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$y = 0,75$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$n = - 0,15$ – частота обертання [2];

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Поправочний коефіцієнт K_p визначаємо за формулою

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} ,$$

де K_{mp} – коефіцієнт, що враховує вплив якості матеріалу, $K_{mp} = 0,75$ [2];

$K_{\varphi p}$ – коефіцієнт, що враховує головний кут в плані різця, $K_{\varphi p} = 0,89$ [2];

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, що враховує передній кут в плані різця, $K_{\gamma p} = 1,1$ [2];

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу головного леза, $K_{\lambda p} = 1,0$ [2];

$K_{r p}$ – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різця, $K_{r p} = 0,93$ [2].

$$K_p = 0,75 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,68 .$$

Сила різання

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{Z2} = 10 \cdot 300 \cdot 1^{1,0} \cdot 0,7^{0,75} \cdot 227^{-0,15} \cdot 0,68 = 692 \text{ Н} ,$$

Потужність різання визначаємо за формулою

$$N_p = \frac{P_Z \cdot V_{np}}{1020 \cdot 60} ,$$

$$N_{p2} = \frac{692 \cdot 227}{1020 \cdot 60} = 2,6 \text{ кВт} .$$

Повинна виконуватися умова

$$N_p < N \cdot \eta ,$$

де $N = 10$ кВт – потужність верстата;

$\eta = 0,9$ – ККД передачі верстата.

$$N \cdot \eta = 10 \cdot 0,9 = 9 \text{ кВт} .$$

$$2,6 < 9 .$$

умова виконується.

5.6.2. Визначення режимів різання для фрезерувальної операції.

Визначаємо довжину робочого ходу при фрезеруванні [2]

$$L_{p.x.} = l ,$$

де l – довжина оброблюємої поверхні.

$$L_{p.x.} = 200 \text{ мм} .$$

Подача S_z визначаємо згідно [2]:

при глибині різання $t = 0,5$ мм, $S_z = 0,65$ мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v ,$$

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_v = 12$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який оброблюється та характеристики ріжучого інструмента [2];

$D = 40$ мм – діаметр фрези [2];

$g = 0,3$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$T = 120\text{хв}$ – стійкість інструмента [2];

$m = 0,26$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

t – глибина різання, мм [2];

$x = 0,3$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$y = 0,25$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

B – ширина різання, мм;

$u = 0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$Z = 2$ – кількість зубців фрези [2];

$p = 0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо за формулою

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} ,$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу [2];

$K_{nv} = 0,8 - 0,85$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні заготовки [2];

$K_{uv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує матеріал

					<i>Лист</i>	
					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ріжучого інструмента [2].

Коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу розраховуємо за формулою

$$K_{mv} = K_2 \cdot \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^n,$$

де $K_2 = 1,0$ – коефіцієнт, який характеризує групу сталі за оброблюваністю [2];

$n = 1,0$ – показник ступеня [2];

$\sigma_6 = 530$ МПа – тимчасовий опір розриву матеріалу, що оброблюється.

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42.$$

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,21.$$

Швидкість різання

$$V = \frac{12 \cdot 40^{0,3}}{120^{0,26} \cdot 0,5^{0,3} \cdot 0,65^{0,25} \cdot 40^0 \cdot 2^0} \cdot 1,21 = 17,34 \frac{m}{c}.$$

Силу різання визначаємо за формулою

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_p,$$

де $C_p = 12,5$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який обробляється та характеристики ріжучого інструмента [2];

D – діаметр фрези, мм;

t – глибина різання, мм;

$x = 0,3$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$y = 0,25$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

B – ширина різання, мм;

$u = 0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$Z = 2$ – кількість зубців фрези;

$g = 0,3$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

n – частота обертання фрези;

$\omega = -0,13$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо за формулою

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n ,$$

де σ_e – тимчасовий опір розриву матеріалу деталі;

n – показник ступеня, який залежить від марки матеріалу.

$$K_{mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,3} = 0,9 .$$

Сила різання

$$P_Z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 0,5^{0,3} \cdot 0,65^{0,25} \cdot 40^0 \cdot 2^0}{40^{0,3} \cdot 200^{-0,13}} \cdot 0,9 = 54,3 \text{ Н} .$$

Розрахункова частота обертання шпинделя

$$n_{роз} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ,$$

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де V – швидкість різання;

D – діаметр фрези.

$$n_{роз} = \frac{1000 \cdot 17,34}{3,14 \cdot 40} = 138,1 \frac{об}{хв} .$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя найбільш близьку до паспортних даних верстата: $n = 160 \text{ хв}^{-1}$.

Фактичну швидкість визначаємо за стандартною частотою обертання

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 40}{1000} = 20,1 \frac{м}{хв} .$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі

$$M_{кр} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 100} ,$$

$$M_{кр} = \frac{54,3 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 10,86 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Потужність різання визначаємо за формулою

$$N_p = \frac{P_Z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60} ,$$

$$N_p = \frac{54,3 \cdot 20,1}{1020 \cdot 60} = 0,02 \text{ кВт} .$$

Повинна виконуватися умова

$$N_p < N \cdot \eta ,$$

де $N = 7,5$ кВт – потужність верстата;

$\eta = 0,9$ – ККД передачі верстата.

$$0,02 < 7,5 \cdot 0,9 .$$

умова виконується.

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5.9.3. Визначення режимів різання для свердлувальної операції.

Визначаємо довжину робочого ходу при свердлуванні [2]

$$L_{p.x.} = l + l_1 ,$$

де $l = 30$ мм – довжина оброблюємої поверхні;

$l_1 = 10$ мм – довжина врізання свердла [2]

$$L_{p.x.} = 30 + 10 = 40 \text{ мм} .$$

Подача на один оберт інструмента [2], $S = 0,27$ мм/об.

Глибина різання при розсвердлюванні

$$t = 0,5 \cdot D ,$$

де $D = 10,2$ мм – відповідно діаметр отвору.

$$t = 0,5 \cdot 10,2 = 5,1 \text{ мм} .$$

Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v ,$$

де $C_v = 9,8$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який обробляється та характеристики ріжучого інструмента [2];

D – діаметр свердла, мм;

$g = 0,4$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$T = 45$ хв. – стійкість інструмента;

$m = 0,2$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

S – подача інструмента, мм/об;

$y = 0,5$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо за формулою

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} ,$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу [2];

$K_{uv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні заготовки [2];

$K_{iv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує матеріал ріжучого інструмента [2].

Коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу розраховуємо за формулою

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^n ,$$

де $K_z = 1,0$ – коефіцієнт, який характеризує групу сталі за оброблюваністю [2];

$n = 1,0$ – показник ступеня [2];

$\sigma_b = 530$ МПа – тимчасовий опір розриву матеріалу, що оброблюється.

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42 .$$

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,42 .$$

Швидкість різання

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

$$V = \frac{9,8 \cdot 10,2^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,27^{0,5}} \cdot 1,42 = 31,67 \frac{M}{xв} .$$

Крутний момент на валу шпинделя знаходимо по формулі

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p ,$$

де $C_m = 0,0345$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який оброблюється та характеристики ріжучого інструмента [2];

D – діаметр свердла, мм;

$g = 2,0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

S – подача інструмента, мм/об;

$y = 0,8$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо за формулою

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n ,$$

де σ_e – тимчасовий опір розриву матеріалу деталі;

n – показник ступеня, який залежить від марки матеріалу.

$$K_p = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77 .$$

Крутний момент на валу шпинделя

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,2^{2,0} \cdot 0,27^{0,8} \cdot 0,77 = 9,7 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Сила різання визначається за формулою

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p ,$$

						ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

де $C_p = 68$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який оброблюється та характеристики ріжучого інструмента [2];
 D – діаметр свердла, мм;
 S – подача інструмента, мм/об;
 $g = 1,0$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];
 $y = 0,7$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];
 $K_p = 0,77$ – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 10,2^{1,0} \cdot 0,27^{0,7} 0,77 = 2136 \text{ Н} \text{ .}$$

Розрахункова частота обертання шпинделя

$$n_{роз} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ ,}$$

де V – швидкість різання;

D – діаметр інструмента.

$$n_{роз} = \frac{1000 \cdot 31,67}{3,14 \cdot 10,2} = 988,8 \frac{об}{хв} \text{ .}$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя найбільш близьку до паспортних даних верстата: $n = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Фактичну швидкість визначаємо за стандартною частотою обертання

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 1000 \cdot 10,2}{1000} = 32,03 \frac{м}{хв} \text{ .}$$

Потужність різання визначаємо за формулою

$$N_p = \frac{M \cdot n_{пр}}{7950} \text{ ,}$$

$$N_p = \frac{9,7 \cdot 1000}{7950} = 1,22 \text{ кВт} \text{ .}$$

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Повинна виконуватися умова

$$N_p < N \cdot \eta ,$$

де $N = 2,2$ кВт – потужність верстата;

$\eta = 0,9$ – ККД передачі верстата.

$$1,22 < 2,2 \cdot 0,9 .$$

умова виконується.

Визначаємо довжину робочого ходу при різьбонарізанні [2]

$$L_{p.x.} = l + l_1 ,$$

де $l = 20$ мм – довжина оброблюємої поверхні;

$l_1 = 10$ мм – довжина врізання свердла [2].

$$L_{p.x.} = 20 + 10 = 30 \text{ мм} .$$

Подача на один оберт інструмента [2], $S = 1,1$ мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою

$$V = \frac{C_v \cdot D^g \cdot K_v}{T^m \cdot S^y} ,$$

де $C_v = 64,8$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який обробляється та характеристики ріжучого інструмента [2];

D – діаметр мітчика, мм;

$g = 1,2$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$T = 90$ хв. – стійкість інструмента;

$m = 0,9$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

S – подача інструмента, мм/об;

$y = 0,5$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

K_v – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання;

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання визначаємо за формулою

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tv} ,$$

де $K_{mv} = 0,7$ – коефіцієнт, який враховує якість матеріалу, який оброблюється [2];

$K_{uv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує якість інструментального матеріалу [2];

$K_{tv} = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує точність різьби, яка нарізається [2].

Загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання

$$K_v = 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,56 .$$

Швидкість різання

$$V = \frac{41 \cdot 12^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,1^{0,5}} \cdot 0,56 = 13,42 \frac{м}{хв} .$$

Крутний момент на валу шпинделя знаходимо по формулі

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^g \cdot P^y \cdot K_p ,$$

де $C_m = 0,0270$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який оброблюється та характеристики ріжучого інструмента [2];

D – номінальний діаметр різьби, мм;

$g = 1,4$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

t – глибина різання, мм;

P – крок різьби, мм;

$y = 1,5$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$K_p = K_{mp} = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, що враховує

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

фактичні умови різання [2].

Крутний момент на валу шпинделя

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0270 \cdot 12^{1,4} \cdot 1,5^{1,5} \cdot 1,0 = 16,08 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Сила різання визначається за формулою

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} K_p ,$$

де $C_p = 148$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який оброблюється та характеристики ріжучого інструмента;

P – подача інструмента, мм/об.;

$i = 3$ – кількість робочих ходів;

$y = 0,7$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання;

n – показник ступеня, який залежить від марки матеріалу;

$K_p = 1,0$ – поправочний коефіцієнт, що враховує

фактичні умови різання.

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,5}}{3} \cdot 1,0 = 906 \text{ Н} .$$

Розрахункова частота обертання шпинделя

$$n_{роз} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ,$$

де V – швидкість різання;

D – діаметр інструмента.

$$n_{роз} = \frac{1000 \cdot 13,42}{3,14 \cdot 12} = 356 \frac{\text{об}}{\text{хв}} .$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя найбільш близьку до паспортних даних верстата: $n = 400 \text{ хв}^{-1}$.

											Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

Фактичну швидкість визначаємо за стандартною частотою обертання

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 12}{1000} = 15,07 \frac{м}{хв} .$$

Потужність різання визначаємо за формулою

$$N_p = \frac{M_{кр} \cdot n_{пр}}{7950} ,$$

$$N_p = \frac{16,08 \cdot 400}{7950} = 6,6 \text{ кВт} .$$

Повинна виконуватися умова

$$N_p < N \cdot \eta ,$$

де $N = 7,5$ кВт – потужність верстата;

$\eta = 0,9$ – ККД передачі верстата.

$$6,6 < 7,5 \cdot 0,9 .$$

умова виконується.

5.5.4. Визначення режимів різання для круглошліфувальної операції.

Розрахунок режиму різання для шліфування поверхні $\varnothing 180$ мм на довжину 225 мм.

При глибині різання $t = 0,025$ мм, подачу приймаємо $S = 0,7$ мм/об.

Швидкість різання приймаємо $V = 25$ м/хв.

Частоту обертання для даної операції визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} ,$$

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 180} = 44 \text{ хв}^{-1} .$$

Швидкість шліфувального круга приймаємо $V_{кр} = 30 \text{ м/с}$.

Визначаємо потужність різання

$$N_p = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d ,$$

де $C_N = 2,65$ – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, який оброблюється та характеристики ріжучого інструмента [2];

$V_3 = 25 \text{ м/хв}$ – швидкість руху заготовки [2];

$t = 0,025 \text{ мм}$ – глибина шліфування [2];

$S = 0,7 \text{ мм}$ – повздовжня подача [2];

$d = 180 \text{ мм}$ – діаметр шліфування;

$r = 0,5$ – показник ступеня, який залежить від марки матеріалу [2];

$x = 0,5$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$y = 0,55$ – коефіцієнт, який впливає на режими різання [2];

$$N^{черн}_{різ} = 2,65 \cdot 25^{0,5} \cdot 0,025^{0,5} \cdot 0,7^{0,55} \cdot 180^0 = 1,72 .$$

Повинна виконуватися умова

$$N_p < N \cdot \eta ,$$

де $N = 17 \text{ кВт}$ – потужність верстата;

$\eta = 0,9$ – ККД передачі верстата.

$$1,72 < 17 \cdot 0,9$$

умова виконується.

Режими різання на інші поверхні вибираємо за таблицями [2] і за-носимо їх в таблицю 5.9.

											Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ						

Таблиця 5.9 – Режими різання

Найменування операції і переходу	Глибина різання, t	Довжина робочого ходу, L _{рх}	Стійкість інструмента, T	Подача S	Швидкість різання, V	
	мм		хв	мм/об	м/хв	об/хв
1	2	3	4	5	6	7
005 Токарна						
1 поверхня 7, 14	2,5	8	60	1,1	245	300
2 поверхня 7, 14	2	23	60	0,17	12,6	400
010 Токарна.						
Токарна чорнова						
1 поверхня 2	2,5	213	60	1,1	150,2	300
2 поверхня 1	2,5	228	60	1,1	151,5	300
3 поверхня 3	0,5	6	70	0,15	330	400
4 поверхня 9	0,5	6	70	0,15	330	400
5 поверхня 16, 21, 17	2	2	60	0,12	306	400
6 поверхня 15	2,5	551	60	1,1	186,5	300
7. поверхня 11	2,5	535	60	1,1	182,3	300
8. поверхня 4	2,5	463	60	1,1	175,1	300
9. поверхня 13	2,5	228	60	1,1	148,5	300
10. поверхня 20	0,5	6	70	0,15	330	400
11. поверхня 19	0,5	6	70	0,15	330	400
12. поверхня 10	0,5	6	70	0,15	330	400
Токарна чистова						
1. поверхня 2	1,2	213	60	0,7	221	400
2. поверхня 1	1	228	60	0,7	227	400
3. поверхня 13	1	228	60	0,7	225	400
4. поверхня 4	0,9	238	60	0,7	231	400
5. поверхня 11	0,9	75	60	0,7	207	400
6. поверхня 15	0,9	19	60	0,7	185	400
015 Фрезерувальна						
1. поверхня 8	0,5	190	120	0,65	17,34	160
2. поверхня 6	0,5	200	120	0,65	17,34	160
3. поверхня 5	0,5	200	120	0,65	17,34	160
4 поверхня 15	0,25			0,7	25	44
5 поверхня 1	0,25			0,7	25	44
6 поверхня 2	0,25			0,7	25	44

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ

Лист

Висновки до розділу.

В розділі технологія машинобудування розроблено технологічний процес виготовлення деталі – вал, який застосовується у роторній дробарці ДРС 10х10 в якості привідного валу.

У процесі виконання роботи було вирішено такі завдання: визначення типу виробництва, проектування технологічного маршруту механічної обробки деталі „вал”, до якої входить , вибір устаткування і інструментів та визначення режимів різання до всіх операцій.

Література до розділу.

1. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). -Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. - 379 с.
2. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: ВидавництвоЛьвівської політехніки, 2009 – 528 с.

					ДРС 10х10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5.ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1.Аналіз потенційних небезпек, які виникають при експлуатації молоткової дробарки.

Дробарка роторна використовується у промисловості будівельних матеріалів для подрібнення кам'яних матеріалів. При експлуатації дробарки виникають наступні виробничо-шкідливі фактори, згідно ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" та ДБН В.2.2-15 "Вібраційна безпека. Загальні вимоги":

підвищений рівень вібрації;

підвищена запиленість повітря;

підвищений рівень шуму на робочому місці;

підвищене значення напруги в електричній мережі, замикання якої може здійснитися через тіло людини;

механізми, що рухаються, рухомі частини виробничого обладнання; конструкції, що руйнуються.

5.1.2. Заходи по усуненню та зниженню потенціальних небезпек при експлуатації дробарки роторної.

Дробарка молоткова є джерелом вібрації, які можуть несприятливо діяти як на працюючих, так і на будівлю. Для зменшення вібрацій дробильне обладнання встановити, згідно та ДБН В.2.2-15 "Вібраційна безпека. Загальні вимоги" на віброізоляційні фундаменти, а частини що обертаються (шків, валки) від балансувати, щоб під час роботи вони не створювали ударів і струсів.

Для боротьби з пиловиділенням ротору дробарку рекомендовано помістити у металевий герметичний кожух, який містить оглядові дверцята, що щільно зачиняються, згідно ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення".

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Також, для зменшення пилоутворення там, де дозволяє технологічний процес, матеріал перед подрібненням зволожують.

Для попередження вильоту кусків з матеріалу з дробарки їх завантаження, згідно ДСТУ EN 12629-5-4:2014 "Машини для виготовлення будівельних виробів з бетону та силікату кальцію. Вимоги щодо безпеки.", виконувати механічними живильниками (стрічкові, пластинчасті, електровібраційні). При їх відсутності зевом дробарки підчипити захисний козирьок, який відхиляється тільки у сторону руху завантажуючого матеріалу. Козирьок перешкоджає викиду шматків з дробарки та зменшенню пилевиділення. Ручне завантаження дробарки допускається як виключення.

Для захисту очей працюючі повинні працювати у окулярах які не б'ються, згідно ДБН А.3.2-2-2009.

Пуск дробарки та зв'язних з нею механізмів виконується тільки з дозволу змінного мастера після подачі встановленого сигналу. Ніяких очисних, регулювальних або ремонтних робіт на ходу виконувати не можна. Неможна знаходитися на решітці та доторкатися до деталей частин, що рухаються.

Усі обертаючі частини приводу огорожені.

Дробильна машина відключається при появі у ній будь-яких пошкоджень (послаблення шпонок на валах, послаблення кріпильних та фундаментних болтів, пошкодження запобіжних шпильок на муфті маховика).

Для запобігання короткому замкненню і перевантаженням дробарку забезпечити каліброваним запобіжником або автоматичним вимикачем, згідно ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

Роторна дробарка працює в технологічній лінії в автоматичному режимі і не потребує постійної присутності оператора.

Оператор знаходиться у відокремленій кабіні і здійснює звідти управління і нагляд за всім комплексом машин.

Робітники працюють безпосередньо з дробаркою при проведенні технічних обслуговувань та ремонті.

							Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ		

Робота оператора технологічної лінії належить згідно з ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" до категорії робіт першої легкої з енерговитратами до 172 Дж / с.

Згідно з санітарними нормами ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" мінімальна площа kabіни становить 4,5 м², а об'єм 15 м³.

Температура в kabіні в холодний період року підтримується системою опалення підприємства.

Система вентиляції забезпечує подачу в kabіну чистого повітря і необхідну швидкість його руху.

Робота дробарки пов'язана з виділенням великої кількості пилу матеріалу, який подрібнюється.

Гранично допустима концентрація пилу вапняку у повітрі згідно ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" становить 2 мг/ м³.

Відносно велика швидкість обертання ротора створює потоки повітря, які з великою швидкістю можуть виносити пил через розвантажувальну решітку.

З метою усунення забруднення повітряного середовища пилом застосовується аспірація повітря з зони розвантаження та очищення його в циклонах.

5.1.3 Пожежна безпека

Відповідальність за загальний протипожежний стан об'єкту покладається на керівника підприємства, який своїм наказом призначає відповідальних за пожежну безпеку цехів, ділянок, складів і т.д. Для кожного цеху, складу, ділянки розроблюються протипожежні інструкції, які повинні бути вивчені працюючими та служачими.

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Територія підприємства та приміщення цехів повинні зберігатися в чистоті, а проїзди та під'їзди до будівель і джерел водозабезпечення у справному стані.

Протипожежні проміжки між будівлями не повинні використовуватися для зберігання сировини і готової продукції.

Причиною пожежі на підприємстві може бути несправна електроустановка, що приводить до короткого замикання, перевантажень, великих перехідних опорів.

Вибір електрообладнання і мереж, а також їх монтаж і експлуатація повинні здійснюватися виключно у відповідності з «Правилами улаштування електроустановок», а також з урахуванням особливостей середовища і протипожежної безпеки технологічного процесу.

Одним з найбільш ефективних заходів від короткого замкнення, перевантажень є захист електромереж і обладнання комбінованим запобіжником або автоматичними вимикачами.

В цеху, де використовується дробильне обладнання, повинні бути у наявності первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться бочки з водою, ящики з піском, незгоряємі тканини, пінні, порошкові та вуглекислотні вогнегасники.

Бочки з водою, ящики з піском, незгоряємі тканини використовуються для ліквідації пожеж, які тільки-но починаються.

Для оповіщення про пожежу в цеху можуть бути використані різні засоби (сирена, колокол, гудок, а також телефонний зв'язок і електрична пожежна сигналізація).

Для виклику пожежного підрозділу використовується телефонний зв'язок, для чого біля кожного телефону вивішується табличка з номером телефону пожежної частини.

Першочерговим завданням осіб, які приймають участь у гасінні пожежі, є невідкладне надання допомоги людям, які знаходяться на місці пожежі, або у приміщеннях, де їм загрожує небезпека. Успішна ева-

					ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

куація людей та майна при пожежі залежить від кількості евакуаційних виходів з приміщень та будівель, від проінформованості людей, які знаходяться у будівлі, про розташування цих виходів.

На випадок пожежі у виробничих будівлях складається плани евакуації людей та майна, з якими повинні бути ознайомлені працюючі.

5.2. ЗАХОДИ ПО ЗНИЖЕННЮ ШУМУ

Дробарка являється машиною, яка працює за рахунок роботи різних груп механізмів. Причиною виникнення шуму можуть бути механічні та електромагнітні явища. Механічний шум викликаний ударними процесами, тертям в деталях машин. Електромагнітні шуми виникають при роботі електричних машин і обладнання. Основними джерелами механічного шуму в дробарці є рухомі частини та частини ,що обертаються. Основними джерелами електромагнітного шуму є робота електричного двигуна. Шумом прийнято називати будь-який небажаний для людини звук, що заважає сприйняттю корисних сигналів. Шум представляє собою невпорядковане поєднання звуків різної інтенсивності і частоти.

З фізичної точки зору шум характеризується звуковим тиском, інтенсивністю звука, частотою. Таким чином, в якості звука людина сприймає пружні коливання, що розповсюджуються хвилеподібно в твердому, рідкому і газоподібному середовищі. Вухом людини сприймає звуки з частотою від 16 до 20000 Гц (акустичні звуки). Нечутні людиною коливання з частотою меншою 16 Гц називаються інфразвуками, а коливання з частотою вищою 20 кГц – ультразвуковими.

Негативний вплив шуму на продуктивність праці та здоров'я людини загальновідомий. Під час роботи в шумних умовах продуктивність ручної праці може знизитися до 60%, а кількість помилок, що трапляються при розрахунках, зростає більше ніж на 50%. При тривалій роботі в шумних умовах перш за все уражаються нервова, серцево-судинна системи та органи травлення.

											<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>		

Вплив шуму на організм людини індивідуальний. У деяких людей погіршення слуху настає через декілька місяців, а у інших воно не настає через декілька років роботи в умовах шуму. Для 30% людей шум є причиною передчасного старіння.

Згідно з ДСТУ 2867-94 шум впливаючи на працюючих не повинен перебільшувати гранично допустимих рівнів. Згідно з ДСТУ 2867-94 шумовими характеристиками, які зазначаються в додавасмій до машини технічній документації, є:

1) рівні звукової потужності шуму L_p в октавних полосах частот з середньо геометричними частотами;

2) характеристики направленості випромінювання шуму машиною;

Зони з рівнем звука вище 85дБ повинні бути позначені знаками безпеки по ДБН В.1.1-31:2013 .

Заходи які застосовуються для зменшення впливу шуму на робітників: працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту згідно ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці..

Рівень шуму в роторній дробарці залежить від твердості матеріалу, розмірів падаючих шматків і рівномірності завантаження.

Під час завантаження дробарки рівень шуму підвищується на – 10ДБ в порівнянні з рівнем шуму при сталому режимі її роботи під навантаженням.

В результаті зносу рівень шуму підвищується на 5-6 ДБ. Шум в роторній дробарці можемо знижувати перш за все із зменшенням передачі вібрації від основних її джерел і деталями з поверхонь яких відбувається випромінювання шуму. З цією метою потрібне встановлювати гумові прокладки між несучими конструкціями, віброізолювати привід від станини, балансувати деталі дробарки, що обертаються.

Рівень звуку в кабінах нагляду та дистанційного керування згідно ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Система стандартів безпеки праці» не повинен перевищувати 65дБ.

Удари ротора по камінню створюють шуми, що перевищують 100дБ.

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>		<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			

Значний шум призводить також спрацювання елементів ротора.

З метою зменшення розповсюдження шуму в простір, де встановлено дробарку, вана огорожується звукопоглинаючими екранами. Сама кабіна застіклена подвійним склом різної товщини, які ущільненні по периметру гумовими прокладками. Стіни кабіни облицьовані дерев'яними щитами. Кожен щит складається з рами, яка зовні і з середини обшита плитою ДВП Простір між ними заповнюється ДСП та мінеральною ватою. Кабіна розташовується на певній відстані від дробарки, таким чином, щоб загальні заходи, що забезпечують в ній дозволений рівень шуму, залишались в межах норми.

5.3. АНАЛІЗ РОБОТИ МАШИНИ ЗТОЧКИ ЗОРУ ВИНИКНЕННЯ СТРУСІВ ТА ВІБРАЦІЙ.

Дробарка має ротор, який доволі швидко обертається навколо своєї вісі.

Це призводить до появи коливань ротора та дробарки і розповсюдження коливальних хвиль у ґрунті.

Для операторів стаціонарних машин і устаткування вібраційне навантаження, згідно з ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Система стандартів безпеки праці», не повинно перевищувати значень наведених в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вібраційне навантаження операторів.

Категорія вібрації по санітарним нормам	Віброприскорення		Віброшвидкість	
	м/с ²	дБ	м/с · 10 ⁻²	дБ
3 тип "а"	0,1	100	0,2	92

Тривалий вплив вібрації на організм людини призводить до віброзахворювання наслідками якої є ураження м'язів суглобів, судин, а також захворювання центральної нервової системи, порушення обміну речовин.

З метою обмеження розповсюдження вібраційних хвиль, дробарка

і привід встановлюються на масивні фундаменти, які забезпечують вібропереміщення не більше 0,0056 мм (для частоти до 31,5 Гц).

Кабіна оператора повинна бути встановлена на окремому фундаменті, а її підлога мати гумове покриття.

В період експлуатації дробарки висока увага приділяється надійності кріплень бил, а також надійності різьбових кріплень приводу дробарки для чого здійснюється періодична їх підтяжку.

Також, потрібно своєчасно міняти спрацьовані деталі приводу, не допускаючи появи додаткового вібраційного навантаження, від появи дисбалансу та опору обертання ротора.

5.4 ЗАХОДИ, ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ

5.4.1.Небезпечна зона.

Небезпечною зоною вважається простір обмежений відстанню в 5 метрів від рухомих органів машини, або простір, в межах якого можуть діяти небезпечні фактори.

Рухомими елементами дробарки є ротор та деталі приводу. Для усунення можливості травмування персоналу, деталі приводу закриті кожухом та іншими захисними елементами. Дробарка як і вся технологічна лінія має огороження, що викликає можливість доступу сторонніх осіб безпосередньо до дробарки.

Ширина постійних проходів між млином та іншим устаткуванням і комунікаціями, повинна бути не менша 1000 мм.

5.4.2. Заходи безпеки при монтажі та ремонті обладнання.

5.4.2.1 Огляди та поточні ремонти.

Профілактичний огляд устаткування виконується щоденно ремонтним персоналом без зупинки дробарки. При цьому необхідно звертати особливу увагу на справний стан драбин, перил огороження, наявності плакатів з тех-

							ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

ніки безпеки. Доторкатися до рухомих частин дробарки під час періодичного огляду забороняється. Виправляти дефекти і поломки, що виявлені під час профілактичного огляду, дозволяється тільки після зупинки дробарки.

Профілактичний огляд ротора та відбивних плит дозволяється виконувати тільки при зупиненому устаткуванні.

При профілактичному огляді, а також при ремонтах, що по бірковій системі, особа, що відповідає за експлуатацію, після зупинки устаткування передає бірку особі, що виконує ремонт чи огляд. Після закінчення ремонту, або огляду, ремонтний персонал зобов'язаний невідкладно здати бірку технологічному персоналу.

5.4.2.2 Ремонтні роботи.

Для забезпечення безпечного проведення ремонту устаткування, виконуються спеціальні ремонтно-монтажні майданчики, розташовані в зоні обслуговування підйомно-транспортних засобів.

Розміри ремонтно-монтажних майданчиків визначаються з умови розташування на них найбільш габаритних вузлів млина (барабана), а також необхідних для ремонту матеріалів. Місце виконання ремонтних робіт повинне бути добре освітлено.

Перед початком робіт, ремонтний персонал повинен бути проінструктований про безпечні прийоми виконання ремонтних операцій та про заходи особистої безпеки. По закінченні робіт, дробарка приводиться в повний порядок (встановлюються на місце огороження, прибирається сміття, залишки мастила), а потім млин здають в роботу технологічному персоналу.

5.4.2.3. Техніка безпеки при експлуатації роторної дробарки.

Безпека обслуговування дробарки досягається виконанням ряду вимог техніки безпеки. Це в першу чергу обладнання огорожень, дотримання правил технічної експлуатації дробарки, детальний інструктаж обслуговуючого персоналу.

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Рухомі частини дробарки повинні бути огороженні. Завантажувальні отвори та живильники дробарки повинні мати суцільні огороження для запобігання вильоту кусків матеріалу на обслуговуючий майданчик. При обладнанні огороження майданчика, між поручнем і бортом, посередині, необхідно обладнати повздовжніми елементами. Для підйому на майданчик використовується стаціонарна драбина з двосторонніми перилами шириною від 800 до 1000 мм. з нахилом до горизонтальної вісі більше 45°. Висота східців 0,3 м, ширина 0,25 м. Не повинні використовуватись драбини з колового металу. Майданчик повинен мати не слизький настил.

Завантаження матеріалу в дробарку, а також прибирання подрібненого продукту з під дробарки, повинно бути повністю механізованим, живильники і конвеєри, що завантажують, і прибирають матеріал повинні бути заблоковані таким чином, щоб виключити подачу матеріалу при виключеній дробарці.

В випадку не запланованої зупинки дробарки, необхідно оглянути схеми електроприводів дробарки і живлячих механізмів, а на пускових пристроях вивісити плакати з написами “Не вмикати - працюють люди“. Також, необхідно очистити дроблячий простір в обов’язковій присутності особи інженерно – технічного персоналу.

Машиністам дробарки не дозволяється залишати без нагляду на тривалий час працюючу дробарку, довіряти запуск і нагляд за працюючим млином іншим особам, знімати або ремонтувати огороження на рухомих частинах працюючого млина, а також заходити за них. Освітленість робочого місця повинна бути достатньою для безаварійного обслуговування устаткування. Забороняється працювати при відключеній вентиляційній системі, а також при відкритих люках пилового ущільнення.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ					

5.6. Розрахунок фундаменту дробарки

Розраховуємо основу під роторну дробарку, загальною вагою 90,2 кН, частота обертання ротора 370 об/хв., колова швидкість $\omega = 38.7 \text{ с}^{-1}$. Розрахунок ведемо згідно [1].

Приймаємо, що фундамент встановлено на суглинок середньої пористості з допустимим нормативним тиском $R = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Визначаємо динамічне навантаження, що виникає при обертанні барабана :

$$N = M_{\phi} \cdot \omega^2,$$

де M_{ϕ} – вага ротора, $M_{\phi} = 90200 \text{ Н}$;

ω – колова швидкість обертання ротора, $\omega = 38,7 \text{ с}^{-1}$.

$$N = 90200 \cdot 38,7^2 = 135091638 \text{ Н}$$

Нормальне динамічне навантаження, яке передається на фундамент :

$$N_{\phi} = \frac{N}{\omega^2 - 1}$$

Отримаємо:

$$N_{\phi} = \frac{135091638}{38,7^2 - 1} = 94546 \text{ Н}$$

Враховуючи досвід проектування фундаментів під машини з динамічними навантаженнями, а також габаритні розміри дробарки конструктивно приймаємо площу фундаменту F_{ϕ} і висоту фундаменту так, щоб вага фундаменту була в 2 рази більше загальної ваги дробарки.

$$M_{\phi} = 9020 \text{ кг}$$

Отже приймаємо довжину фундаменту $L = 4000 \text{ мм}$., ширину

$$B = 4000 \text{ мм}.$$

Обчислимо площу фундаменту :

$$F_{\phi} = L \cdot B$$

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримаємо :

$$F_{\phi} = 4 \cdot 4 = 16 \text{ м}^2$$

Висота фундамента

$$h = M_{\phi} / (F_{\phi} \cdot \rho)$$

де $\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$ - щільність бетона

$$h = 9020 / (16 \cdot 2400) = 0.234 \text{ м}$$

Приймаємо $h = 250 \text{ мм}$

Коефіцієнт жорсткості природної основи при вибраному ґрунті становить ($R = 3 \cdot 10^5$, суглинок).

$$K_z = F_{\phi} \cdot C_t$$

де C_t – коефіцієнт враховуючий навантаження при роботі млина,

$$C_t = 10 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

$$K_z = 16 \cdot 10 \cdot 10^6 = 160 \cdot 10^6$$

Амплітуда переміщень фундаменту під дією динамічної сили :

$$a_{\phi} = \frac{N_{\delta}}{K_z (\omega^2 - 1)}$$

Одержимо:

$$a_{\phi} = \frac{94546}{16010^6 (37,8^2 - 1)} = 0,00015 \text{ мм}$$

Згідно "ДСТУ Б А.3.2-3:2009 Вібраційна безпека. Загальні вимоги" та "ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення" допустима амплітуда переміщень $a_{\phi} = 0,009 \text{ мм}$, тобто умови міцності виконуються і розрахований фундамент витримає навантаження які діють на нього внаслідок роботи дробарки.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДРС 10x10Т 00.00.00.ПЗ					Лист

Література до розділу

1. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей / За ред. В. В. Сафонова.– Київ: Основа, 2020.– 480 с.
2. Охорона праці в будівництві: Навч. посіб. посібник / за редакцією Коржика Б. М. і Іванова В.М. - Харків: Форт, 2010. - 388 с.
3. Ярошевська В. М., Чабан В.Й. Охорона праці в будівельній галузі: Навч. посіб. - Рівне: НУВГП, 2005. - 313 с.
4. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.
5. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах».

					ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	.1
I. Призначення та галузі використання	3
2. Огляд науково-технічної інформації. Техніко-економічне обґрунтування роботи	
3. Розрахунки, що підтверджують роботоздатність	
4. Розрахунок пружин відбійної плити дробарки.....	
Висновки.....	
Література до розділу.....	
5. Технологічний розділ.....	
6. Охорона праці.....	
Зміст.....	

					<i>ДРС 10x10T 00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		