

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інженерії
Кафедра Машинознавства та обладнання промислових підприємств
Освітньо-кваліфікаційний рівень спеціаліст
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
Спеціалізація Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МОПП

_____ д.т.н., проф.
Архипов О.Г.
16 березня 2017 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Молодюк Наталія Вікторівна

виконавець

1. Тема проекту

Виробництво фарфорових ізоляторів потужністю 2,2 млн. штук/рік з розробкою кінцевого кульового млина. Керівник проекту (роботи) доцент Тараненко Г.В.

затверджені наказом вищого навчального закладу від 15 березня 2017 року № 79/78

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 30.05.2017 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Дані діючого виробництва*

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

Зміст визначається “Методичними вказівками до виконання дипломного проекту” та методичними вказівками до виконання відповідних обов’язкових розділів проекту

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслеників)

5.1. Технологічна схема – 1 лист формату А1

5.2. Креслення загального виду апарата - 1÷2 листа формату А1

5.3. Креслення загального виду основних складових одиниць - 3÷4 листів формату А1

5.4. Креслення складних деталей – до 2 листів формату А1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16.03.2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проектування	Строк виконання етапів	Примітки
1.	Аналітичний огляд	20.03.2017 р.	
2.	Технологічна частина	25.03.2017 р.	
3.	Конструкція та принцип дії апарата	29.03.2017 р.	
4.	Вибір конструкційних матеріалів	31.03.2017 р.	
5.	Параметричні розрахунки апарата (матеріальний баланс, технологічний розрахунок, гідравлічний розрахунок, тепловий баланс, тепловий розрахунок)	11.04.2017 р.	
6.	Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість)	24.04.2017 р.	
7.	Технологія виготовлення апарата	27.04.2017 р.	
8.	Ремонт та монтаж апарата	03.05.2017 р.	
9.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.05.2017 р.	
10.	Промислова екологія	10.05.2017 р.	
11.	Техніко-економічні розрахунки	18.05.2017 р.	
12.	Креслення:		Креслення виконують поетапно під час проробки розділів поз.5÷12
	Технологічна схема.	16.05.2017 р.	
	Загальний вигляд апарата.	22.05.2017 р.	
	Складальні одиниці. Деталі.	29.05.2017 р.	

Студент _____ Молодюк Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Тараненко Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз.	Примітки
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4	A1	544.034.00.000 B3	Конічний кульовий млин	1		A1
5	A1	2017.034.00.000 T3	Схема технологічна	1		A1
6						
7	A4	2017.034.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	102		A4
8						
9						
10						
11			<u>Документація</u>			
12			<u>за складальними одиницями</u>			
13						
14	A1	544.034.00.001	Напівмуфта	1		A1
15	A1	544.034.01.000 B3	Встановка шківів	1		A1
16	A1	544.034.02.000 B3	Завантажувальна частина	1		A1
17	A1	544.034.03.001 B3	Вивантажувальна частина	1		A1
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
2017.034.00.000ПЗ						
Взам. Инв. №	3	Ар	№ докум.	Підпис	Дата	
Инв. № подл.	Разраб.	Молодюк				Літ
	Пров.	Тараненко				Лист
	Н.контр.	Карпюк				Лис
	Затв.	Архипов				Д
Виробництво фарфорових ізоляторів потужністю 2,2 млн. штук/рік з розробкою конічного кульового млина						1
СНУ Кафедра МОПП						1

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. Инв. №

Инв. № подл.

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

освітньо-кваліфікаційного рівня *спеціаліст*

спеціальності *133 Галузеве машинобудування*
спеціалізації *Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів*

на тему **«Виробництво фарфорових ізоляторів потужністю 2,2 млн. штук/рік з розробкою конічного кульового млина»**

Виконав: студент групи ОХП-16зс

Молодюк Н.В.

(прізвище, та ініціали)

_____ (підпис)

Керівник Тараненко Г.В.

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент Карпюк Л.В.

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Севєродонецьк – 2017

Зміст

Вступ	4
1. Аналітичний огляд	6
1. Характеристика елекерамічних виробів	6
1.2 Аналіз конструктивних і експлуатаційних параметрів конічного кульового млина.....	7
2. Технологічна частина	9
2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва	9
2.2 Опис технологічної схеми виробництва	11
3. Конструкція та принцип дії обладнання	15
4. Вибір конструкційних матеріалів	18
5. Параметричні розрахунки обладнання	21
5.1 Матеріальний розрахунок виробництва і вибір основного технологічного обладнання.....	21
6. Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість	32
6.1 Вибір розрахункових схем і навантажень. Розрахунок потужності приводу кульового млина.....	32
6.2. Міцнісні розрахунки кульового млина.....	38
7. Технологія виготовлення обладнання.....	55
7.1 Технологічний процес зборки трубного кульового млина.....	59
8. Ремонт та монтаж обладнання.....	62
8.1 Організація ремонтів відділення масозаготівельного цеху.....	62
8.2 Види ремонтних робіт, міжремонтне обслуговування кульового млина.....	63
8.3 Обсяг ремонтних робіт.....	66
8.4 Сіткове планування капітального ремонту кульового	

млина типу ШБМ - 370 - 8 - 50.....					67						
2017.034.00.000 ПЗ											
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							
Розроб.	Мололюк				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Літера</td> <td>Аркуш</td> <td>Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">102</td> </tr> </table>	Літера	Аркуш	Аркушів		2	102
Літера	Аркуш	Аркушів									
	2	102									
Перев.	Тараненко										
Н. контр.	Карпюк				СНУ Кафедра МОПП						
Затв.	Архипов										

Виробництво фарфорових
ізоляторів потужністю 2,2
млн. штук/рік з розробкою
конічного кульового млина

9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	68
9.1 Охорона праці	68
9.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях	76
10. Промислова екологія	81
10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві фарфорових ізоляторів	81
10.2 Вплив на здоров'я людини... ..	82
10.3 Вплив на атмосферу.....	84
11. Техніко – економічні розрахунки	87
11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи	87
11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів	87
11.3 Розрахунок річної виробничої потужності	89
11.4 Аналіз зміни собівартості продукції.	91
11.5 Розрахунок техніко-економічних показників	94
Висновки	99
Використана література	100

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

досконалим. Багато технологічних процесів механізовано і автоматизовано. Автоматизовано процес випалу у тунельних печах, ділянка приготування фарфорової пластичної маси, лінія приготування прес-порошку і т.д. Однак, на деяких ділянках ще застосовується ручна праця.

Проектом передбачена механізація ділянки армування ізоляторів. Так, на поточкових конвеєрних лініях буде встановлена машина для армування, а на ділянці формування перед вакуум-пресами будуть встановлені дозатори, які регулюватимуть подачу пластичної маси, що дозволить покращити процес вакуумування.

Спеціальною частиною проекту є розробка млина кульового конічного в умовах масозаготівельного цеху. Млин кульовий конічний є одним з основних апаратів в технологічному процесі виробництва фарфорової маси. Застосування іншого технологічного обладнання не представляється можливим із-за особливостей технологічного режиму.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1. 1. Характеристика елекерамічних виробів

Електрокерамічні вироби мають високі електричні характеристики. Це :

- великий питомий об'ємний і питомий поверхневий електричний опір
- високу електричну міцність
- незначний кут діелектричних втрат.

Основними електрокерамічними матеріалами є електрофарфор і стеатит.

Ці два матеріали білого кольору. В готовому вигляді для цих матеріалів характерна щільна структура, яка складається із кристалічної і аморфної речовини.

Із електрофарфору і стеатиту виготовляють різні ізолятори високої і низької напруги, а також численні електроустановочні вироби.

Більшість виробів із електротехнічного фарфору покривають білою або коричневою глазур'ю.

В залежності від використання ізолятори поділяють на такі групи:

- ізолятори високої напруги – лінійні, стаціонарні, апаратні
- ізолятори низької напруги.

В останній час широко використовують опорно-стержньові ізолятори.

Вимоги до ізоляторів високої напруги: вони повинні бути механічно і електрично міцними, щоб забезпечити надійність в роботі. Тому кожен ізолятор підлягає електровипробовуванню.

Термостійкість ізоляторів визначається при температурі 70⁰С (15 хвилин) - 2 рази.

Пористість матеріалу визначають в 0,5% розчині фуксину, в якому витримують 12 годин при 150 атм. (не більше 0,5мм фуксину).

Основні типи ізоляторів :

- а) лінійні
- б) опорні
- в) покришки.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лінійні ізолятори призначені для ліній електропередач. За способом кріплення бувають підвісні і штирьові.

1.2 Аналіз конструктивних і експлуатаційних параметрів конічного кульового млина

Барабанний млин – це машина, в якій матеріал подрібнюється всередині корпусу (барабану) під дією молотильних тіл, а також в деякому ступені – самоподрібнюванням.

У виробництві фарфорової маси застосовуються в основному конічні кульові млини сухого помелу матеріалу. Використання кульових млинів для одночасного подрібнювання шихтових матеріалів різної твердості викликається наступними обставинами:

- якість фарфору залежить від фракційного складу складових (перемелювання, як і недомел, призводить до збільшення втрат від браку, а барабанні млини дають однорідний помел);
- гарне перемішування сировини, що здійснюється одночасно з помелом;
- вилежування маси в вологому стані покращує якість фарфору і дозволяє створити необхідний технологічний запас маси перед формуванням;
- при подрібненні матеріалів недопустиме забруднення фарфорової маси металом, оскільки при попаданні металу в масу різко погіршуються електроізоляційні властивості готової продукції, тому барабан повинен футеруватися спеціальною клепкою, яка при зносі не дає погіршення якості маси.

При завантаженні кульового млина пегматитом, необхідно щоб розмір кусків завантаженого матеріалу не перевищував розміри молотильних тіл. Самі молотильні тіла повинні бути із високоглиноземистої кераміки (кремнієва галька), намел із яких є складовою частиною фарфорової маси.

На продуктивність кульового млина і витрату енергії на помел впливає і частота обертання барабану. Частота обертання барабану визначається,

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виходячи із конкретних умов, в залежності від діаметру барабану. Потужність, що споживається кульовим млином при холостому ході, незначно відрізняється від витрат потужності при роботі з завантаженням, тому доцільно максимально використовувати об'єм барабану для завантаження.

Конічні кульові млини відрізняються універсальністю застосування, сталістю ступеня подрібнення протягом тривалого періоду експлуатації, простотою обслуговування, надійністю і безпечністю.

До недоліків кульового млина треба віднести їх громіздкість і велику вагу, порівняно низький коефіцієнт корисної дії і шум під час роботи.

Аналізуючи порівняльні характеристики кульових млинів відомих європейських фірм, враховуючи їх переваги і недоліки, а також, враховуючи те, що темою проекту є реконструкція діючого підприємства, потрібно прийняти до розробки конічний кульовий млин з об'ємом барабану $4,6 \text{ м}^3$, як найбільш застосовуваний в виробництві і економічний.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва

Метод виробництва фарфорових ізоляторів обумовлений обраним технологічним обладнанням. Серед основного технологічного обладнання застосовується конічний кульовий млин, щокова дробарка, комбінована дробарка, сито-бурат.

Барабанний млин – це машина, в якій матеріал подрібнюється всередині корпусу (барабану) під дією молоткових тіл, а також в деякому ступені – самоподрібнюванням.

У виробництві фарфорової маси застосовуються в основному конічні кульові млини сухого помелу матеріалу. Використання кульових млинів для одночасного подрібнювання шихтових матеріалів різної твердості викликається наступними обставинами:

– якість фарфору залежить від фракційного складу складових (перемелювання, як і недомел, призводить до збільшення втрат від браку, а барабанні млини дають однорідний помел);

– гарне перемішування сировини, що здійснюється одночасно з помелом;

– вилежування маси в вологому стані покращує якість фарфору і дозволяє створити необхідний технологічний запас маси перед формуванням;

– при подрібненні матеріалів недопустиме забруднення фарфорової маси металом, оскільки при попаданні металу в масу різко погіршуються електроізоляційні властивості готової продукції, тому барабан повинен футеруватися спеціальною клепкою, яка при зносі не дає погіршення якості маси.

Конічні кульові млини відрізняються універсальністю застосування, сталістю ступеня подрібнення протягом тривалого періоду експлуатації, простотою обслуговування, надійністю і безпечністю.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щокові дробарка — це тип дробарки, що використовують для руйнування шматків матеріалу стиснення щік. Щокові дробарка є універсальною машиною для дроблення матеріалів. Застосовується на матеріалах високої міцності: кварц, граніт, вугілля, кераміка, скло, цегла. До переваг щокових дробарок відносять:

- простоту конструкції і невисоку ціна;
- низькі експлуатаційні витрати, так як швидко зношуваних деталей небагато, а їх заміна технічно проста;
- невеликі габаритні розміри забезпечують легкий монтаж і транспортування, що робить пристрій мобільним;
- стійкість до зовнішніх впливів дозволяє їх експлуатацію за будь-яких погодних і кліматичних умов;
- регулювання розвантажувальної щілини проводиться гідроприводом;
- для збільшення терміну служби нерухома щока дробарки має охоплюючу форму;
- наявність шкали для плавної і точної регулювання ширини щілини;
- централізована система змащення обладнання.

Комбінована дробарка – це агрегат, який використовується для подрібнення різних матеріалів з високою межею міцності при стисненні та поєднує в собі щокову та валкову дробарки.

До переваг комбінованої дробарки відносять:

- великий ступінь подрібнення;
- рівномірність зернистості продукту;
- простота устрою;
- надійність в роботі;
- простота в обслуговуванні;
- низька вартість експлуатації.

Сито-Бурат, або барабанний грохот, призначене для просіювання (механічного сортування) порошкових матеріалів. До переваг сита відносять:

- надійність, довговічність, низький рівень шуму при роботі;

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

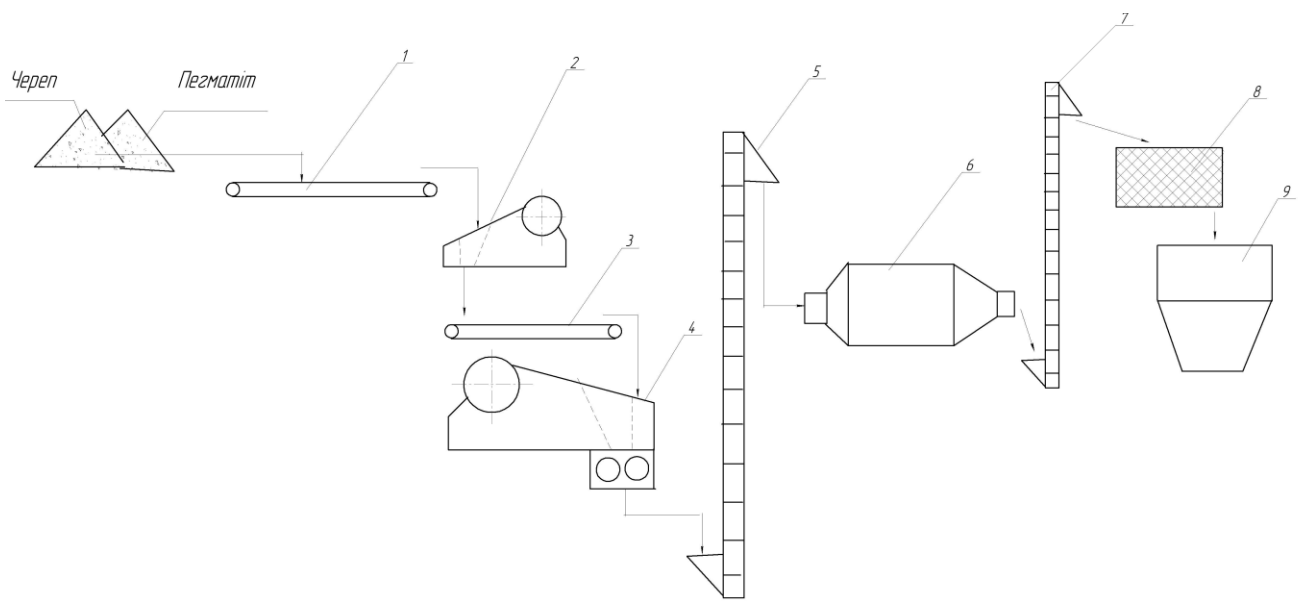
однорідної за вологістю фарфорової маси без повітряних включень. Маса, що виходить із вакуум-пресів, містить понад 20-23 % вологи і проходить різання. Отримані валюшки укладаються на піддони і потім автотранспортувачами транспортуються на склад усереднення маси.

Зі складу маси валюшки транспортуються до вакуум-пресів вторинного вакуумування VP-20. Із насадок вакуум-пресів виходить профільована фарфорова маса, яка потім розрізається на окремі заготівки. Отримані заготівки ізоляторів вологістю 18 % поступають на автомати обточування, де заготівкам надають задану форму зовнішньої поверхні ізоляторів. Отримані ізолятори надходять у конвеєрні сушарки СКС, де вони сушаться нагрітим повітрям. Підсушені до вологості 1 % ізолятори укладаються на живильник глазурувальної машини. Глазуровані ізолятори подаються транспортером-накопичувачем на ділянку випалу. Ізолятори ставляться у пічні вагонетки, які через кожну годину заходять у тунельні печі довжиною 121 м. Режим випалу включає процес нагрівання і охолодження. Температура випалу досягає 1320 °С. Режим випалу включає вісім періодів. В результаті випалу видаляється залишкова волога і ізолятори набувають високих електромеханічних властивостей. Випалені ізолятори вивантажуються з вагонеток, сортуються і подаються до машин армування.

Лінія армування включає дозуючий пристрій цементно-піщаної зв'язки, установки для армування, транспортера-накопичувача, пристрою для завищування цементно-піщаної зв'язки (швів). Заармовані в одній порожнині ізолятори перевертаються і армуються в іншій площині. Заармовані ізолятори зачищаються в швах армування і фарбуються.

З ділянки армування ізолятори транспортуються на випробувальну станцію, де ізолятори вибірково піддають електричним і механічним випробуванням. З ділянки випробувальної станції ізолятори транспортуються на склад готової продукції.

					2017.034.00.000 ПЗ	Ак
Ін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

2017.034.00.000 ПЗ

Арк.

14

3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ОБЛАДНАННЯ

Опис конструкції, принципу дії кульового млина і сутність його модернізації

Конічний кульовий млин складається з наступних основних складових частин: завантажувального пристрою, барабану, вивантажувального пристрою, опор і приводу.

Барабан призначений для подрібнення попередньо подрібнених кускових матеріалів. Барабан складається із обичайки, цапфи лівої, великого конусу, циліндричної частини, малого конусу і правої цапфи.

Млин встановлюється на двох опорах, жорстко закріплених на фундаменті, виконаних на дворядних сферичних роликотішипниках за ГОСТ 5721-90. Підшипники кріпляться в герметичних розбірних корпусах. Мастило підшипників – «Літол 24-М» ГОСТ 20799-89, що подається через прес-маслянку.

Для підвищення довговічності млина і підвищення ефективності його роботи, внутрішня поверхня покрита різними броньовими плитами товщиною 140 мм. Для зменшення шуму під час роботи між броньовим покриттям і корпусом встановлені шумопоглинальні прокладки із гуми і повсті.

Плити броньового покриття кріпляться всередині млина ботами, причому голівки болтів встановлюються всередину, а тіло болта проходить через шумопоглинальні прокладки, і закріплюються ззовні гайкою.

Привід призначений для створення обертового моменту і передачі його барабану. Привід складається із рами, на якій встановлені: двигун, муфта, редуктор, привідний вал.

Привід складається із двоступінчастого редуктора на швидкохідному валу якого встановлена напівмуфта, що сполучає його з електродвигуном. На

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тихохідному валу редуктора встановлена напівмуфта, що сполучає його з привідним валом.

Для забезпечення надійності в роботі поліклинової передачі на зовнішню поверхню млина через дерев'яні башмаки встановлюється бандаж. Для огляду, ремонтів, встановлення броні і завантаження куль передбачений люк діаметром 440 мм.

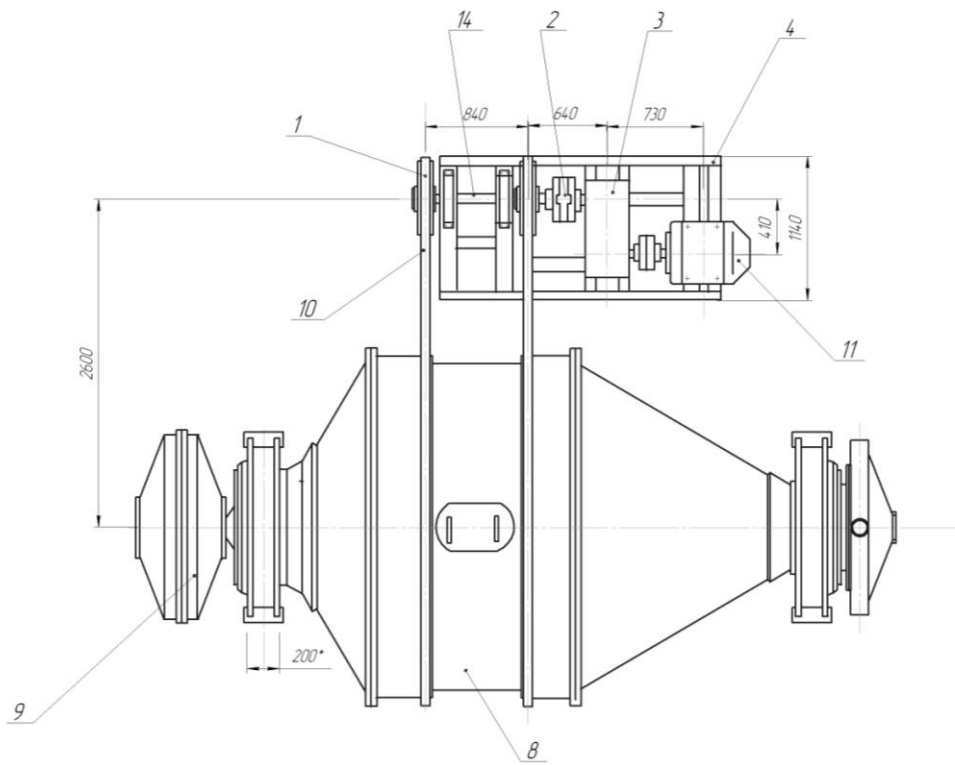
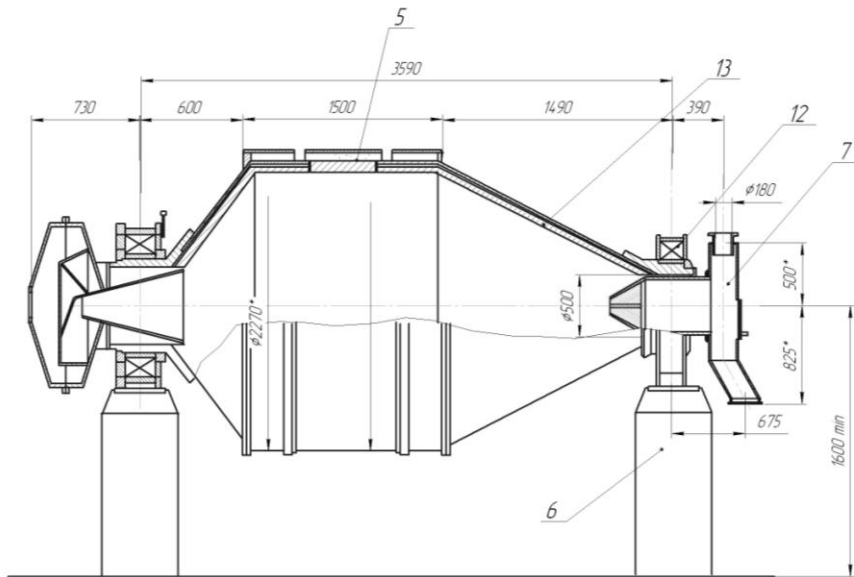
Принцип дії кульового млина заснований на обертанні барабану, завантаженого молотильними тілами (кремнієва галька) і матеріалом. При обертанні барабану молотильні тіла за рахунок сил тертя об футерівку барабану підіймаються до значної висоти і падають з колових траєкторій за параболоподібними траєкторіям (водопадом) назад на початкові колові траєкторії. Подрібнювання матеріалу при такому водоспадному режимі в основному здійснюється ударом і стиранням.

Кульові млини на підприємстві, що реконструюється, мають зубчастий привід. Зубчасті передачі дуже шумні, мають високу вартість у виготовленні.

В даному проекті в приводі конічного млина застосовується поліклинова пасова передача, що відрізняється невеликою вартістю у порівнянні з зубчастою передачею, а компоновка приводу виконана таким чином, що навантаження з пасовою передачею рівномірно розподіляється на опори привідного валу.

Матеріал, що підлягає подрібненню, із завантажувального пристрою поступає всередину барабану млина. Барабан, частково заповнений молотильними тілами, які піднімаючись на деяку висоту і падаючи, подрібнюють матеріал ударами і стиранням. Мелений матеріал у зваженому стані підхоплюється потоком повітря і проходить через розвантажувальний конус, в якому встановлена сітка для відсіювання подрібненого матеріалу. Тут відсіваються крупні частки, які повертаються знову на переробку.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.034.00.000 ПЗ

Арк.

17

4. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріали, призначені для виготовлення вузлів кінцевого кульового млина повинні задовольняти комплексу вимог, обумовлених конструкцією, технологією виготовлення й експлуатації обладнання:

- достатня міцність, жорсткість та зносостійкість броньованих плит в процесі помелу;
- достатня механічна міцність та жорсткість конструкції барабана, завантажувальної та розвантажувальної частин при заданих параметрах роботи обладнання з урахуванням специфічних вимог, що пред'являються при випробуванні і експлуатації устаткування;
- здатність матеріалу зварюватися із забезпеченням високих механічних властивостей і корозійної стійкості зварних з'єднань, можливість обробки матеріалу різанням, тиском, а також термічної обробки.

При виборі матеріалів для устаткування, що працює під ударними навантаженнями, необхідно враховувати, що роз'ємні та нероз'ємні з'єднання повинні бути стійкими до удару та вібрацій, не втрачаючи щільності.

Барабан млина зварений зі сталевих листів ВСтЗсп ГОСТ 380-71 товщиною 40 мм.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.14 - 0.22	0.12 - 0.3	0.4 - 0.65	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.3	до 0.08

Це вуглецева конструкційна сталь звичайної якості, що має досить гарні механічні властивості $\sigma_b = 360-460$ МПа, $\sigma_T = 245$ МПа.

Для виготовлення броньованих плит використовують конструкційну леговану сталь 30ХНЗА ГОСТ 4543 - 71.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.27 - 0.33	0.17 - 0.37	0.3 - 0.6	2.75 - 3.15	до 0.025	до 0.025	0.6 - 0.9	до 0.3

					2017.034.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				18

Ця сталь має гарні механічні властивості після гартування та відпуску:
 $\sigma_B =$ до 1670 МПа, $\sigma_T =$ до 1420 МПа.

Шківні пасової передачі, конуси направляючі, кришки, напівмуфту виготовляють з чавуну СЧ 15-32 ГОСТ 1412-85.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
3,2 – 3,5	2,0 – 2,4	0.7 - 1.1	до 0.5	до 0.15	до 0.4	до 0.15

Механічні характеристики: межа міцності при розтягу 150 МПа, при згині – 320 МПа.

Привідний вал пасової передачі виготовляють зі сталі 45 ГОСТ 1050-88. Це конструкційна сталь з наступним хімічним складом:

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.42 - 0.50	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.25	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.25	до 0.08

Механічні властивості сталі: $\sigma_B =$ 780 МПа, $\sigma_T =$ 640 МПа.

Для звукоізоляції футеровки використовують резинову перекладку АМС (атмосферомаслостійка) ГОСТ 7338-90.

Хром (Cr) - робить сталь стійкою проти корозії і окислення, зменшує схильність до ломкого руйнування. Хромиста сталь має підвищену стійкість проти відпуску. Хром підвищує дозакалювання сталі, сприяє отриманню високої і рівномірної твердості, забезпечує підвищену зносостійкість.

Нікель (Ni) - знижує критичну швидкість охолодження сталі і підвищує дозакалювання сталі, в сталях, що відпалюють, трохи підвищує міцність. Сильно зменшує схильність до ломкого руйнування загартованої і відпущеної сталі при кімнатній і знижених температурах. Підвищує опір сталі окисленню при нагріванні і її міцність при підвищених температурах. Нікель забезпечує отримання високої пластичності і в'язкості одночасно з підвищеною міцністю.

Спільна дія хрому і нікелю ефективніше і дає можливість більш повно використовувати переваги обох елементів.

					2017.034.00.000 ПЗ			Арк.
								19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Марганець - найдешевший і доступний легуючий елемент. Він додається в сталь для її розкислення і усуває шкідливий вплив сірки і підвищує її пружність, але при цьому не зменшуючи теплопровідність. У значній кількості забезпечує високий опір зносу при одночасному впливу високих тисків та ударних навантажень.

Кремній дешевий і доступний легуючий елемент. При вмісті до 1% кремнію в сталі збільшується її міцність. При більшому вмісті кремнію вона стає крихкою. Даний елемент підвищує її жаростійкість і збільшує електричний опір.

Матеріал прокладок фланцевих з'єднань приймаємо якісний пароніт марки ПМБ.

Пароніт - це листовий матеріал, виготовлений на паронітових вальцях з суміші волокон хризотилового азбесту, синтетичного каучуку, наповнювачів і вулканізуючий групи. Азбестові прокладочні матеріали типу пароніт застосовують в хімічній і нафтохімічній промисловості, в машинобудуванні, металургії і металообробці, електротехніці та електроенергетиці для забезпечення необхідної герметичності з'єднань різного типу в умовах дії агресивних середовищ, високих температур і тиску. Пароніт буває загального призначення і маслобензостійкий.

Парний ПМБ (маслобензостійкий) застосовується в якості матеріалу прокладки. Матеріал дозволяє виготовляти прокладки різних форм і розмірів.

Це універсальний ущільнювач плоских роз'ємів нерухомих з'єднань трубопроводів, компресорів, насосів та судин. У робочому середовищі пароніт ПМБ гарантує відмінну герметичність з'єднань.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

5.1 Матеріальний розрахунок виробництва і вибір основного технологічного обладнання

Річний випуск продукції цеху складає 2,2 млн. шт./рік або

$$2,1 \cdot 2200000 = 4620 \text{ т/рік,}$$

де 2,1 кг – маса ізолятора.

Визначимо вагову кількість фарфору, що підлягає здачі на склад готової продукції, з урахуванням 0,1 % втрат при транспортуванні та завантаженні:

$$A = \frac{A_1 \cdot 100}{100 - P}, \quad (5.1)$$

де A_1 – кількість фарфору на попередньому переділі;

A – кількість фарфору на переділах;

P – процент втрат.

$$A = \frac{4620 \cdot 100}{100 - 0,1} = 4624,624 \text{ т/рік}$$

Втрати складають:

$$4624,624 - 4620 = 4,624 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при армуванні – 0,2 %

$$A = \frac{4624,624 \cdot 100}{100 - 0,2} = 4633,89 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при випробуваннях – 0,1 %

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A = \frac{4633,89 \cdot 100}{100 - 0,1} = 4638,53 \text{ т/рік}$$

Безповоротні втрати складають:

$$4638,53 - 4633,890 = 4,64 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при шліфуванні – 0,2 %

$$A = \frac{4638,53 \cdot 100}{100 - 0,2} = 4647,83 \text{ т/рік}$$

Кількість безповоротних втрат складає

$$4647,83 - 4638,53 = 9,3 \text{ т/рік}$$

Кількість втрат при вибиранні – сортуванні – 0,1 %

Кількість фарфору

$$A = \frac{4647,83 \cdot 100}{100 - 0,1} = 4652,54 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при випалі – 3,8 %

$$A = \frac{4652,54 \cdot 100}{100 - 3,8} = 4836,32 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при прожарюванні (за абсолютно сухою масою) – 5,57 %

$$A = \frac{4836,32 \cdot 100}{100 - 5,57} = 5121,6 \text{ т/рік}$$

Маса ізолятора з урахуванням втрат при прожарюванні

$$A = \frac{2,1 \cdot 100}{100 - 5,57} = 2,22 \text{ кг}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість фарфору з урахуванням втрат при становленні у піч – 0,2 %

$$A = \frac{5121,6 \cdot 100}{100 - 0,2} = 5131,87 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при глазуруванні – 0,3 %

$$A = \frac{5131 \cdot 100}{100 - 0,3} = 5147,32 \text{ т/рік}$$

Втрати при глазуруванні

$$5147,32 - 5131,87 = 15,447 \text{ т/рік}$$

Кількість глазури для глазурування ізоляторів, приймаючи витрату глазури 3 %

$$\frac{5147,32 \cdot 3}{100} = 154,42 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору без глазури

$$5147,32 - 154,42 = 4992,9 \text{ т/рік}$$

Маса ізолятора без глазури

$$\frac{4992,9}{2310536} = 2,16 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при транспортуванні – 0,1 %

$$A = \frac{4992,9 \cdot 100}{100 - 0,1} = 4997,9 \text{ т/рік}$$

Безповоротні втрати

$$4997,9 - 4992,9 = 5 \text{ т/рік}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Кількість фарфору з урахуванням втрат при сушці (за абсолютно сухою масою) - 2,5 %

$$A = \frac{4997,9 \cdot 100}{100 - 2,5} = 5126 \text{ т/рік}$$

Зворотний брак

$$5126 - 4997,9 = 128,1 \text{ т/рік}$$

Кількість ізоляторів

$$A = \frac{5126 \cdot 10^3}{2,16} = 23731,48 \text{ т/рік}$$

Маса сирого ізолятора – 2,8 кг. Маса заготовки – 6 кг.

Кількість фарфору з урахуванням втрат при обточуванні (за абсолютно сухою масою) – 1,5%

$$A = \frac{5126 \cdot 100}{100 - 1,5} = 5204 \text{ т/рік}$$

Втрати складають

$$5204 - 5126 = 78 \text{ т/рік}$$

В штуках

$$\frac{23731,4 \cdot 100}{100 - 1,5} = 24092,87$$

Кількість фарфору (17,5 %) в стружці на один ізолятор

$$6 - 2,8 = 3,2 \text{ кг}$$

Всього стружки

$$3,2 \cdot 24092,87 = 7708718,4 \text{ кг} = 7708,7 \text{ т/рік}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

За абсолютно сухою масою

$$\frac{7708,7}{11,5} = 4405 \text{ т/рік}$$

Кількість фарфору з урахуванням втрат при підв'ялюванні (за абсолютно сухою масою) – 0,2%

$$\frac{5204 \cdot 100}{100 - 0,2} = 5214,4 \text{ т/рік}$$

Втрати складають

$$5214,4 - 5204 = 10,4 \text{ кг}$$

В штуках: 2414115.

Кількість фарфору з урахуванням втрат при витягуванні заготівок – 0,8%

$$\frac{5214,4 \cdot 100}{100 - 0,8} = 5256,5 \text{ т/рік} \quad \text{або} \quad 2433584 \text{ шт. /рік}$$

Втрати складають

$$5256,5 - 5214,4 = 42,1 \text{ кг}$$

Маса заготівки при вологості 19,5 %

$$\frac{17,5 - 6}{19,5 - x} \quad x = \frac{6 \cdot 19,5}{17,5} = 6,7 \text{ кг}$$

Загальна кількість маси для витягування заготівок

$$6,7 \cdot 2433584 = 16305012 \text{ кг} = 16305 \text{ т/рік}$$

За абсолютно сухою масою

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{16305 \cdot (100 - 19,5)}{100} = 13125,5 \text{ т/рік}$$

Загальні безповоротні втрати складають

$$42,1 + 10,4 + 4405 + 78 + 128,1 + 5 + 15,447 = 4684,047 \text{ т/рік}$$

Необхідна кількість шлікеру при $\omega = 60 \%$

$$\frac{13125,5 \cdot 100}{100 - 60} = 32813,75 \text{ т/рік}$$

Кількість шлікеру з урахуванням 2 % втрат на фільтрпресах, ситах, зливі і т.д.

$$\frac{32813,75 \cdot 100}{100 - 2} = 33493,5 \text{ т/рік}$$

Кількість шлікеру, яку необхідно отримати із нової сировини з урахуванням, що весь брак і відходи будуть направлені на розпускання

$$33493,5 - \frac{4684,047}{100 - 60} = 21783,4 \text{ т/рік}$$

Кількість сировини складатиме (за абсолютно сухою масою)

$$21783,4 \cdot 0,4 = 8705,36 \text{ т/рік}$$

Визначаємо витрату глинистих і каменистих матеріалів та заносимо у табл. 2.1.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 5.1 – Витрата глинистих і каменистих матеріалів для приготування фарфорової маси

Найменування компонентів маси	% - ний вміст у масі	Маса матеріалу за абсолютно сухою масою, т	% - вий вміст вологи	Маса матеріалу при кар'єрній вологості, т	Втрати при транспортуванні, %	Розрахункова кількість сировини, т/ рік
Пегматит	23,7	2063,2	0	2063,2	1	2084
Пісок	22,6	1967,4	3,0	2028,3	1	2048,8
Глина	26,0	2263,4	23	2939,5	1	2969,2
Каолін	21,9	1906,5	20		1	2407,2
Череп	6,8	504,9	–	504,9		504,9
Разом	100	8705,4	46	7535,9	4	10014,1

Вибір основного технологічного обладнання

На ділянці переробки каменистих матеріалів необхідно переробити

$$Q_{\text{п}} = \frac{2117,73}{4154} = 0,52 \text{ т/годину}$$

Приймаємо до установки щокону дробарку СМ-182 Б продуктивністю $Q = 5$ т/годину. Для вторинного дроблення вибираємо комбіновану дробарку СМ-165 А продуктивністю $Q = 3,5$ т/годину і конічний кульовий млин продуктивністю $Q = 0,85$ т/годину. Для просіювання меленого пегматиту приймаємо до установки сито-бурат СМ-237 продуктивністю 1,5 т/годину.

Для переробки фарфорового черепа приймаємо таку ж лінію.

На лінії переробки піску необхідно переробити:

$$Q = \frac{2102,6}{4154} = 0,5 \text{ т/годину}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Вибираємо сушильний барабан СМ- 45А з $Q = 1$ т/годину, один конічний кульовий млин і одне сито-бурат СМ-237.

На ділянці мокрого помелу каменистих матеріалів до установки приймаємо кульовий млин мокрого помелу К/ТМ – 19.

Визначаємо кількість матеріалу за абсолютно сухою масою для завантаження млина мокрого помелу К/ТМ – 19.

Завантаження матеріалу за абсолютно сухою масою в один млин складатиме:

Пегматит – 753

Пісок – 175

Череп – 183

Каолін – 180

1890 кг/цикл

Кількість циклів на добу – 2,72, тоді:

$$1,891 \cdot 2,72 = 5,14 \text{ т/добу}$$

Необхідно переробити на рік:

Пегматит – 2063,17

Пісок – 1967,41

Череп – 504,9

Каолін – 272,1

4807,58 т/рік

або на добу

$$\frac{4807,58}{3} = 13,2 \text{ т}$$

Необхідна кількість кульових млинів:

$$13,2 \cdot 5,14 = 2,56 \text{ шт.}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо до установки три млина для фарфорової маси і один млин для білої глазури.

Визначаємо необхідну кількість фільтрпресів продуктивністю 2 т/цикл Ø 800. Цикл фільтрування триває 3,5 години.

Продуктивність складає:

$$Q = \frac{8760 \cdot 2}{3,5} = 5000 \text{ т/рік}$$

Визначаємо необхідну кількість фільтрпресів:

$$n = \frac{16305}{5000} = 3,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 4 фільтрпреси Ø 800.

Для первинної обробки коржів маси вибираємо вакуум-прес СМ-241 А.

Необхідно переробити:

$$\frac{16305}{8706} = 1,9 \text{ т/годину}$$

Кількість вакуум-пресів при $Q = 8$ т/годину буде складати

$$n = \frac{1,9}{8} = 0,25 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 1 вакуум – фільтр.

Кількість пресів для витягування ізоляторів продуктивністю $Q = 2,5$ т/годину визначаємо за кількістю маси.

Необхідна кількість маси:

$$Q_m = \frac{16305}{4154} = 4,02 \text{ т/годину}$$

Тоді необхідна кількість вакуум-пресів:

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{4,02}{2,5} = 1,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 2 вакуум-преси.

Визначаємо кількість верстатів для обточування ізоляторів.

Кількість заготовок – 2409287 шт. /годину

Необхідно обточити:

$$n = \frac{2409287}{4154} = 593 \text{ шт./рік}$$

Тоді, верстатів потрібно установити:

$$n = \frac{593}{100} = 5,93 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 6 верстатів.

Визначаємо кількість сушарок для сушки ізоляторів, якщо:

- кількість ізоляторів на одну полицю – 80 шт.;
- всього ізоляторів на сушильній вагонетці – 320 шт.;
- сушильна камера – двокамерна;
- кількість штовхань на добу – 3;
- на добу вагонеток – 6.

Кількість ізоляторів:

$$320 \cdot 6 = 1920 \text{ шт. / добу}$$

Необхідна кількість сушарок:

$$n = \frac{2373148}{365 \cdot 1920} = 3,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 4 тунельних сушарки.

Визначаємо кількість тунельних сушарок довжиною 121 м.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість ізоляторів на пічну вагонетку – 500 шт., кількість штовхань – 18.

Кількість ізоляторів:

$$500 \cdot 18 \cdot 365 = 3285000 \text{ шт. / годину}$$

Тоді печей:

$$n = \frac{2303604}{3285000} = 0,71 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 1 тунельну піч довжиною 121 м.

Необхідну кількість верстатів для шліфування ізоляторів визначаємо з того, що необхідно відшліфувати 2213268 шт. Тоді отримаємо:

$$\frac{2213268}{4154} = 536 \text{ шт./годину,}$$

а кількість верстатів

$$n = \frac{536}{150} = 3,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки 4 верстати для алмазного шліфування ізоляторів.

Для армування ізоляторів приймаємо до установки роторно-конвеєрну лінію для опорних ізоляторів РКП-1А. Продуктивність лінії 600 шт./годину.

Необхідно заармувати 2206633 шт./годину, тоді

$$\frac{2206633}{2077} = 1070 \text{ шт./годину,}$$

Визначаємо кількість ліній для армування опорних ізоляторів:

$$n = \frac{1070}{600} = 1,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо до установки дві конвеєрні лінії для армування ізоляторів.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ, І СТІЙКІСТЬ

6.1 Вибір розрахункових схем і навантажень. Розрахунок потужності приводу кульового млина

Розрахунок частоти обертання, коефіцієнта заповнення і розмірів молільних тіл

Частота обертання млина визначається за формулою

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}}, \quad (6.1)$$

де $D = 2$ м – внутрішній діаметр млина.

$$n = \frac{32}{\sqrt{2}} = 22,6 \text{ об/хв.}$$

Коефіцієнт заповнення кульового млина визначається з виразу

$$\varphi = 0,0408 \frac{G}{L \cdot R^2 \cdot \mu} \quad (6.2)$$

де $m = 3$ т – маса завантаження;

$L = 1,5$ м – довжина млина;

$R = 1$ м – внутрішній радіус млина;

$\mu = 0,565$ – коефіцієнт, враховуючий наявність порожнини між кулями.

$$\varphi = 0,0408 \cdot \frac{3}{1,5 \cdot 1^2 \cdot 0,562} = 0,2$$

Розмір молільних тіл розраховується за формулою

$$D_k = 28\sqrt[3]{d}, \text{ мм} \quad (6.3)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $d = 30$ мм – найбільший діаметр кусків матеріалу.

$$D_k = 28\sqrt[3]{30} = 87 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_k = 90$ мм. Матеріал – кремнієва галька.

Розрахунок потужності електродвигуна, вибір двигуна

Потужність, яка споживається кульовим млином, розраховується за рівнянням

$$N = c \cdot G_m \cdot \sqrt{D}, \quad (6.4)$$

де $G_m = 3,6$ кН – вага молоткових тіл;

$c = 12,3$ – коефіцієнт, який залежить від коефіцієнта заповнення.

$$N = 12,3 \cdot 3,6 \cdot \sqrt{2} = 46 \text{ кВт}$$

За ГОСТ 19523-81 приймається електродвигун асинхронний серії 4А, що обдувається з синхронною частотою обертання 1500 об/хв., потужністю 55 кВт і ковзанням 1,4%. Діаметр вихідних кінців: $d_1 = 65$ мм, $d_2 = 60$ мм.

Розрахунок продуктивності кульового млина

Продуктивність кульового млина визначається з виразу

$$Q = \frac{Q_n \cdot K_p \cdot g_n}{1000} \cdot 6,7V \sqrt{D} \cdot \sqrt{\frac{G_m}{\pi}} \cdot n_p, \quad (6.5)$$

де $Q_n = 30$ кг/годину на 1 кВт – питома продуктивність при помелі пегматиту, прийнятого за еталон;

$g_n = 0,0688$ – поправочний коефіцієнт на тонкість помелу;

$K_p = 0,8$ – коефіцієнт помелоздатності;

V – внутрішній об'єм млина, м^3 ;

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta_p = 1,2$ – коефіцієнт відносної ефективності помелу для млинів, що працюють в замкнутому циклі.

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \quad (6.6)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 4,71 \text{ м}^3$$

$$Q = \frac{30 \cdot 0,8 \cdot 0,688}{1000} \cdot 6,7 \cdot 4,71 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{3,14}} \cdot 1,2 = 0,58 \text{ т/годину}$$

Кінематичний розрахунок привода млина

На рис. 3.1 представлена кінематична схема приводу кульового млина.

Приймаємо значення коефіцієнта корисної дії для кожної передачі: зубчастої пари – $\eta_z = 0,97$; пасової передачі – $\eta_{пас} = 0,96$. Коефіцієнт, враховуючий втрати на тертя в опорах трьох валів: $\eta_0 = 0,99$.

ККД вала привода:

$$\eta = \eta_z \cdot \eta_{п} \cdot \eta_0^3 \quad (6.7)$$

$$\eta = 0,97 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 0,9$$

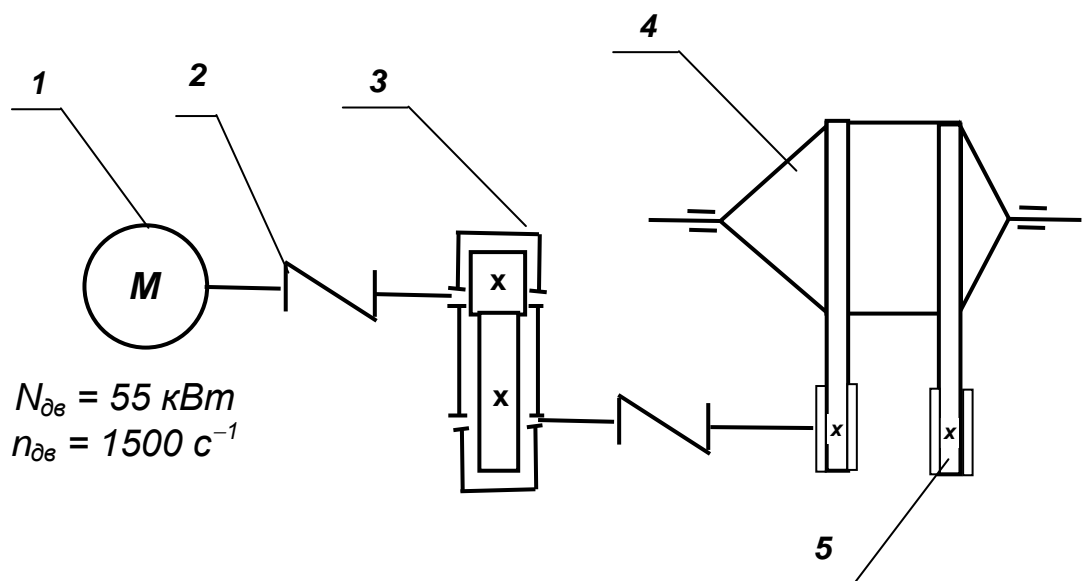


Рисунок 6.1 – Схема кінематична привода млина

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Потужність на валах визначається за формулою:

– на приводному валу редуктора

$$P_1 = P_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{під}}, \quad (6.8)$$

де $\eta_{\text{під}} = 0,99$ – ККД підшипникової пари;

$$P_1 = 46 \cdot 0,99 = 45,5 \text{ кВт}$$

– на веденому валу редуктора

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{під}}, \text{ кВт} \quad (6.9)$$

де $\eta_{\text{ред}} = 0,97$ – ККД редуктора;

$$P_2 = 45,5 \cdot 0,97 = 44 \text{ кВт}$$

– на приводному валу

$$P_{\text{пр}} = P_2 \cdot \eta_{\text{під}}, \text{ кВт} \quad (6.10)$$

$$P_{\text{пр}} = 44 \cdot 0,99 = 43,7 \text{ кВт}$$

– на валу млина

$$P_{\text{м}} = P_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пас.}} \cdot \eta_{\text{під}}, \text{ кВт} \quad (6.11)$$

де $\eta_{\text{пас.}} = 0,96$ – ККД пасової передачі.

$$P_{\text{м}} = 43,7 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 41,5 \text{ кВт}$$

Частота обертання вала електродвигуна визначається з виразу:

$$n_{\text{дв.}} = n_{\text{с.}} \cdot (1 - S), \quad (6.12)$$

де $n_{\text{с.}} = 1500$ об/хв. – синхронна частота обертання електродвигуна;

$S = 1,4\%$ – ковзання валу.

$$n_{\text{дв.}} = 1500 \cdot (1 - 0,014) = 1479 \text{ об/хв.}$$

Кутова швидкість вала електродвигуна дорівнює

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30}, \quad (6.13)$$

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{3,14 \cdot 1479}{30} = 154,8 \text{ рад/с}$$

Кутова швидкість вала млина визначається з виразу

$$\omega_{\text{м}} = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (6.14)$$

де $n = 22$ об/хв. – частота обертання вала млина.

$$\omega_{\text{м}} = \frac{3,14 \cdot 22,6}{30} = 2,4 \text{ рад/с}$$

Загальне передаточне число привода дорівнює:

$$U_{\text{заг.}} = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_{\text{м}}}, \quad (6.15)$$

$$U_{\text{заг.}} = \frac{154,8}{2,4} = 64,5$$

Виконаємо розбивку передаточного співвідношення по ступенях:

$$U_{\text{заг.}} = U_{\text{пас.}} \cdot U_{\text{ред.}} \quad (6.16)$$

де $U_{\text{пас.}} = 4$ за ГОСТ 2185-66 [1, с. 36].

$$U_{\text{ред.}} = \frac{64,5}{4} = 16$$

Приймаємо редуктор циліндричний двоступінчастий РЦД-600, у якого передаточне число $U_{\text{ред.}} = 16$, частота обертання швидкохідного вала $n_{\text{швид.}} = 1500$ об./хв., крутильний момент на тихохідному валу – 1360 Н·м.

Уточнюємо

$$U_{\text{пас.}} = \frac{U_{\text{заг.}}}{U_{\text{ред.}}} \quad (6.17)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{\text{пас.}} = \frac{64,5}{16} = 4,03$$

Кутові швидкості:

- швидкохідного вала: $\omega_1 = \omega_{\text{дв.}} = 154,8$ рад/с;
- тихохідного вала

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_{\text{ред.}}} \quad (6.18)$$

$$\omega_2 = \frac{154,8}{16} = 9,7 \text{ рад/с}$$

- приводного вала: $\omega_{\text{пр.}} = \omega_2 = 9,7$ рад/с.

Обертальні моменти:

- на валу двигуна

$$M_{\text{дв.}} = \frac{P_{\text{дв.}} \cdot 10^3}{\omega_{\text{дв.}}} \quad (6.19)$$

$$M_{\text{дв.}} = \frac{46 \cdot 10^3}{154,8} = 297 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- на швидкохідному валу редуктора: $M_1 = M_{\text{дв.}} = 297$ Н·м;
- на тихохідному валу редуктора:

$$M_2 = \frac{P_2 \cdot 10^3}{\omega_2} \quad (6.20)$$

$$M_2 = \frac{44 \cdot 10^3}{9,7} = 4536 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- на приводному валу

$$M_{\text{пр.}} = \frac{P_{\text{пр.}} \cdot 10^3}{\omega_2} \quad (6.21)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{\text{пр.}} = \frac{43,7 \cdot 10^3}{9,7} = 4505 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

– на валу млина

$$M_{\text{м.}} = \frac{P_{\text{м.}}}{\omega_{\text{м.}}} \quad (6.22)$$

$$M_{\text{м.}} = \frac{41,5 \cdot 10^3}{2,4} = 17292 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6.2. Міцнісні розрахунки кульового млина

Розрахунок на міцність корпусу млина

На млин діють сили: сила ваги барабана із завантаженням і відцентрова сила, виникаюча від неврівноваженої маси куль і матеріалів.

Сила ваги барабана із завантаженням складається з:

маса без футерівки	4800 кг
маса футерівки	6400 кг
маса завантажувального матеріалу	3000 кг
маса куль	600 кг
<hr/>	
Сумарна маса, $G_{\text{м.з.}}$	14800 кг = 148 кН

Відцентрова сила маси куль і матеріалу, які обертаються разом із млином становить $\approx 25\%$ від його ваги

$$G_{\text{ц}} = 0,25 \cdot 3,6 = 0,9 \text{ т}$$

і направлена під кутом 25° до горизонталі.

Вертикальна складова від відцентрової сили дорівнює

$$G_{\text{в}} = G_{\text{ц}} \cdot \sin 25^\circ \quad (6.23)$$

$$G_{\text{в}} = 0,9 \cdot 0,42 = 0,38 \text{ т} = 3,8 \text{ кН}$$

Горизонтальна складова від відцентрової сили дорівнює

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_r = G_{ц} \cdot \cos 25^\circ \quad (6.24)$$

$$G_r = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81 \text{ Т} = 8,1 \text{ кН}$$

Загальне зусилля, що діє в вертикальній площині:

$$G_{\Sigma B} = G_B + G_{M.3.} \quad (6.25)$$

$$G_{\Sigma B} = 0,38 + 14,8 = 15,18 \text{ Т} = 151,8 \text{ кН}$$

Рівнодіюча від цих сил дорівнює

$$R = \sqrt{G_{\Sigma B}^2 + G_r^2} \quad (6.26)$$

$$R = \sqrt{15,18^2 + 0,81^2} = 15 \text{ Т} = 150 \text{ кН}$$

Приймаємо, що момент від рівномірно розподіленого навантаження на корпусі кульового млина і момент від зусиль в пасовій передачі розташовані в одній площині і направлені в один бік.

Розрахункова схема корпусу млина показана на рис. 3.2.

Рівномірно розподілене навантаження на корпус млина визначається з виразу

$$q = \frac{R}{L}, \quad (6.27)$$

де $L = 3950$ мм – відстань між опорами.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

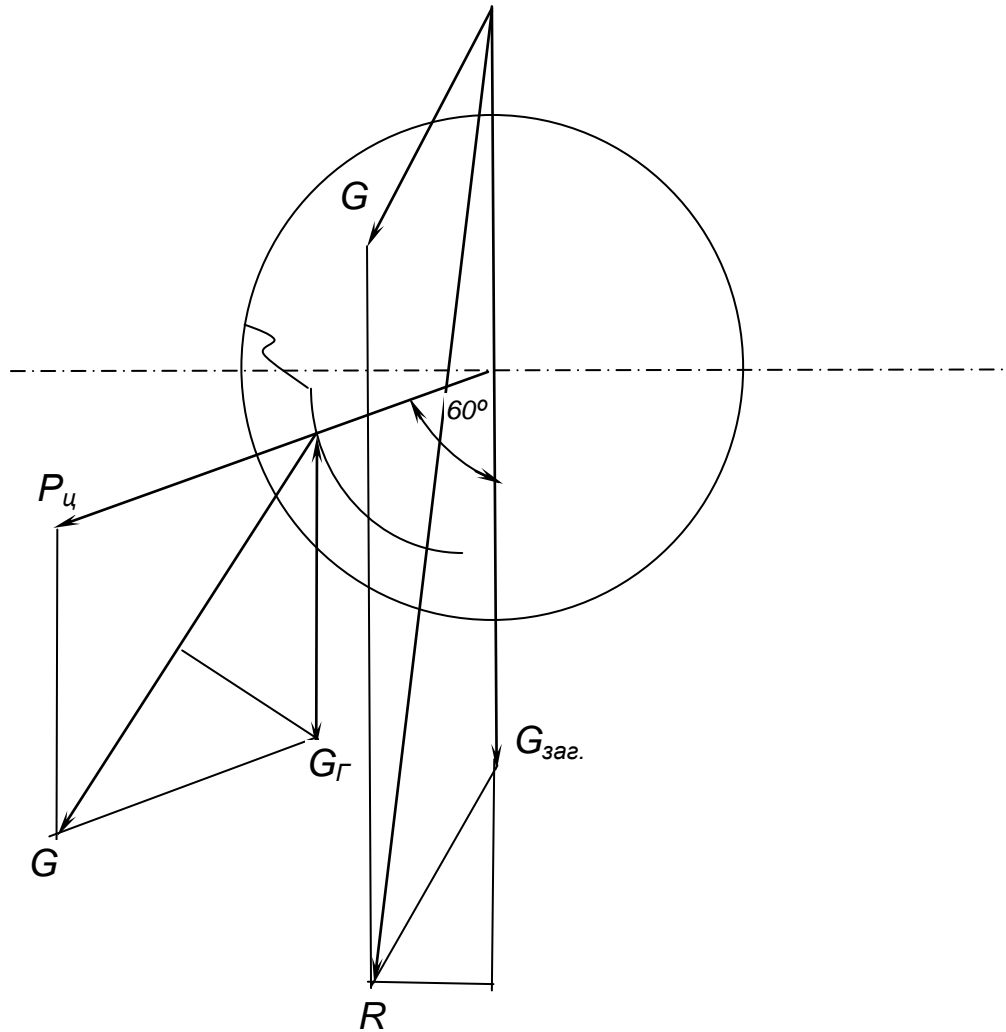


Рисунок 6.2 – Розрахункова схема сил, діючих на барабан кульового млина

$$q = \frac{150000}{3950} = 38 \text{ НН/м} = 38000 \text{ Н/м}$$

Реакція опор дорівнює

$$R'_A = R'_B = \frac{R}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ кН}$$

Згинальний момент в перетині I-I від рівномірно розподіленого навантаження

$$M'_{зг.} = \frac{R \cdot L}{8} \quad (6.28)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$M'_{зг.} = \frac{150 \cdot 3,95}{8} = 74 \text{ кН}$$

Реакції опор від зусиль в пасовій передачі

$$R''_A = \frac{F_B \cdot a}{L} \quad (6.29)$$

$$R''_A = \frac{2305 \cdot 1750}{3950} = 1021 \text{ кН}$$

$$R''_B = 2305 - 1021 = 1284 \text{ кН}$$

Згинальний момент в перетині I-I

$$M''_{зг.} = R''_A \cdot \ell \quad (6.30)$$

$$M''_{зг.} = 1021 \cdot 1,975 = 2016 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сумарний згинальний момент

$$M_{зг.} = M'_{зг.} + M''_{зг.} \quad (6.31)$$

$$M_{зг.} = 74000 + 2016 = 76016 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Крутильний момент на корпусі млина – $T_3 = 17292 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Приведений згинальний момент

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг.}^2 + T_3^2} \quad (6.32)$$

$$M_{пр} = \sqrt{26016^2 + 17292^2} = 78000 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору перетину корпуса млина згину

$$W = 0,8 \cdot \frac{R_{зоб.}^2 - R_{вн.}^2}{R_{зоб.}}, \quad (6.33)$$

де $R_{зоб.}$ – зовнішній діаметр корпуса;

$R_{вн.}$ – внутрішній діаметр корпуса;

0,8 – коефіцієнт, враховуючий послаблення корпуса отворами під болти.

$$R_{зоб.} = \frac{d_{зоб.}}{2} \quad (6.34)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{\text{зов.}} = \frac{2,1}{2} = 1,05 \text{ м}$$

$$R_{\text{вн.}} = \frac{d_{\text{вн.}}}{2} \quad (6.35)$$

$$R_{\text{вн.}} = \frac{2,06}{2} = 1,03 \text{ м}$$

$$W = 0,8 \cdot \frac{1,05^2 - 1,03^2}{1,05} = 0,069 \text{ м}^3$$

Напруження в стінці барабану дорівнює

$$\sigma = \frac{M_{\text{пр}}}{W} \quad (6.36)$$

$$\sigma = \frac{78000}{0,069 \cdot 10^6} = 1,13 \text{ МПа} < [\sigma] = 10 \text{ МПа}$$

Розрахунок поліклинової передачі

Діаметр меншого шківів дорівнює

$$d_1 = 30 \cdot \sqrt[3]{M_{\text{пр.}}} \quad (6.37)$$

$$d_1 = 30 \cdot \sqrt[3]{4505} = 495 \text{ мм}$$

Виходячи з того, що діаметр більшого шківів є зовнішнім діаметром млина і дорівнює 2270 мм, то діаметр меншого шківів при передаточному числі 4,03 дорівнює $d_1 = 560$ мм.

Для передачі потужності $P_1 = 46$ кВт при $n = 1479$ об/хв. і $d_1 = 560$ мм вибираємо поліклиновий пас перетину М.

Швидкість пасу розраховується з виразу

$$v = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot d_1}{60} \quad (6.38)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

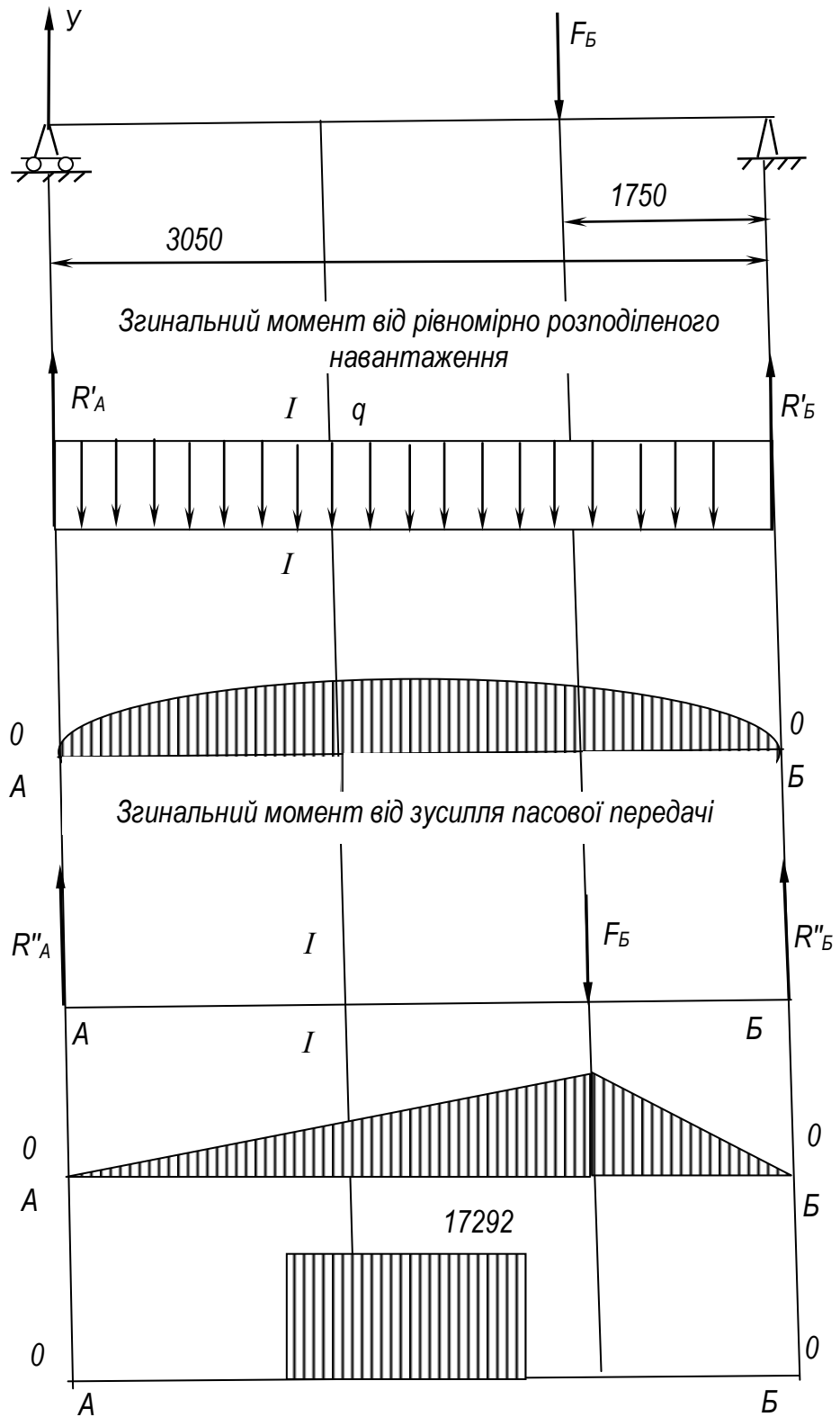


Рисунок 6.3 – Розрахункова схема корпусу кульового млина

$$v = \frac{3,14 \cdot 1479 \cdot 560 \cdot 10^{-3}}{60} = 43,3 \text{ м/с}$$

Діаметр великого шківa:

$$d_2 = d_1 \cdot U_{\text{пас.}}, \quad (6.39)$$

де $U_{\text{пас.}} = 4,03$ – передаточне співвідношення пасової передачі

$$d_2 = 560 \cdot 4,03 = 2257 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_2 = 2270$ мм.

Фактичне передаточне число дорівнює

$$U = \frac{d_2}{d_1} \quad (6.40)$$

$$U = \frac{2270}{560} = 4,05$$

Визначаємо орієнтовну міжосьову відстань

$$a = C \cdot d_2, \quad (6.41)$$

де $C = 0,94$ – числовий коефіцієнт, що залежить від передаточного числа.

$$a = 0,94 \cdot 2270 = 2134 \text{ мм}$$

Довжина паса складає

$$L = 2a + 0,5\pi \cdot (d_1 + d_2) + 0,25 \cdot \frac{(d_2 - d_1)^2}{a} \quad (6.42)$$

$$L = 2 \cdot 2134 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (560 + 2270) + 0,25 \cdot \frac{(2270 - 560)^2}{2134} = 9054 \text{ мм}$$

Приймаємо $L = 9000$ мм.

Уточнюємо міжосьову відстань [5, с. 130]:

$$a = 0,25 \cdot \left(\Delta_1 + \sqrt{\Delta_1^2 - 8\Delta_2} \right), \quad (6.43)$$

де

$$\Delta_1 = L - 0,5\pi(d_1 + d_2) \quad (6.44)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_2 = 0,25 \cdot (d_1 + d_2)^2 \quad (6.45)$$

$$\Delta_1 = 9000 - 0,5 \cdot 3,14 \cdot (560 + 22700) = 4557 \text{ мм}$$

$$\Delta_2 = 0,25 \cdot (560 + 22700)^2 = 731025 \text{ мм}$$

$$a = 0,25 \cdot \left(4557 + \sqrt{4557^2 - 8 \cdot 731025} \right) = 2105 \text{ мм}$$

Кут обхвату меншого шківа пасом

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} \geq 120 \quad (6.46)$$

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \cdot \frac{2270 - 560}{2105} = 134^\circ \geq 120$$

Номінальна потужність, що передається одним пасом при $d_1 = 560$ мм і $v = 43,3$ м/с, дорівнює $P_0 = 108$ кВт.

Еталонна довжина пасу $L_0 = 2240$ мм.

Потужність, що передається одним пасом в умовах експлуатації, визначається з виразу

$$P_p = \frac{P_0 \cdot C_L \cdot C \cdot C_U}{C_p}, \quad (6.47)$$

де $C = 1,25$ – коефіцієнт, враховуючий довжину пасу;

$C_p = 1,1$ – коефіцієнт динамічного навантаження;

$C_U = 1,14$ – коефіцієнт передаточного числа;

$C_L = 0,87$ – коефіцієнт кута захвату .

$$P_p = \frac{108 \cdot 0,87 \cdot 1,25 \cdot 1,14}{1,1} = 121,8 \text{ кВт}$$

Необхідна кількість ребер визначається з рівняння

$$Z = \frac{10P_1}{P_p} \quad (6.48)$$

$$Z = \frac{10 \cdot 46}{121,8} = 3,8$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Приймаємо $Z = 4$.

Сила попереднього натягу пасу (без урахування відцентрових сил) розраховується за формулою

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_1 \cdot C_P \cdot C}{C_L \cdot v \cdot C_U} \quad (6.49)$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 46 \cdot 1,25 \cdot 1,1}{43,3 \cdot 0,87 \cdot 1,14} = 1252 \text{ Н}$$

Сила, яка діє на вал

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{L_1}{2} \quad (3.50)$$

$$F_B = 2 \cdot 1252 \cdot 4 \cdot \sin 67 = 2305 \text{ Н}$$

Ширина шківів визначається за формулою

$$B = (Z - 1) \cdot p + 2f, \quad (6.51)$$

де $f = 10$ мм – розміри канавок;

$p = 9,5$ мм – крок пасу;

$Z = 4$ – число ребер.

$$B = (4 - 1) \cdot 9,5 + 2 \cdot 10 = 48,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $B = 50$ мм.

Розрахунок приводного валу на згин з крутінням

$$F_B = 2305 \text{ Н}$$

$$F_{Bx} = F_B \cdot \cos 60^\circ = 2305 \cdot \cos 60^\circ = 1152,5 \text{ Н}$$

$$F_{By} = F_B \cdot \sin 60^\circ = 2305 \cdot \sin 60^\circ = 1987,5 \text{ Н}$$

Розрахункова схема приводного валу показана на рис. 3.4.

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

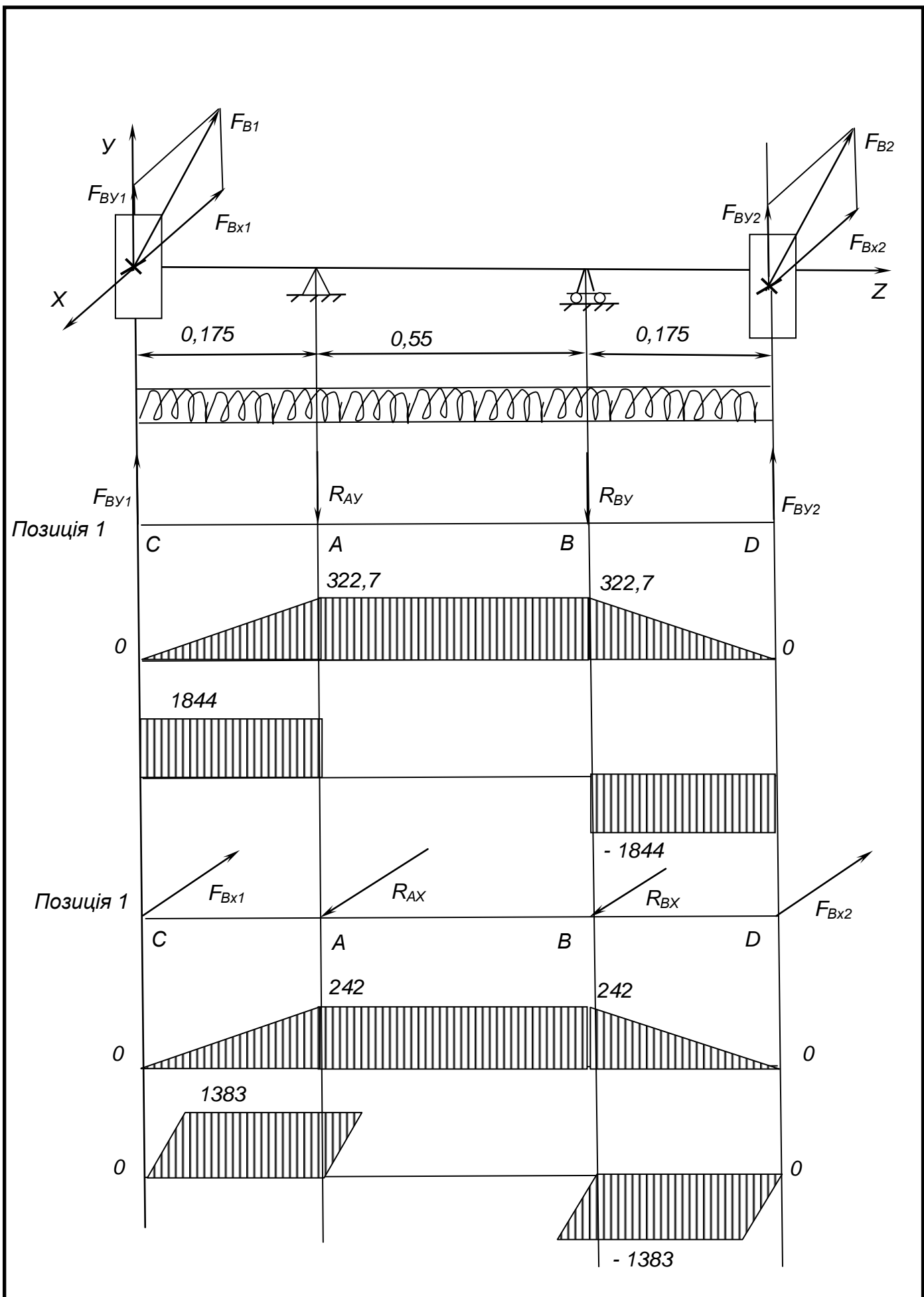


Рисунок 6.4 – Розрахункова схема приводного вала

						2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			47

Будуємо епюру крутильних моментів $M_{пр.} = M_{к.} = 4505 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Розглянемо сили, які лежать в вертикальній площині YOZ.

Розрахункова схема показана на позиції 1.

Знаходимо опорні реакції в вертикальній площині.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_{By_1} \cdot 0,175 + R_B \cdot 0,55 - F_{By_2} (0,55 + 0,175)$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$F_{Ay_2} \cdot 0,175 + R_A \cdot 0,55 + F_{By_1} (0,55 + 0,175)$$

$$R_B = \frac{F_{By_2} \cdot (0,55 + 0,175) - F_{By_1} \cdot 0,175}{0,55}$$

$$R_A = \frac{F_{By_1} \cdot (0,55 + 0,175) - F_{By_2} \cdot 0,175}{0,55}$$

$$R_B = \frac{1844 \cdot (0,55 + 0,175) - 1844 \cdot 0,175}{0,55} = 1844 \text{ Н}$$

$$R_A = \frac{1844 \cdot (0,55 + 0,175) - 1844 \cdot 0,175}{0,55} = 1844 \text{ Н}$$

Перевірка $\Sigma Y = 0$

$$-R_A - R_B + F_1 + F_2 = 0$$

$$-1844 - 1844 + 1844 + 1844 = 0$$

$$0 = 0$$

Опорні реакції знайдені правильно.

Будуємо епюру поперечних сил.

Ділянка СА перетин 1-1

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_y = F_1 = 1844 \text{ Н}$$

$$M_{UC} = 0 \quad M_{UA} = F_{By_1} \cdot 0,175 = 1844 \cdot 0,175 = 322,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Ділянка АВ перетин 2-2

$$Q_y = F_B \cdot R_A = 0$$

$$M_{UA} = F_{By_1} \cdot 0,175 = 322,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{UB} = F_{By_1} \cdot (0,175 + 0,55) - R_A \cdot 0,5 = 1844 \cdot (0,175 + 0,55) - 1844 \cdot 0,55 = 322,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Ділянка BD перетин 3-3

$$Q_y = -F_2$$

$$M_{UB} = F_{By_2} \cdot 0,175 = 1844 \cdot 0,175 = 322,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Розглянемо сили, які діють в горизонтальній площині. Розглянемо площину YOZ. Розрахункова схема вала показана на позиції 3.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_{Bx_1} \cdot 0,175 + R_B \cdot 0,55 - F_{Bx_2} \cdot (0,55 + 0,175)$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-F_{Bx_2} \cdot 0,175 - R_A \cdot 0,55 + F_{Bx_1} \cdot (0,55 + 0,175)$$

$$R_B = \frac{F_{Bx_2} \cdot (0,55 + 0,175) - F_{Bx_1} \cdot 0,175}{0,55}$$

$$R_A = \frac{F_{Bx_1} \cdot (0,55 + 0,175) - F_{Bx_2} \cdot 0,175}{0,55}$$

$$R_B = \frac{1383 \cdot (0,55 + 0,175) - 1383 \cdot 0,175}{0,55} = 1383 \text{ Н}$$

$$R_A = \frac{1383 \cdot (0,55 + 0,175) - 1383 \cdot 0,175}{0,55} = 1383 \text{ Н}$$

Перевірка $\Sigma X = 0$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$-R_A - R_B + F_B + F_B = 0$$

$$-1383 - 1383 + 1383 + 1383 = 0$$

$$0 = 0$$

Опорні реакції знайдені правильно.

Будуємо епюру поперечних сил.

Ділянка СА перетин 1-1

$$Q_u = F_1 = 1383 \text{ Н}$$

$$M_{UC} = 0 \quad M_{UA} = F_{By_1} \cdot 0,175 = 1383 \cdot 0,175 = 242 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Ділянка АВ перетин 2-2

$$F - R_A = 0$$

$$M_{UA} = F_{Bx_1} \cdot 0,175 = 234 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{UB} = F_{Bx_1} \cdot (0,175 + 0,55) - R_A \cdot 0,55 = 1383 \cdot (0,175 + 0,55) - 1383 \cdot 0,55 = 242 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Ділянка ВD перетин 3-3

$$M_{UD} = 0$$

$$M_{UB} = F_{Bx_2} \cdot 0,175 = 1383 \cdot 0,175 = 242 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

При вигині із крутінням розрахунок виконується за еквівалентним моментом.

Еквівалентний момент за гіпотезою найбільших дотичних напружень:

$$M_{\text{екв.}} = \sqrt{(M_U^{\text{гор.}})^2 + (M_U^{\text{вер.}})^2 + M_K^2}, \quad (6.52)$$

$$M_{\text{екв.}} = \sqrt{242^2 + 322,7^2 + 4505^2} = 4523 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Діаметр вала в найбільш небезпечному, навантаженому перетині:

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d \geq \sqrt{\frac{M_{\text{екв.}}}{0,1[\sigma]}}, \quad (6.53)$$

де $[\sigma] = 120$ МПа – допустиме напруження на згин валу.

$$d \geq \sqrt{\frac{4523 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 120}} = 72 \text{ мм}$$

Конструктивно приймаємо $d = 120$ мм.

Розрахунок і вибір муфт та шпонок

Вибір муфт

Тихохідний вал редуктора і вал електродвигуна з'єднуються пружною втулково-пальцевою муфтою. За діаметром валу і номінальним обертовим моментом $M = 297$ Н·м приймається за ГОСТ 21424-75 муфта пружна втулково-пальцева МУВП 1100-60-1-1, у якої діаметр посадкового отвору $d = 60$ мм, допустимий обертовий момент $[M] = 1100$ Н·м, тип 1 (конічний кінець валу), довжина муфти 286 мм.

Розрахунковий момент

$$M_p = K \cdot M_{\text{ном}} \leq [M] \quad (6.54)$$

де $K = 1,15$ – коефіцієнт, враховуючий умови експлуатації;

$M_{\text{ном}} = M = 297$ Н·м – номінальний обертовий момент на валу.

$$M_p = 1,15 \cdot 297 = 341,6 \text{ Н·м} \leq 1100 \text{ Н·м}$$

Умова зносостійкості виконується.

Тихохідний вал редуктора і привідний вал сполучаються кулачково-дисковою муфтою. Муфта 100 МН2760-81, у якої $D = 240$ мм, $L = 395$ мм, $[M] = 8000$ Н·м.

Розрахунковий момент

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$M_p = K \cdot M_{\text{НОМ}} \leq [M]$$

де $K = 1,15$ – коефіцієнт, враховуючий умови експлуатації;

$M_{\text{НОМ}} = M = 4505 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – номінальний обертовий момент на валу.

$$M_p = 1,15 \cdot 4505 = 5181 \text{ Н} \cdot \text{м} \leq 8000 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Умова зносостійкості

$$P = \frac{12 \cdot M_p}{h \cdot (2D + d)(D - d)} \leq [P], \quad (6.55)$$

де $h = 42 \text{ мм}$ – ширина муфти;

$d = 100 \text{ мм}$ – діаметр отвору під вал;

$[P] = 30 \text{ МПа}$ – допустимий тиск.

$$P = \frac{12 \cdot 5181 \cdot 10^3}{45 \cdot (2 \cdot 240 + 110) \cdot (240 - 110)} = 18 \text{ МПа} \leq 30 \text{ МПа}$$

Умова зносостійкості виконується.

Перевірка шпонкового з'єднання

Для з'єднання напівмуфти тихохідного вала і привідного валу приймається шпонка з наступними розмірами: $d = 100 \text{ мм}$, $b = 28 \text{ мм}$; $h = 16 \text{ мм}$; $t_1 = 10 \text{ мм}$; $t_2 = 6,4 \text{ мм}$; $S = 0,4 \text{ мм}$. Довжина шпонки $\ell = 95 \text{ мм}$.

Робоча довжина шпонки

$$\ell_p = \ell - b = 95 - 28 = 67 \text{ мм}$$

Приймаємо допустиме напруження $[\sigma_{\text{зм.}}] = 100 \text{ МПа}$.

Перевіримо шпонку на зминання

$$\sigma_{\text{зм.}} = \frac{2M}{2d \cdot \ell_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma]_{\text{зм.}} \quad (6.56)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 4505 \cdot 10^3}{2 \cdot 110 \cdot 67 \cdot (16 - 10)} = 65,9 \text{ МПа} \leq 100 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

Розрахунок і вибір підшипників на приводний вал

Вибираємо підшипник кульковий радіальний сферичний дворядний середньої серії ГОСТ 24696-81 № 53524 з розмірами: $d = 120 \text{ мм}$, $D = 215 \text{ мм}$, $B = 58 \text{ мм}$, $c = 466000$, $c_0 = 400000$, $Z = 3,5$.

Гранична частота обертання 2000 об./с при осьовому навантаженні $F_a = 0$, $P = 0$.

Динамічна вантажопідйомність $c = 0,2$.

Коефіцієнт радіального навантаження $X = 1$.

Коефіцієнт осьового навантаження $Y = 0$.

Коефіцієнт обертання внутрішнього кільця $V = 1$.

Коефіцієнт навантаження $K_6 = 1,8$.

Коефіцієнт температури $K_T = 1,2$.

Сумарна радіальна реакція

$$R_p = \sqrt{R_{гор.}^2 + R_{вер.}^2} \quad (6.57)$$

$$R_p = \sqrt{1383^2 + 1844^2} = 2305 \text{ Н}$$

Еквівалентне навантаження складає

$$P_e = (X \cdot R_{гор.} \cdot V + R_{вер.} \cdot Y) \cdot K_6 \cdot K_T, \quad (6.58)$$

$$P_e = (1 \cdot 1 \cdot 2305 + 0 \cdot 1844) \cdot 1,8 \cdot 1,2 = 4979 \text{ Н}$$

Допустима довговічність $L \geq [L]$

$$L_{10} = \left(\frac{c}{P_e} \right)^p, \quad (3.59)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де $c = 466$ – базовий динамічна вантажопідйомність;

$p = 3,33$ – показник ступеня.

$$L_{10} = \left(\frac{466}{4,9} \right)^{3,33} = 819763 \text{ години}$$

Розрахункова довговічність

$$L = \frac{10^6 \cdot L}{60n} > [L] = 36000 \text{ годин,} \quad (6.60)$$

де $n = 20000 \text{ с}^{-1}$ – гранична частота обертання підшипника.

$$L = \frac{10^6 \cdot 819763}{60 \cdot 2000} = 6831358 \text{ годин} > 36000 \text{ годин,}$$

що більше необхідно.

Умова довговічності виконується.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Барабанний млин – це машина, в якій матеріал подрібнюється всередині корпусу (барабану) під дією молотильних тіл, а також в деякому ступені – самоподрібнюванням.

У виробництві фарфорової маси застосовуються в основному конічні кульові млини сухого помелу матеріалу.

Конічний кульовий млин складається з наступних основних складових частин: завантажувального пристрою, барабану, вивантажувального пристрою, опор і приводу.

Барабан призначений для подрібнення попередньо подрібнених кускових матеріалів. Барабан складається із обичайки, цапфи лівої, великого конусу, циліндричної частини, малого конусу і правої цапфи.

Барабан млина зварений зі сталевих листів товщиною 40 мм. Технологія виготовлення барабану млина полягає у наступному:

- 1) проводять підготовку кромek зварювальних деталей;
- 2) стропят конуси кульового млина;
- 3) здійснюють підйом і переміщення конусів до їх співвісного розміщення щодо осі циліндричної частини барабана кульового млина;
- 4) утримують конуси натягом строп до гарантованого примикання їх до торця циліндричної частини барабана;
- 5) утримують конуси в підвішеному стані регульовальним пристроєм і одночасно встановлюють зазор між крайками деталей, що зварюються;
- 6) замикають зварювальну ланцюг за допомогою подачі в зазор присадочного матеріалу;
- 7) пропускають струм високої частоти;

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

8) розігрівають кромки не вище температури переходу перліту в аустеніт і заповнюють зазор розплавленим матеріалом;

9) утримують конуси кульового млина на термокомпенсаторі зважаючи на різні коефіцієнти розширення матеріалів деталей, що з'єднуються;

10) проводять термічну обробку отриманого з'єднання з витримкою не менше 70-80 хв. при нагріванні сполуки до 763°C і повільному подстужуванні з'єднання до робочої температури 450°C галтовочного барабана протягом 90-100 хв.

Промислова корисність цієї технології полягає в тому, що обраний спосіб запобігає утворенню тріщин в приповерхневих шарах сталевих заготовок і робить доступним процес зварювання без зміни структури матеріалу, що позитивно впливає не тільки на якість зварних з'єднань, але і на міцність скоб, виконуваних монолітно з корпусом конусів кульового млина, а це умова дуже важлива для монтажних і ремонтних робіт, враховуючи значущість мас деталей, що з'єднуються.

Для підвищення довговічності млина і підвищення ефективності його роботи, внутрішня поверхня покрита броньовими плитами товщиною 140 мм. Для зменшення шуму під час роботи між броньовим покриттям і корпусом встановлені шумопоглинальні прокладки із гуми і повсті.

Плити броньового покриття кріпляться всередині млина ботами, причому голівки болтів встановлюються всередину, а тіло болта проходить через шумопоглинальні прокладки, і закріплюються ззовні гайкою. Броньовані плити виготовляють шляхом лиття зі сталі 30ХНЗА ГОСТ 4543 - 71.

Технологічний процес виготовлення виливків в піщаних формах складається з наступних основних операцій: 1) розробки технології ливарної форми за кресленнями, включаючи проектування модельного оснащення; підготовки технічної документації для окремих технологічних процесів виготовлення форми, 2) виготовлення моделей і оснастки; 3) приготування формувальних і стрижневих сумішей; 4) виготовлення форми, стрижнів і

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складання форм; 5) заливки, затвердіння і витримки для охолодження; 6) вибивання відливок з форм, видалення літників і прибутків, очищення поверхні від землі і зачистки нерівностей на поверхні литого виробу; 7) контролю.

До барабану прикріплені сталеві литі завантажувальні і розвантажувальні частини з цапфами.

Фундамент під кульовий млин розташований в бункерному відділенні і виконується з монолітного залізобетону. При монолітному фундаменті під будівлю доцільно в межах бункерного відділення виконувати плитний фундамент під колони будівлі і використовувати його для установки кульових млинів. У цьому випадку фундамент млина виконується у вигляді окремих залізобетонних опор під її підшипники, редуктор і електродвигун. Ці опори за допомогою випусків зв'язуються з плитним фундаментом будівлі.

Шків пасової передачі, конуси направляючі, кришки, напівмуфту виготовляють із чавуну методом лиття в піщано-глинисті форми. Методи отримання форм: струшування з допресуванням на формувальних машинах ливарних конвеєрів, пресування під високим питомим тиском на лініях автоматичної формовки. Приготування стрижневих сумішей проводиться в змішувачах періодичної дії. Виготовлення стрижнів проводиться двома способами: 1) на стрижневих напівавтоматах по нагрівастя оснащенні; 2) на стрижневих машинах з наступною тепловою сушкою в вертикально-замкнутому сушилі «СКВГ-3».

Плавка чавуну проводиться в коксових вагранках. Рідкий метал подається в ковшах до місць заливки форм. Охолодження форм автоматичних ліній ливарних конвеєрів проводиться на охолоджувальних вентиляваних гілках. Вибивання виливків на автоматичних лініях і ливарних конвеєрах проводиться на струшуючих вибивних ґратах. Відбиття літників проводиться в прохідних галтувальних барабанах безперервної дії. Літники, що не відбилися в галтувальних барабанах, відбиваються вручну.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Охолодження виливків починається після заливки форм. Виливки охолоджуються разом з формою в процесі вибивання, транспортування і очищення. Крупні відливання додатково охолоджуються у водяній ванні. Очищення дрібних виливків проводиться в дробометних барабанах безперервної дії.

Очищення великих виливків – в дробометній камері безперервної дії, а потім остаточна обробка і фарбування виливків. Зачистка наждаком виливків здійснюється на односторонніх копіювально-шліфувальних верстатах. Забарвлення виливків здійснюється методом занурення з наступним сушінням в сушильній камері.

Привідний вал пасової передачі виготовляють методом точіння на токарних верстатах. Із круглого прокату точать задані діаметри від найбільшого, проточують канавки, знімають фаски, відрізають. На фрезерному верстаті виготовляють шпонкові пази. Перед обробкою циліндричної поверхні підрізають торці. Операція проводиться підрізним різцем з подачею в двох напрямках. Жолобники (заокруглення між ступенями) виконують прохідним різцем з одночасною поперечною і поздовжньою подачею. Радіус галтелі залежить від діаметра ступені. Канавки проходяться поперечною подачею фасонного різця з ріжучою частиною рівній ширині канавки. Широкі канавки виконують у два прийоми: поперечною і поздовжньою подачі. Для відрізки готової деталі встановлюють відрізний різець і застосовують поперечну подачу. При цьому, для отримання чистого зрізу краще використовувати різець з похилою ріжучою крайкою. Пряма крайка руйнує зріз і потрібно подальша підрізування торця.

Шпонкові зовнішні пази на валу призначені під шпонки. Шпонковий паз виконуються на горизонтально-фрезерних або на вертикально-фрезерних верстатах загального призначення. Шпонковий паз обробляють кінцевою фрезою з поздовжньою подачею за один прохід або кілька проходів. Фрезерування кінцевою фрезою за один прохід проводиться таким чином, що спочатку фреза при вертикальній подачі проходить на повну глибину

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

канавки, а потім включається поздовжня подача, з якої шпонкова канавка фрезерується на повну довжину. При цьому способі потрібно потужний верстат, міцне кріплення фрези і рясне охолодження. Внаслідок того, що фреза працює в основному своєю периферійною частиною, діаметр якої після заточки кілька зменшується, в залежності від числа переточувань фреза дає неточний розмір канавки по ширині.

Для отримання по ширині точних канавок застосовуються спеціальні шпонково-фрезерні верстати з маятниковою подачею, що працюють кінцевими двухспіральними фрезами з лобовими ріжучими крайками. При цьому способі фреза врізається на ту ж глибину, як і в попередньому випадку, і фрезерує канавку знову на всю довжину, але в іншому напрямку. Звідси і відбувається визначення методу – маятникова подача. Цей метод є найбільш раціональним для виготовлення шпонкових канавок в серійному і масовому виробництві, так як дає точний розмір паза, що забезпечує взаємозамінність в шпонкових з'єднань.

Крім того, оскільки фреза працює лобовою частиною, вона буде довговічніше, так як зношується не периферійна її частина, а лобова. Недоліком цього способу є значно більша витрата часу на виготовлення паза в порівнянні з фрезеруванням за один прохід. Звідси впливає наступне: 1) метод маяткової подачі треба застосовувати при виготовленні пазів, які потребують взаємозамінності; 2) фрезерувати пази в один прохід потрібно в тих випадках, коли допускається пригонка шпонок по пазам.

7.1 Технологічний процес зборки трубного кульового млина

Монтаж конічного кульового млина починають з установки підшипників з направляючими конусами барабана на прийнятні і підготовлені фундаменти. При відстані між підшипниками до 3 м їх вивірка проводиться за допомогою рівня і контрольної лінійки; при більшій відстані – за допомогою нівеліра або гідростатичного рівня. Точність установки

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підшипників по висоті відносно один одного при вивірці за рівнем – 2-3 поділки рівня з ціною поділки 0,1 мм на 1 пог. м, а при вивірці по нівеліру і гідростатичному рівню 1-1,5 мм.

Після установки підшипників проводиться монтаж конусів і зварювання барабана за описаною вище технологією:

- 1) стропят конуси кульового млина;
- 2) здійснюють підйом і переміщення конусів до їх співвісного розміщення щодо осі циліндричної частини барабана кульового млина;
- 3) утримують конуси натягом строп до гарантованого примикання їх до торця циліндричної частини барабана;
- 4) утримують конуси в підвішеному стані регульовальним пристроєм і одночасно встановлюють зазор між крайками деталей, що зварюються;
- 5) замикають зварювальну ланцюг за допомогою подачі в зазор присадочного матеріалу;
- 6) пропускають струм високої частоти;
- 7) розігривають кромки не вище температури переходу перліту в аустеніт і заповнюють зазор розплавленим матеріалом;
- 8) утримують конуси кульового млина на термокомпенсаторі зважаючи на різні коефіцієнти розширення матеріалів деталей, що з'єднуються;
- 9) проводять термічну обробку отриманого з'єднання з витримкою не менше 70-80 хв. при нагріванні сполуки до 763°C і повільному подстужуванні з'єднання до робочої температури 450°C галтовочного барабана протягом 90-100 хв.

Далі проводиться установка приводного вала з шківками, редуктора і двигуна.

Після установки приводу проводиться футерування барабану броньовими плитами. Барабан повертають, поки люк не опиниться збоку. Через люк подають броньові плити і кріпильні болти і футерують ними барабан до середини діаметру, починаючи знизу. Після цього барабан повертають на 180 ° і проводять установку інших плит. Всі кріпильні болти

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.034.00.000 ПЗ				

повинні мати контргайки або пружинні шайби, що оберігають гайки від мимовільного отвертання.

Слід врахувати, що при великій вазі броньових плит вони при описаному способі навішування можуть створити момент, який привід млина не в змозі буде подолати, тому необхідно попередньо шляхом розрахунку переконатися, що створюваний накладеними до половини діаметра плитами момент принаймні на 20 - 25% менше моменту, створюваного приводом. В іншому випадку укладання плит слід проводити не по всій довжині барабана, а частинами.

Після навішування броньових плит проводиться установка завантажувального і розвантажувального пристроїв та монтаж системи мастила.

Випробування кульового млина починають з випробування редуктора, який обкатують протягом 3-4 годин. Потім редуктор з'єднують з приводним валом і випробують млин без тіл, що мелють протягом 4 годин. Попередньо повинна бути випробувана і залита свіжим маслом мастильна система.

Після усунення всіх виявлених дефектів проводиться завантаження млина помельними тілами і його випробування протягом 4-8 годин. Після закінчення випробування оглядають і підтягують гайки болтів кріплення броні.

									2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
										61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

8. РЕМОНТ І МОНТАЖ

8.1 Організація ремонтів відділення масозаготівельного цеху

В залежності від розмірів маси та конструктивної складності обладнання практикуються різні способи здійснення ремонтних робіт.

Найбільш досконалим є по-агрегатний спосіб ремонту. Він полягає в тому, що обладнання, яке ремонтується, знімається з фундаменту і відправляється в ремонтно-механічний цех. Цей спосіб створює передумови для зниження його собівартості (особливо трудових витрат), а також скорочує простій технологічних установок в ремонті.

Для ремонту великогабаритного обладнання слід застосовувати великовузловий спосіб проведення ремонтних робіт, при якому зношені вузли замінюються новими, заздалегідь зібраними вузлами. Застосування цього способу можливе тільки при ретельному дотриманні принципу взаємозамінності.

Для унікального обладнання, а також при відсутності умов для перших двох способів проведення ремонту використовують індивідуальний спосіб ремонту. Сутність його полягає в тому, що після розбирання ремонтованих вузлів обладнання зношені вузли і деталі відновлюють за технологією, найбільш придатною в даному випадку. Широке застосування запасних частин при цьому є надійною основою для скорочення термінів ремонту.

На ПАТ " СЗВІ " існує децентралізована форма організації праці. Всі види ремонту виконуються в самих цехах бригадою ремонтно-механічного цеху.

У масозаготівельному цеху ремонт проводиться як бригадою ремонтно-механічного цеху, так і бригадою масозаготівельного цеху. За обладнанням стежать змінні слюсаря (чергові).

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ремонтна бригада масозаготівельного цеху складається з слюсарів-ремонтників, в основному 3, 4 і 5 розрядів. Бригада ділиться на дві ланки. Одна ланка виконує один вид робіт, інша – інший. Якщо однієї ланки недостатньо для виконання свого виду робіт, демонтажу тягової механічної частини апарату, то обидві ланки об'єднуються і виконують ремонт разом. При ремонтній бригаді є зварювальник, який при необхідності виконує зварювальні роботи, пов'язані з ремонтом обладнання.

8.2 Види ремонтних робіт, міжремонтне обслуговування кульового млина

Існують наступні види ремонтних робіт: капітальний, поточний, поточне обслуговування, огляд.

Технічне обслуговування здійснюється експлуатаційним і обслуговуючим черговим персоналом під керівництвом начальників змін у відповідності з діючими на підприємстві інструкціями по робочих місцях і регламентах.

Залежно від характеру і обсягу проведених робіт ГОСТ 13322-92 передбачає щозмінне і періодичне технічне обслуговування.

У проектованому відділенні масозаготівельного цеху передбачено щозмінне технічне обслуговування.

У щозмінне технічне обслуговування входять наступні основні роботи: обтирання, чистка, регулярний поточний огляд, змащування підтяжка сальників, перевірка стану масляних і охолоджуючих систем підшипників, спостереження за станом кріпильних деталей, з'єднань і їх підтягування, перевірка справності заземлення, усунення дрібних дефектів, перевірка стану огорожень з метою забезпечення безпечних умов праці.

Поточний ремонт передбачає наступний перелік робіт: проведення операцій періодичного огляду, заміна швидкозношуваних деталей і вузлів, ремонт футеровок і антикорозійних покриттів, фарбування; заміна набивань

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сальників і прокладок, ревзія арматури, повірка на точність, ревзія електрообладнання.

Капітальний ремонт передбачає: часткове, а в разі потреби і повне розбирання обладнання.

В обсяг капітального ремонту входять наступні основні роботи: заміна або відновлення всіх зношених деталей і вузлів; повна або часткова заміна ізоляції, футеровки, протикорозійний захист, вивірка і центрування машин; післяремонтне випробування.

У процесі роботи млина відбувається знос броні барабана в результаті стиральної і ударної дії сировини, що переробляється і молольних тіл, а також знос ремінної передачі, вкладишів підшипників барабана. Крім цього пошкоджуються численні болти кріплення броньових плит. Всі ці деталі вимагають періодичного відновлення або заміни. Також вимагають заміни молольні тіла, що інтенсивно зношуються і не відносяться до змінних деталей. Підтримування постійного об'єму молольних тіл в барабані проводиться в процесі експлуатації.

Поточний ремонт кульового млина полягає в частковій заміні або наплавленні броні (до 20 % всіх плит) і підтягуванні болтів. Разом з цим проводиться ущільнення сальників цапф, перевірка зазору в підшипниках, чищення і промивання мастилосистеми та поточний ремонт редуктора. Періодичність поточних ремонтів визначається швидкістю зносу броні, що залежить від абразивних властивостей оброблюваних матеріалів. Пробіги між поточними ремонтами коливаються в досить широких межах – від 500 до 1000 годин з простоєм на ремонті на протязі 2 – 4 змін.

Капітальний ремонт проводиться через 3-4 роки і передбачає повну заміну броні, відновлення або зміну бандажа, перезаливання або наплавлення вкладишів підшипників і ремонт масляного насоса з системою маслопроводів. Простій на капітальний ремонт складає 15 – 25 діб.

Технічне обслуговування проводиться кожну зміну. Проводиться огляд ремінної передачі, змащування, усунення дрібних дефектів.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Броньові плити відливають з вибіленого чавуну, вуглецевої або марганцевистої сталі. Наплавлення робочої поверхні плит комбінованим сталінітовим шаром слід розглядати як необхідний захід, оскільки зносостійкість спрямованих плит в 3-5 рази перевищує середню стійкість сталевих броні

Вкладиші підшипників виконують з двох половин і заливають бабітом. Ще більшого ефекту можна досягти напилюванням сплаву свинець - алюміній за допомогою металізатора.

Розбирання млина на капітальний ремонт складається з наступних основних операцій:

- розвантаження куль;
- знімання ременів з млина;
- видалення броньових плит;
- зняття кришок підшипників цапф барабана і підйом барабана на викладку з колод;
- розбирання приводу для заміни шківів, ремонту валу і підшипників;
- розбирання на ремонт комплектуючих частин установки: редуктора, муфт, двигуна і так далі.

Розбірні операції, пов'язані з необхідністю підйому і переміщення великогабаритних і важких вузлів та деталей здійснюються установкою тимчасового крана-укосини з кішкою і п'ятитонної талі для підйому кришок підшипника, підйому приводного валу і т. п.

Підйомна сила барабана вибирається за вагою барабана, але без куль і продукту, тобто становить сумарно 40-60 тонн.

Збирання млина по закінченні ремонту, його найважливіших частин відбувається в зворотному порядку.

Випробування млинів по закінченні складання і центрування всіх вузлів і механізмів здійснюється протягом 3-4 годин, але без куль. Випробування з кулями триває протягом зміни, причому кулі завантажуються в 4-5 прийоми.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Всі види ремонтів повинні виконуватися справним травмобезпечним слюсарним інструментом. Роботи, пов'язані з переміщенням вантажів, здійснюються сталевими канатами ГОСТ 2688-80 типу ЛК, підвішування гакове, на діючому технологічному мостовому крані.

8.3 Обсяг ремонтних робіт

Періодичність ремонту визначає час між двома сусідніми ремонтами.

Різні деталі зношуються з різним ступенем, причому гранично допустимі зноси неоднакові у різних деталей. Тому одні деталі замінюються частіше, інші рідше, трудомісткість заміни деталей різна.

Кількість ремонтів на рік по кожному виду ремонту розраховується за формулою:

$$n = \frac{8640 \cdot N \cdot K_a \cdot a}{\text{Ц}}, \quad (8.1)$$

де N – кількість одиниць однотипного обладнання, що знаходиться в експлуатації;

8640 – тривалість міжремонтного циклу;

K_a – коефіцієнт використання обладнання в часі;

a – відповідна кількість поточних і капітальних ремонтів в міжремонтному циклі;

ц – міжремонтний цикл.

Кількість капітальних ремонтів за рік на одиницю обладнання:

$$n'_{\text{рем.т}} = \frac{T_k}{T_{\text{ц}}}, \quad (8.2)$$

де $T_k = 8640$ – календарний фонд робочого часу в ППР, година;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість між циклами.

$$n'_{\text{рем.т}} = \frac{T_k}{T_{\text{т}}} - 1, \quad (8.3)$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $T_T = 2880$ – час міжремонтного циклу поточних ремонтів, година;

$$n'_{\text{рем.Т}} = \frac{8640}{2880} - 1 = 2$$

Знаходимо кількість капітальних ремонтів:

$$n = \frac{8640 \cdot 2 \cdot 0,78 \cdot 1}{25920} = 0,52$$

Приймаємо один капітальний ремонт на два роки.

Знаходимо кількість поточних ремонтів:

$$n = \frac{8640 \cdot 2 \cdot 0,78 \cdot 2}{25920} = 1,04$$

Приймаємо один поточний ремонт на рік.

Таким чином, капітальний ремонт кульового млина буде проводитися рідше.

8.4 Сіткове планування капітального ремонту кульового млина типу ШБМ - 370 - 8 – 50

Система сіткового планування та управління включає в себе комплекс розрахункових методів, організаційних заходів та контрольних прийомів. Вона забезпечує оперативний аналіз складних програм і управління ними за принципом провідної ланки. Основний інструмент сіткового планування і управління - сітковий графік, графічне зображення паралельно-послідовного способу виконання певного комплексу робіт, що показує їх логічну послідовність і взаємозв'язок .

В умовах ремонту обладнання, застосування сіткового планування дає великий економічний ефект, знижується трудомісткість, вартість і час простою в ремонті.

Перелік і трудомісткість робіт з ремонту кульового млина зводимо в табл. 4.1

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

9.1. Охорона праці

9.1.1 Небезпечні й шкідливі виробничі фактори на проектованому виробництві

В даному розділі дипломного проекту розглядаються основні питання охорони праці для умов виробництва фарфорових ізоляторів І4-80 УХЛ,Т2.

Технологічний процес складається з наступних основних стадій:

- помел вихідних компонентів;
- приготування маси і вакуумування;
- формування ізоляторів;
- сушка і глазурування;
- армування і шліфування;
- механічні і електричні випробування;
- випал.

Все основне і допоміжне обладнання для технологічного процесу передбачається встановити у будівлі цеху. Для виробництва фарфорових ізоляторів характерні наступні небезпеки:

- пил пегматиту, польового шпату, доломіту, піску, черепа, глини, каоліну;
- надлишкові тепловиділення біля сушарок і тунельних печей;
- підвищена вологість при формуванні, глазуруванні і шліфуванні ізоляторів;
- застосування природного газу в якості палива;
- застосування теплової і електричної енергії;
- застосування підйомно-транспортного обладнання, а також обладнання з рухомими і обертовими частинами (електротельфери, мішалки, дробарки, млини).

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.2. Класифікація й категорійність виробництва і його проєктованих приміщень

Таблиця 9.1 – Характеристика речовин, які використовуються у виробництві фарфорових ізоляторів

№ з/п	Речовина	Агрегатний стан	Щільність т/м ³	ГДК в робочій зоні мг/м ³	Клас небезпеки	Токсичні властивості, характер дії на організм людини	Межа вибуховості, % (об.)		Характер дії на обладнання
							нижня	верхня	
1	Природний газ	Безбарвний газ	0,69	300 (в перерахунку на С)	IV	Визиває задуху	4,5	13,5	-
2	Крейда	білий порошок	2400	5	IV	Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів	-	-	Має абразивні властивості
3	Каолін	кремовий порошок	2600	4	IV	Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів	-	-	Має абразивні властивості
4	Глина	жовтий порошок	2200	5	IV	Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів	-	-	Має абразивні властивості
5	Пегматит	сірий порошок	2700	2	IV	Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів	-	-	Має абразивні властивості

9.1.3. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Електробезпека

Для живлення електричного обладнання в цеху, що реконструюється, передбачається застосування електричної мережі трифазного електричного струму з ізольованою нейтраллю, робоча напруга 380 - 220 В.

За безпекою поразки електричним струмом виробничі приміщення відносяться до категорії особливо небезпечних, оскільки у виробничих приміщеннях є вогкість і струмопровідна підлога.

Передбачаються наступні основні заходи по захисту обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом: всі струмоведучі частини електрообладнання огорожені, кабелі розміщені в металевих трубах і металевих рукавах; струмовий і тепловий захист; захисне заземлення металевих корпусів електроустановок.

Вентиляція виробничих приміщень

Оскільки у виробничих приміщеннях можливі значні тепло- і пиловиділення, то в усіх виробничих приміщеннях передбачається механічна вентиляція (загальнообмінна, локальна, аварійна).

Загальнообмінна вентиляція передбачається припливно-витяжною. Для припливної вентиляції передбачені вентилятори Ц4-70, для витяжної – К43-90. Локальна вентиляція у вигляді зонтів передбачається поруч з дробильно-помольним обладнанням на масозаготівельній ділянці.

В сушильно-пічному відділенні передбачається аварійна витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну 6.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метеорологічні умови

Всі роботи, які здійснюються в цеху, по тяжкості відносяться до категорії фізичних робіт середньої тяжкості – Па, оскільки вони відносяться до робіт, які пов'язані з постійною ходьбою і до робіт, які виконуються стоячи або сидячи, але не потребують переміщення тягарів.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 передбачаються наступні метеорологічні умови для робочої зони виробничих приміщень:

у холодний період:

- температура 17 – 23 °С ;
- відносна вологість, не більше 75%;
- швидкість руху повітря, не більше 0,3 м/с.

у теплий період:

- температура 17-27 °С;
- відносна вологість, не більше 75%;
- швидкість руху повітря 0,2 – 0,4 м/с.

Освітлення

Місто Слов'янськ знаходиться в IV поясі світлового клімату, в зоні з нестійким сніжним покривом.

У зв'язку з повною механізацією і частковою автоматизацією технологічного процесу робота персоналу полягає в загальному постійному спостереженні за ходом технологічного процесу і за зоровою характеристикою відноситься до розряду VIII, підрозряду «а».

У виробничих приміщеннях у світлий час доби передбачається природне освітлення, у темний час доби – штучне.

Природне освітлення бічне, стрічкове. Величина нормованого значення коефіцієнта природної освітленості визначається з вираження:

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$e^{IV} = e^{III} \cdot m \cdot c, \quad (9.1)$$

де $e^{III} = 0,3$ – КПО для III пояса;

$m = 0,9$ – коефіцієнт світлового клімату;

$c = 0,8$ – коефіцієнт сонячності клімату.

Штучне освітлення – загальне за допомогою світильників типу ППД – 200 з лампами накаливання потужністю 200 В. Нормована освітленість 75 лк.

Передбачається аварійне освітлення від автономного джерела живлення, норма освітленості не менш 5 % від рівня загального освітлення.

Шум, вібрація і заходи захисту від них обслуговуючого персоналу

Потенційними джерелами шуму і вібрації у виробництві фарфорових ізоляторів є наступне обладнання:

- насоси;
- вентилятори і димососи;
- дробарки і кульові млини.

Для захисту персоналу передбачаються наступні основні заходи:

- встановлення віброактивного обладнання на масивні фундаменти з віброгасильним пристроєм (дробарки, грохоти, млини, вентилятори, насоси);
- застосування шумопоглинальних кожухів на приводах обладнання;
- винесення шумного обладнання в окремі ізольовані приміщення або за межі виробничих приміщень;
- дистанційне управління обладнанням.

Пожежна безпека технологічного процесу

Потенційними джерелами пожежі в даному виробництві можуть бути:

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- природний газ, що використовується в якості палива;
- електрообладнання;
- паливно-мастильні матеріали.

Пожежі можуть виникати за наступними причинами:

- несправність і аварії електрообладнання;
- високі температури ведення технологічного процесу;
- удари блискавки.

Згідно СНиП 2.09.02-85 приміщення відділення масозаготівельного відділення відноситься до категорії «Д», оскільки в ньому обертаються неспалимі речовини і матеріали в холодному стані.

Приміщення сушильно-пічного відділення відносяться до категорії «Г», оскільки в ньому знаходяться речовини в розпеченому стані і природний газ, що спалюється у вигляді палива.

Промислова будівля виконана зі збірних залізобетонних конструкцій павільйонного типу, одноповерхова висотою 12 м і відноситься до II ступеня вогнестійкості за СНиП 2.01.02-85.

В будівлі обладнання розміщується на робочих площадках. З будівлі цеху є по два евакуаційних виходи з кожного відділення і один прохід між відділеннями. Віддалення робочих місць від евакуаційних виходів не перевищує 30 м.

Згідно ПУЕ виробничі приміщення за пожежонебезпечністю не класифікуються.

Засоби гасіння і виявлення пожеж

Передбачені наступні засоби пожежогасіння:

- зовнішній пожежний водопровід з пожежними гідрантами, розташованими по периметру будівлі на відстані 5 м від стін;

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- внутрішній пожежний водопровід з пожежними кранами, встановленими на відстані 40 м друг від друга на висоті 1,35 м від підлоги. Довжина пожежних рукавів – 20 м, діаметр – 50 мм;
- пожежні щити з протипожежним інвентарем (цебро, багри, лопати і т.д.);
- вогнегасники типу ВХП - 10 і ВВ - 5.

В якості пожежного зв'язку і сигналізації передбачається телефонний і селекторний зв'язок, а також електрична пожежна сигналізація з ручним включенням.

Захист від блискавки

Інтенсивність грозової діяльності у місті Слов'янську становить 60-80 годин на рік. Оскільки будівля має II ступінь вогнестійкості, а виробничі приміщення відносяться до пожежонебезпечних, передбачається III категорія за пристроєм блискавкозахисту.

У відповідності з РД 34.21.122 – 87 очікувана кількість ударів блискавкою на рік в будівлі і споруди складає:

$$N = [(S + 6H) \cdot (L + 6H) - 7,7H^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (9.2)$$

де $S = 24$ – ширина будівлі цеху, м;

$L = 120$ – довжина будівлі цеху, м;

$H = 12$ – висота будівлі цеху, м;

$n = 5,5$ – середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км^2 земної поверхні для м. Слов'янська.

$$N = [(24 + 6 \cdot 12) \cdot (120 + 6 \cdot 12) - 7,7 \cdot 12^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,95$$

Оскільки $N < 1$, то необхідний тип зони захисту будівель – зона «Б».

Захист від прямих блискавок буде здійснюватися стрижневими блискавковідводами, які встановлюються на даху.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.4. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних факторів при ремонті технологічного обладнання

Передбачається проведення ремонтів і оглядів обладнання відповідно до графіків ПЗР і ППС. Огляди проводяться щомісяця обслуговуючим персоналом. Перед проведенням ремонту проводиться інструктаж з техніки безпеки з ремонтними бригадами.

При проведенні ремонтних робіт треба дотримуватися загальних заходів безпеки: роботи проводяться бригадою в складі не менше двох чоловік з кваліфікацією не менше 4 - 6 розрядів; робітники повинні бути забезпечені захисними засобами і запобіжними пристроями; роботи повинні виконуватися при відключеному від електричної мережі і комунікацій та охолодженому до 30 °С обладнанні.

Для зупинки на ремонт, пуску в роботу після ремонту агрегату, працюючого на природному газі, оформляється наряд - допуск з вказівкою осіб, відповідальних за проведення ремонту, а також об'єму та строків виконання робіт.

При виборі конструкційних матеріалів враховувалося, що вони будуть працювати в умовах, які вимагають підвищеної механічної міцності, оскільки використовується сировина має абразивні властивості і підвищені вимоги до якості продукції (відсутність домішок заліза). Основне обладнання передбачається виконати зі Ст. 3. Відстійники шлікеру, басейни глазури всередині футеровані керамікою, трубопроводи для перекачування шлікеру виконані зі сталі X18Ni07.

Для захисту від корозії обладнання і комунікації покриваються емаллями та олійними фарбами.

Герметичність обладнання забезпечується застосуванням фланцевих з'єднань з ущільненнями із пароніту і гуми. Для ущільнення валів передбачені чепцеві ущільнення.

В даному виробництві передбачені наступні засоби запобіжної техніки:

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- огороження обертових і рухомих частин кожухами;
- сходи, оглядові площадки і монтажні прорізи мають поруччі висотою 1 м з відбортовкою 0,15 м;
- відсікач газу, встановлений на пальниках тунельних печей (у випадку відриву полум'я від пальника припиняється подача газу);
- обмежники підйому і гальмівні пристрої мають кран-балки, електротельфери;
- звукова і світлова сигналізація для контролю за роботою обладнання.

9.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

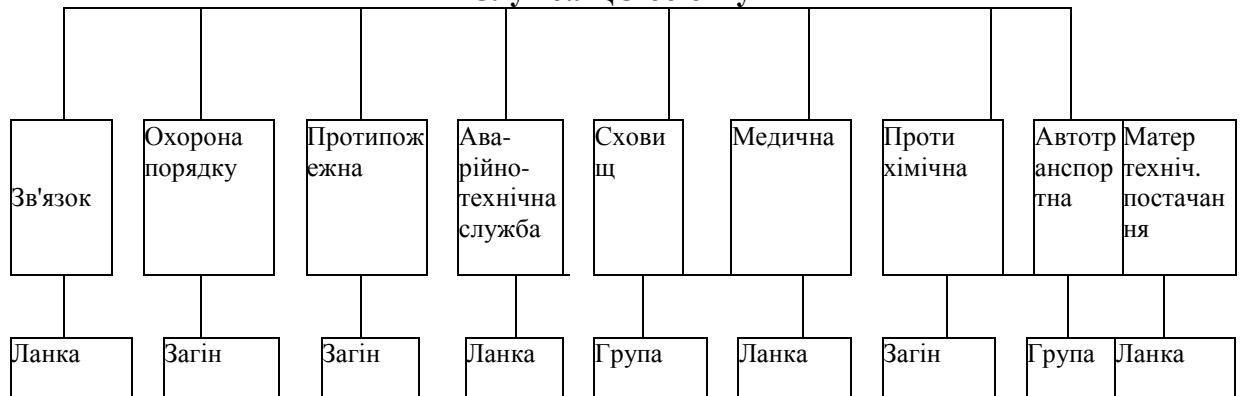
9.2.1. Організаційна структура цивільної оборони виробництва фарфорових ізоляторів

Для забезпечення виконання заходів щодо цивільного захисту на об'єкті створюються штаб і служби цивільної оборони. Роботу штаба цивільного захисту очолює начальник штаба цивільного захисту, який є заступником начальника цивільного захисту об'єкта і відповідає за виконання покладених на штаб завдань. На об'єктах створюються служби цивільного захисту. Схема організації цивільного захисту на рис. 9.1

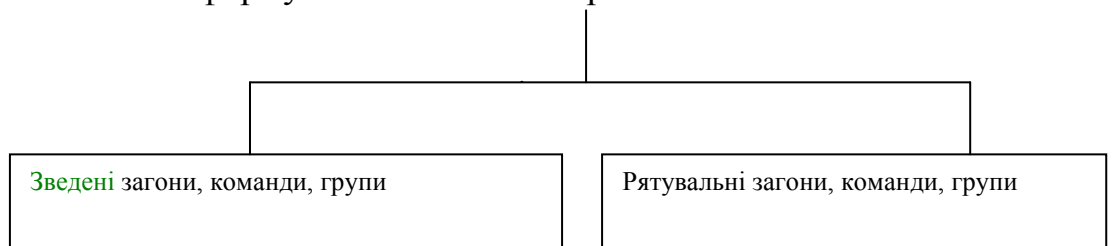
					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76



Служба ЦО об'єкту



Об'єктні формування спільного призначення



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.034.00.000 ПЗ

Арк.

77

9.2.2. Основні техногенні небезпеки на об'єкті

Основними шкідливостями на даному підприємстві є:

- пи́л (пегматиту, польового шпату, доломіту, піску, каоліну, черепа, глини);
- несприятливі метеорологічні умови на окремих робочих місцях (надлишкове тепловиділення);
- шум і вібрація.

Пил речовин, що використовуються у виробництві фарфорових ізоляторів, подразнює слизуваті оболонки верхніх дихальних шляхів людини та за ступенем впливу на організм людини відноситься до 4-го класу (малонебезпечні речовини). ГДК нетоксичного пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень не повинна перевищувати 10 мг/м^3 , а при вмісті в ній кварцу в кількості понад 10 % – до 2 мг/м^3 .

Виробництво фарфорових ізоляторів за санітарною кваліфікацією, згідно СН 245-71 відноситься до IV класу, ширина санітарно-захисної зони складає 100 м.

9.2.3. Індивідуальні й колективні засоби захисту

Фарбування приміщень і обладнання. Сигнальні кольори і знаки безпеки

Передбачається фарбування виробничих приміщень у наступні кольори:

- стелі – у білий;
- стіни – у світло-сірий;
- дробильно-помольне обладнання – у кремовий;
- вантажопідйомні механізми і транспортери – у жовтий з чорними смугами;
- насосно-компресорне обладнання – у зелений.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фарбування основного обладнання передбачається в салатний колір.

Матеріальні трубопроводи передбачається пофарбувати в наступні кольори:

- пари – у червоний;
- мастила – у коричневий;
- води – у зелений;
- природного газу – в жовтий.

В цеху передбачається розмітка руху в виробничих приміщеннях і використання забороняючих, попереджувальних, розпорядчих і вказівних знаків безпеки у відповідності до ГОСТ 12.4.026 – 7511.

Організаційні заходи по попередженню виробничого травматизму

До роботи в цеху допускаються особи чоловічої і жіночої статі у віці не молодше 18 років, які придатні за станом здоров'я, пройшли інструктажі і навчання, допущені до самостійної роботи.

Періодичність професійних медичних оглядів – один раз на рік.

У зв'язку зі шкідливими умовами праці передбачається видача молока.

Спецодяг, спецвзуття. Індивідуальні захисні засоби

Передбачається забезпечення основного персоналу наступним спецодягом, спецвзуттям, захисними засобами:

- бавовняний костюм;
- робочі черевики;
- брезентові рукавиці;
- каска з навушниками типу ВЦН;
- окуляри захисні;
- респіратори протипилові типу «Пелюсток»;
- протишумові вкладиші.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Санітарно - побутове і медичне обслуговування робітників.

Питне водопостачання

Відповідно до СНиП 2.09.04 – 87 приміщення цеху відноситься до групи Іа виробничих процесів, оскільки виробничі процеси здійснюються при несприятливих метеорологічних умовах (надлишки явного тепла, в основному конвекційного).

Масозаготівельне відділення відноситься до групи Іб виробничих процесів, оскільки є присутнім пил малотоксичних речовин, який викликає забруднення рук, спеціального одягу, а в окремих випадках і тіла.

Санітарно-побутові приміщення передбачається розташувати в окремій адміністративно-побутовій будівлі. Передбачається наступний склад санітарно-побутових приміщень:

- гардеробні домашнього і робочого одягу;
- душові і переддушові;
- умивальні;
- туалетні;
- кімната особистої гігієни жінок;
- кімнати відпочинку і прийому їжі;
- медпункт.

В виробничих і санітарно-побутових приміщеннях передбачаються аптечки першої допомоги і носилки.

В усіх виробничих приміщеннях передбачаються фонтанчики з питною водою, а в сушильно-пічному відділенні додатково встановлюються сатуратори з газованою водою.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві фарфорових ізоляторів

Виробничі відходи у вигляді черепа, стружки, отриманої при обточуванні ізоляторів, а також відходи з інших переділів повертаються для переробки у МЗЦ. Тепло відхідних газів з тунельної печі використовується в конвеєрних сушарках.

Механічними і енергетичними джерелами забруднення в цеху є: шокові дробарки і конічні кульові млини, а також ділянка приготування цементно-піщаної маси для армування ізоляторів.

Проектом передбачаються наступні заходи: для усунення джерела шуму виконати футерування в кульових млинах з твердої гуми; покращити герметизацію обладнання; встановити перегородки з шумопоглинальних матеріалів, які відділяють цех від джерела шуму. З метою кращого очищення повітря перед витяжною вентиляцією встановлюють циклон для сухого очищення повітря типу ЦН – 15.

Оскільки у виробничих приміщеннях можливі значні теплові і пиловиділення, то в усіх виробничих приміщеннях передбачається механічна вентиляція. Локальна вентиляція у вигляді зонтів передбачається біля дробильно-помельного обладнання на масозаготівельній ділянці. У сушильно-пічному відділенні передбачається аварійна витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну 6.

Проектом передбачається очищення ретурних і стічних вод.

Ретурні води збираються у басейн і під дією розрядження, що створюється вакуумним насосом, поступають по трубопроводам в змішувачі-відстійники. Одночасно подається поліакриламід і стиснене повітря,

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відбувається процес барботування суспензії і поліакриламідю. По закінченню барботування відбувається коагуляція глинистих часток і випадання осаду. Освітлена вода остаточно освітлюється, проходячи відстійники-мастилоуловлювачі і шар деревної стружки. Процес освітлення триває 10-15 хвилин.

Господарчо-побутові стоки подаються у напірний кільцевий колектор, а потім у міські очисні споруди, що дозволяє скоротити шкідливі викиди у ріку Сухий Торець.

Промислові стоки заводу підлягають механічному очищенню у піскоуловлювачі продуктивністю 700 м³/добу. Очищені стоки скидаються у пойму ріки Сухий Торець. Шкідливі домішки в очищених стоках не перевищують ГДК.

Питна вода поступає на завод з міської системи водопроводу. Питна вода використовується тільки для господарчо-побутових потреб.

Проектом передбачається у всіх виробничих приміщеннях встановити фонтанчики з питною водою.

10.2 Вплив на здоров'я людини

Небезпека шкідливої дії пилу на організм людини залежить від її походження, форми і розміру часток і хімічного складу.

Пил і дія хімікатів спричиняють за собою підвищений ризик респіраторних симптомів і захворювань, який варіюється залежно від місцевих умов і оброблюваних культур. Наприклад, в сухому кліматі неорганічний пил викликає хронічний бронхіт і захворювання легенів.

Характер дії на пилі залежить від ряду чинників : форми порошинок, її дисперсності, хімічного складу. Дисперсність грає велику роль при гігієнічній оцінці пилу. Розмір заповишених часток істотно впливає на

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тривалість перебування їх в зваженому стані в повітрі, глибину проникнення в дихальні шляхи, фізико-хімічну активність і інші властивості. Пил має здатність утримуватися довгий час в зваженому стані. У спокійному повітрі значно швидко осідають порошинки розміром 10 мкм і більше.

Порошинки розміром менше 10 мкм осідають повільно і разом з вдихуваним повітрям потрапляють на слизову оболонку дихальних шляхів і частково осідають там. А порошинки розміром до 5 мкм потрапляють в легені, Частки пилу розміром менше 0.1 мкм більшою мірою видаляються з легенів разом з повітрям, що видихається, більші порошинки віддаляються повільно і накопичуються в легенях, приводячи їх до поразки. У розвитку патологічних змін в організмі людини велике значення має як хімічний склад пилу, так і кількість, що міститься в повітрі.

При попаданні пилу в легені розвивається захворювання, що носить загальну назву - пневмоконіоз. Суть цього захворювання полягає в розвитку фіброзу, тобто в заміщенні легеневої тканини сполучною тканиною.

Проявляється він не відразу, а через 5 – 10, іноді через 15 років роботи, пов'язаної з вдиханням пилу кремнезему. Тяжкість захворювання ще посилюється тим, що воно робить вплив на організм в цілому(порушення серцево-судинної системи, центральної нервової системи та ін.). При тривалому вдиханні пилу може спостерігатися також поразка верхніх дихальних шляхів(катар, бронхіт, бронхіальна астма). Пил, осідаючи на шкірі і слизових оболонках очей, може викликати їх роздратування і запальні процеси(екзема і тому подібне).

При попаданні на шкіру порошинки можуть викликати закупорку сальних і потових залоз, а отже, порушити нормальну діяльність шкіри. Тверді порошинки з гострими краями можуть викликати травми очей, шкіри і верхніх дихальних шляхів.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

10.3 Вплив на атмосферу

Шкідлива дія неорганічного пилу не обмежується впливом на здоров'я людини. Атмосфера здатна в деякій мірі самоочищатися від промислових забруднень пилом в результаті осадження твердих частинок, вимивання їх з повітря опадами, розчинення і поглинання шкідливих речовин рослинами.

В даний час процеси самоочищення вже не завжди здатні впоратися зі зростаючим промисловим забрудненням. Забруднюють атмосферу речовини накопичуються, і в деяких районах їх концентрація вже тепер є неприпустимо високою.

Дослідження показали, що загальна запиленість атмосферного повітря за півстоліття значно зросла. Запиленість атмосфери робить складний вплив на клімат. Провідні вчені прийшли до висновку, що частина викидається в повітря промислового пилу (близько 10%) не випадає з атмосфери, а повітряними течіями виноситься в захмарна простір. Пил, винесена вище хмар, не очищається опадами і сприяє замутиненню атмосфери. Вона створює як би екран сонячного світла і змінює відбивну здатність землі. Забруднення атмосфери міст аерозолями і газами призводить до різкого зменшення сонячної радіації.

Ультрафіолетова радіація, що володіє бактерицидною дією, зменшується до 30%, а видима складова сонячної радіації - більш ніж на 50%. При цьому знижується видимість, збільшуються повторюваність туманів, кількість опадів і хмарність, змінюється циркуляція повітряних потоків. Над центром міста утворюється конвективна струмінь, що викликає рух повітряних потоків з периферійних, нерідко промислових, районів до центру міста, що веде до підвищення концентрації шкідливих речовин в центральній його частині.

									Арк.
									84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Захист від пилу в таких виробництвах, як радіо- і електропромисловість, є частиною технологічного процесу.

Пил, що утворюється під час вивантаження транспорту і переробці сипучих навалювальних вантажів, забруднює територію, що примикає до місця вивантаження, і виробничі приміщення і для її прибирання потрібні додаткові непродуктивні витрати праці.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

11. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи

Для забезпечення заданої продуктивності було спроектовано конічний кульовий млин, яке має ряд переваг: довгий термін експлуатації, високу якість, економічність, простота монтажу, демонтажу, налагодження і роботи, високу продуктивність

11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів

Початкові дані.

За базу порівняння прийняті дані виробництва на підприємстві ПАТ " СЗВІ ".

Таблиця 11.1 - Показники виробництва фарфорових ізоляторів, що діє, на підприємстві.

Показник	Од. вим.	Значення
Виробнича потужність на виробництві, що діє	млн шт	1,95
Проектна виробнича потужність		2,2
Вартість основних виробничих фондів	грн.	2898514,6
у тому числі:		
машини і устаткування		892458,5
будівлі, споруди передавальні пристрої		2056048,2
Спільна чисельність персоналу	осіб	270
у тому числі:		
керівники		25
фахівці		18
службовці		10
основні робітники	217	
Ціна 1 тонни продукції	грн./ шт	80

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Таблиця 11.2 - Графік планово-попереджувальних ремонтів на проектованому виробництві.

Вид ремонту	Нормативний ресурс, годин	
	Між ремонтами	У ремонті
Капітальний	8640	336
Поточний	3600	48

Таблиця 11.3 - Витрати на виробництво фарфорових ізоляторів.

Найменування статті витрат	Од.вим	Витрати на одиницю продукції	Витрати на весь випуск
Сировина і матеріали:	грн.	415,12	622680000
Допоміжні матеріали	грн.	0,06	90000
Енерговитрати	грн.	101,6	152400000
Енерговідходи	грн.	1,93	5587350
Зарплата основна	грн.	7,56	11340000
Витрати на ремонт, утримання і експлуатацію устаткування	грн.	37,10	55650000
Загальновиробничі витрати	грн.	28,93	43395000
Загальногосподарські витрати	грн.	7,8	11700000
Виробнича собівартість	грн.	580	900150000

11.3. Розрахунок річної виробничої потужності

Річну виробничу потужність визначаємо по формулі:

$$M_{\Gamma} = N \cdot g_{\text{ч}} \cdot T_{\text{эф}}, \quad (11.1)$$

де M_{Γ} – величина річної виробничої потужності;

N – кількість паралельно працюючих однойменних одиниць устаткування;

$g_{\text{ч}}$ – годинна продуктивність устаткування;

$T_{\text{эф}}$ – ефективний фонд робочого часу, г.

$$T_{\text{эф}} = T_{\text{к}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{техн}} \quad (11.2)$$

де $T_{\text{к}} = 8760$ ч – фонд календарного часу;

$T_{\text{рем}}$ – планова сумарна тривалість простоїв протягом року;

$T_{\text{техн}}=0$ – тривалість технологічних простоїв, що регламентується, за рік.

$$T_{\text{рем}} = \sum_{\Gamma}^m n_{\Gamma} \cdot t_{\text{рем}}, \quad (11.3)$$

де m – кількість видів ремонтів в міжремонтному циклі;

n_{Γ} – кількість кожного виду ремонтів за рік;

$t_{\text{рем}}$ – планова тривалість простою в кожному виді ремонтів.

Кількість капітальних ремонтів:

$$n_{\text{к}} = \frac{8760}{8640} = 1 \text{ капітальний ремонт на рік}$$

Кількість поточних ремонтів:

$$Z = \frac{T_{\text{Р.Ц}}}{T_{\text{М.Р.ц}}} - 1 = \frac{8640}{3600} - 1 = 1,5$$

$$n_{\text{T}} = \frac{T_{\text{кал}} \cdot Z}{T_{\text{Р.Ц.}}} = \frac{8760 \cdot 1,5}{8640} = 1,5 \text{ поточних ремонтів в рік}$$

$$T_{\text{рем}} = 6 \cdot 48 + 6 \cdot 312 = 348 \text{ годин}$$

$$T_{\text{эф}} = 8760 - 348 = 8412 \text{ годин}$$

$$M_{\Gamma} = 1 \cdot 178,3 \cdot 8412 = 2000000 \text{ т/рік}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Річний обсяг проектового виробництва приймаємо на рівні розрахункової річної виробничої потужності:

$$Q_1 = M_r, \quad (11.4)$$

$$Q_1 = 2200000 \text{ т/рік}$$

Індекс обсягу випуску продукції

$$I_Q = I_{T_{\text{вб}}} \cdot I_q = \frac{Q_1}{Q_0} \quad (11.5)$$

$$I_Q = \frac{2200000}{1950000} = 1.03$$

тоді

$$\Delta Q = Q_1 - Q_0 \quad (11.6)$$

або

$$\Delta Q = (I_Q - 1) \cdot 100 \% \quad (11.7)$$

$$\Delta Q = (1,02 - 1) \cdot 100 \% = 2 \%$$

Розрахунок одноразових витрат на впровадження проектованих заходів.

Розрахунок кошторисної вартості впроваджуваного устаткування водимо в таблиці 11.4–11.5.

Таблиця 11.4 – Прейскурантна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Кількість одиниць	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Всього прејскурантна вартість
Конічний кульовий млин	1	180000	180000
Разом			180000

Таблиця 11.5 – Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Додаткові витрати		Всього кошторисна вартість
		Транспортні витрати	Монтаж і установка	
Конічний кульовий млин	180000	6200	7800	194000
Разом				

Вартість устаткування, що виводиться, складає 210000 грн.

$$\Delta S_{об} = (210000 - 194000) = 16000 \text{ грн.}$$

11.4. Аналіз зміни собівартості продукції

Обґрунтування і розрахунок індексів зміни витрат.

З урахуванням проведення упроваджуваних заходів проводимо розрахунок індексів зміни витрат.

Витрата всіх видів матеріально – сировинних і енергетичних ресурсів в порівнянні з виробництвом, що діє, не змінився, отже, їх індекси зміни дорівнюють одиниці.

Одиниці також дорівнюють індекси зміни річних витрат по оплаті праці основних робітників, індекс зміни цехових витрат.

Індекс зміни річних витрат на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування, в т.ч. амортизація на повне відновлення, приймаємо рівним індексу зміни вартості устаткування при впровадженні заходів:

$$I_{рем} = I_{об} = \frac{S_{об(0)} \pm \Delta S}{S_{об(0)}}, \quad (11.8)$$

де $I_{рем}$ – індекс зміни річних витрат на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування, в т.ч. амортизація на повне відновлення;

$S_{об(0)}$ - первинна вартість устаткування на виробництві, що діє:

$S_{об(0)} = 225000$ грн.;

$\Delta S_{об}$ - величина зміни вартості устаткування в проектованому виробництві

$$I_{рем} = I_{об} = \frac{225000 + 16000}{225000} = 1,07$$

Аналіз зміни собівартості продукції.

Розрахунок вироблюваний по калькуляційних статтях з урахуванням зміни їх окремих елементів.

По статтях калькуляції “Сировина і основні матеріали”, “Допоміжні матеріали” і “Енерговитрати” зміна повної собівартості дорівнює нулю.

Зміна собівартості по статті «Оплата праці основних робітників».

$$\Delta C_{опл} = 100 \cdot \left(\frac{I_{ом}}{I_Q} - 1 \right) \cdot d, \quad (11.9)$$

$$\Delta C_{опл} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,02} - 1 \right) \cdot 0,0142 = -0,023\%$$

Зміна собівартості по статті «Витрати на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування» розраховуємо по формулі:

$$\Delta C_{рем} = 100 \cdot \left(\frac{I_{об}}{I_Q} - 1 \right) \cdot d, \quad (11.10)$$

$$\Delta C_{рем} = 100 \cdot \left(\frac{1,07}{1,02} - 1 \right) \cdot 0,062 = -0,30\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальновиробничі витрати»

$$\Delta C_{ц} = 100 \cdot \left(\frac{I_{ц}}{I_Q} - 1 \right) \cdot d, \quad (11.11)$$

$$\Delta C_{ц} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,02} - 1 \right) \cdot 0,048 = -0,94\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальногосподарські витрати»

						2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
							92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$\Delta C_x = 100 \cdot \left(\frac{I_x}{I_0} - 1 \right) \cdot d, \quad (11.12)$$

$$\Delta C_x = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,02} - 1 \right) \cdot 0,013 = -0,025\%$$

Підводимо підсумок сумарної зміни собівартості продукції. Результати зводимо в таблицю 11.6

Таблиця 11.6 – Зниження собівартості продукції.

Статті витрат	Витрати на виробництві, що діє		Зміна витрат		Витрати на проектуваному виробництві, грн/т
	грн/т	пит. вага	%	грн/т	
Сировина і матеріали, напівфабрикати і поворотні відходи	415,12	0,69	0	0	415,12
Допоміжні матеріали	0,06	0,0009	0	0	0,06
Енерговитрати і енерговідходи	103,53	0,172	0	0	103,53
Зарплата основна (з відрахуваннями)	7,56	0,012	-0,023	-0,087	7,47
Витрати на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування	37,10	0,062	-0,30	-0,25	36,85
Загальновиробничі витрати	28,93	0,048	-0,94	-0,47	28,46
Загальногосподарські витрати	7,8	0,13	-0,25	-0,089	7,7
Виробнича собівартість	580	1	-0,075	-1,52	598,6

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

11.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Обсяг випуску продукції:

на базовому виробництві

$$Q_0 = 1950000 \text{ т.}$$

або

$$Q_0 = 195000 \cdot 80 = 516250000 \text{ грн.}$$

на проектованому виробництві

$$Q_1 = 1220000 \text{ т}$$

або

$$Q_1 = 2200000 \cdot 80 = 532500000 \text{ грн.}$$

де 80 грн. – ціна за 1 шт продукції.

На виробництві працюють всього 270 осіб, у тому числі основних робітників 217 осіб.

Продуктивність праці основних робітників визначаємо по формулі:

$$P_T = \frac{Q}{N_{осн}}, \quad (11.13)$$

на базовому виробництві:

$$P_{TO} = \frac{516250000}{217} = 2379032 \text{ грн. / осіб}$$

на проектованому підприємстві:

$$P_{T1} = \frac{532500000}{217} = 2453917 \text{ грн. / осіб}$$

Фондовіддачу визначаємо по формулі:

$$f = \frac{Q}{\Phi_{осн}}, \quad (11.14)$$

де $\Phi_{осн}$ – вартість основних виробничих фондів

$$\Phi_{осн(0)} = 2898514,6 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{осн(1)} = 2913816,5 \text{ грн.}$$

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на базовому виробництві:

$$f = \frac{516250000}{2898514,6} = 178,1 \text{ грн /грн}$$

на проектованому підприємстві:

$$f = \frac{532500000}{2913816,5} = 182,7 \text{ грн /грн}$$

Собівартість одиниці продукції:

на базовому виробництві:

$$C_0 = 580 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$C_1 = 542 \text{ грн/т}$$

Прибуток на одиницю продукції:

на базовому виробництві:

$$\Pi_0 = 3500 - 580 = 2899,9 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$\Pi_1 = 3500 - 542 = 2907,6 \text{ грн/т}$$

Рентабельність витрат на виробництві:

$$P = \frac{\Pi}{C} \cdot 100\%, \quad (11.15)$$

де Π – умовний прибуток на одиницю продукції, грн/т;

C – собівартість, грн/т.

на базовому виробництві:

$$P_0 = \frac{2899,9}{580} \cdot 100\% = 49\%$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = \frac{2907,6}{542} \cdot 100\% = 53\%$$

Річний прибуток:

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Pi_r = Q \cdot \Pi \quad (11.16)$$

на базовому виробництві:

$$\Pi_{r0} = 1950000 \cdot 2899,9 = 4277352500 \text{ грн.}$$

на проектованому підприємстві:

$$\Pi_{r1} = 2200000 \cdot 2907,6 = 4361400000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від зниження собівартості:

$$E_r = \Delta C \cdot Q_1 \quad (11.17)$$

де ΔC – зміна собівартості, грн/т

$$\Delta C = C_0 - C_1, \quad (11.18)$$

$$\Delta C = 580 - 542 = 38 \text{ грн/т}$$

$$E_r = 7,7 \cdot 2200000 = 83600000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від збільшення прибутку:

$$E_{r.\text{приб}} = \Pi_1 \cdot Q_1 - \Pi_0 \cdot Q_0 \quad (11.19)$$

$$E_{r.\text{приб}} = 2907,6 \cdot 2200000 - 2899,9 \cdot 1950000 = 92047500 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 11.7

Таблиця 11.7 - Техніко – економічні показники

Показники	од.виміру	базове	проектоване	зміна показника	
				абс.	%
1. Річний обсяг виробництва продукції					
у натуральному виразі	шт	195000	2200000	250000	11,3
у вартісному виразі	млн.грн.	156	176	20	11,3
2. Річна собівартість виробництва продукції	млн.грн.	885,1	888,6	3,5	3,1

										Арк.
										96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.034.00.000 ПЗ					

3. Річний прибуток від виробництва продукції	млн.грн.	4277	4361	84	1,9
4. Ціна одиниці продукції	грн./шт	80	3500	-	-
5. Собівартість одиниці продукції	грн/шт	580	542	-38	-7
6. Прибуток на одиницю продукції	грн./шт	2899,9	2907,6	7,7	0,26
7. Рентабельність витрат на виробництво продукції	%	48,32	49,08	0,76	-
8. Вартість основних виробничих фондів	млн.грн.	2898	2913	15	0,51
9. Фондовіддача	грн/грн	178,1	182,7	4,6	
10. Рентабельність основних виробничих фондів	%	69,1	73,2	4,1	
11. Чисельність персоналу, у т.ч. основних робітників	осіб	270	270	0	0
	осіб	217	217	0	0
12. Фонд оплати праці	млн.грн.	1,620	1,732	-	-
13. Продуктивність праці основних робітників	т/особа	6797	6912	115	1,6
14. Економічний ефект, у т.ч. від	грн.		92047500		

зниження собівартості продукції			83600000		
15. Строк окупності капітальних витрат	років		1,6		

Розрахунки показують, що введені заходи є економічно ефективними. Річний економічний ефект складає 92047500 грн.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

ВИСНОВКИ

У даному проекті розглянуті і вирішені проблеми реконструкції цеху фарфорових ізоляторів І4-80.1.УХЛ,Т2 із забезпеченням випуску високоякісного продукту, використанням вторинних енергоресурсів, а також зменшенням витрат сировини.

Високоомеханізоване і автоматизоване підприємство, що реконструюється, має ряд переваг в порівнянні з існуючим, здатне збільшити випуск ізоляторів на 10 %.

Спеціальною частиною проекту детально розроблений конічний кульовий млин. Виконаний розрахунок механізмів і деталей млини, що підтверджує достатню міцність і надійність роботи під час експлуатації, що в результаті приведе до поліпшення якості ізоляторів, підвищенню продуктивності праці, поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу.

В проекті розроблена корисна модель «Кульовий млин».

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Масленщиков Г.Н., Харитонов Ф.Я., Костюков Н.С., Пиров К.С. Технология электрокерамики. – М.: Энергия, 1974. – 380 с.
2. Булавин Н.А. Машины и автоматические линии для производства тонкой керамики. – М.: Машиностроение, 1979. – 451 с.
3. Булавин Н.А. Оборудование керамических и огнеупорных заводов. – М.: Высш. шк., 1975. – 327 с.
4. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров. – М.: Высш. шк., 1979. – 344 с.
5. Бюргер И.А. Расчет на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1973. – 393 с.
6. Гезенков П.Г. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1982. – 423 с.
7. Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1975. – 704 с.
8. Абрамом Е.И. Элементы гидропривода. – К.: Техника, 1977. – 319 с.
9. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1973. – 576 с.
10. Лещинский А.А. и др. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
11. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 196 с.
12. Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химических производств. – М.: Машиностроение, 1975. – 454 с.
13. Захаров В.А., Шутенко А.А., Шапоренко О.И. Системы управления окружающей средой. – Донецк: ДонГАУ, 2002. – 47 с.
14. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. – М.: Машиностроение, 1983. – 424 с.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

15. Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М.: Энергоавтомиздат, 1990. – 464 с.
16. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 800 с.
17. Макаров Г.В., Стрельчук Н.А., Кушелев В.П., Орлов Г.Г. Охрана труда в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 568 с.
18. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1972. – 97 с.
19. ГОСТ 12.4.026-76.ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности. – М.: Из - во стандартов, 1979. – 25 с.
20. ПУЭ-85. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 639 с.
21. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Из-во стандартов, 1988. – 75 с.
22. СНиП 2.04.05 - 86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: Стройиздат, 1987. – 96 с.
23. СНиП 2-4-79. Естественное и искусственное освещение /Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
24. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. - М.: Стройиздат, 1988. – 16 с.
25. СНиП 2.01.-02-85. Противопожарные нормы. – М.: Стройиздат, 1986. - 12 с.
26. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания. – М.: Стройиздат, 1986. - 12 с.
27. РД. 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 56 с.
28. Дахно І.І. Право інтелектуальної власності. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 278 с.

										2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
											101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

29. Кузнецов Ю.М. Патентознавство та авторське право. – К.: Кондор, 2005. - 428 с.
30. Сусліков Л.М., Дьордяй В.С. Патентознавство. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.
31. Б.М. Пентюк, І.І. Назаренко, М.М. Вірник. Основи патентознавства та інтелектуальної власності. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 195 с.

					2017.034.00.000 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		