

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

Кофанов В`ячеслав Анатолійович
виконавець

1. Тема проекту
Виробництво молотої крейди потужністю 92 тис. т/рік з розробкою барабанної сушарки. 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	Примітка
	Аналітичний огляд	<i>20.03.2017 р.</i>	
	Технологічна частина	<i>25.03.2017 р.</i>	
	Конструкція та принцип дії апарата	<i>29.03.2017 р.</i>	
	Вибір конструкційних матеріалів	<i>31.03.2017 р.</i>	
	Параметричні розрахунки апарата (матеріальний баланс, технологічний розрахунок, гідравлічний розрахунок, тепловий баланс, тепловий розрахунок)	<i>11.04.2017 р.</i>	
	Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість)	<i>24.04.2017 р.</i>	
	Технологія виготовлення апарата	<i>27.04.2017 р.</i>	
	Ремонт та монтаж апарата	<i>03.05.2017 р.</i>	
	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	<i>04.05.2017 р.</i>	
	Промислова екологія	<i>10.05.2017 р.</i>	
	Техніко-економічні розрахунки	<i>18.05.2017 р.</i>	
	Креслення:		Креслення виконуються поетапно під час проробки розділів поз.5÷12
	Технологічна схема.	<i>16.05.2017 р.</i>	
	Загальний вигляд апарата.	<i>22.05.2017 р.</i>	
	Складальні одиниці. Деталі.	<i>29.05.2017 р.</i>	

Студент _____ Кофанов В.А.
(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	131.027.00.000 ВЗ	Сушарка барабанна	1		A1		
5	A1	2017. 027.00.000 ТЗ	Схема технологічна	1		A1		
6								
7	A4	2017. 027.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	109		A4		
8								
9								
10								
11			<u>Документація</u>					
12			<u>за складальними одиницями</u>					
13								
14	A1	131.027.01.000 ВЗ	Опорна станція	1		A1		
15	A1	131.027.02. 000 ВЗ	Барабан	1		A1		
16	A1	131.027.03. 000 ВЗ	Привід	1		A1		
17	A1	131.027.03.001	Вал проміжний	1		A1		
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
Взам. Инв. №								
	2017.027.00.000ПЗ							
	3	Ар	№ докум.	Підпис	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Кофанов			Виробництво молотої крейди потужністю 92 тис. т/рік з розробкою барабанної сушарки.	Лист	Лис	
	Пров.	Тараненко				Д	1	1
	Н.контр.	Карпюк				СНУ Кафедра МОПП		
	Затв.	Архипов						
Подп. и дата								
Инв. № дубл.								

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 молотої крейди потужністю 92 тис. т/рік з розробкою барабанної сушарки**»

Виконав: студент групи ОХП-163с

Кофанов В.А.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Тараненко Г.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Штонда Ю.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Зміст

Вступ	4
1. Аналітичний огляд	5
1.1 Характеристика молотої крейди.....	5
1.2. Аналіз конструктивних і експлуатаційних параметрів барабанної сушарки.....	5
2. Технологічна частина	8
2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва	8
2.2 Опис технологічної схеми виробництва	9
3. Конструкція та принцип дії обладнання	12
4. Вибір конструкційних матеріалів	14
5. Параметричні розрахунки обладнання	17
5.1. Матеріальний розрахунок виробництва і вибір основного технологічного обладнання.....	17
6. Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість	22
6.1. Матеріальний і тепловий розрахунок сушильного барабану.....	22
6.2. Розрахунок частоти обертання і потужності приводу сушильного барабану.....	31
6.3. Кінематичний розрахунок приводу.....	33
6.4. Міцнісні розрахунки	35
6.5 Висновки за конструкцією і розрахунками сушильного барабану.....	66
7. Технологія виготовлення обладнання.....	67
7.1 Технологічний процес зборки.....	69
8. Ремонт та монтаж обладнання.....	72

9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	78
--	-----------

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	2	Охорона праці	Кобанов				78
Перев.		Тараненко				2	109
Н. контр.		Карпюк			СНУ Кафедра МОПП		
Затв.		Архипов					

2017-07-00.000.ПЗ

Виробництво молотої крейди потужністю 92 тис. т/рік з розробкою барабанної сушарки

9.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях	86
10. Промислова екологія	90
10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві молотої крейди	90
10.2 Вплив на здоров'я людини	92
10.3 Вплив на рослини	92
11. Техніко – економічні розрахунки	95
11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи	95
11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів	95
11.3 Розрахунок річної виробничої потужності	96
11.4 Аналіз зміни собівартості продукції.	99
11.5 Розрахунок техніко-економічних показників	101
Висновки	106
Використана література	107

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

На сьогоднішній день Слов'янський індустріальний союз «Сода» випускає крейду мелену двох модифікацій: крейду природну мелену за ОСТ 21-10-88 і крейду тонкодисперсну – наповнювач для нормопластів. Ці дві модифікації відрізняються тільки розмірами частинок тонини помелу.

Крейда природна мелена застосовується при будівництві та ремонті будівель і споруд, при виробництві скла, скловолокна, керамічних виробів та інших будівельних матеріалів, в хімічній промисловості та побуті. Крейда тонкодисперсна застосовується в якості наповнювача високонаповнених полімерних матеріалів. Використання крейди у виробництві пластичних мас підвищує їх міцність і знижує собівартість цих виробів, а використання такої крейди при виробництві фарб дає можливість розширити колірну гамму фарб.

Природна крейда – тонкозерниста гірська порода білого кольору, що складається з найдрібніших частинок вуглекислого кальцію. Хімічна формула CaCO_3 має стабільний хімічний склад і мало забруднена сторонніми включеннями.

В даний час на Слов'янському індустріальному союзі «Сода» є потужності з випуску крейди меленої і тонкодисперсного наповнювача в обсязі 80 тис. т/рік. З огляду на спад промислового виробництва ці потужності повністю не використовуються, проте, враховуючи майбутнє зростання промислового виробництва, доцільно даним дипломним проектом передбачити збільшення обсягів виробництва на 10-20% з виходом на річну програму випуску 92 тис. т готового продукту.

Так, збільшення обсягів тонкодисперсного наповнювача на 40-60% у виробництві поліхлорвінілових плівок дає зменшення їх вартості на 10-14%, а застосування тонкодисперсних нейтральних наповнювачів у лакофарбовій промисловості знижує витрату лакофарбових матеріалів в 12-14 разів.

Все це говорить про необхідність збільшення виробництва тонкодисперсних наповнювачів і про перспективу їх збуту.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.2 Характеристика молотої крейди

Крейда є осадоною породою білого кольору. Вона не розчиняється у воді, має органічне походження.

При впливі води фізичні властивості крейди починають змінюватися. Зокрема знижується її міцність. Зміни відбуваються вже при 1-2% вологості. При 25-35% в 2-3 рази збільшується міцність на стиск. Разом з цим виявляються інші фізичні властивості крейди. Порода стає пластичною. Це прояв істотно ускладнює процес переробки речовини. В ході цього крейда починає налипати на елементи машин (на ковш екскаватора, стрічковий конвеєр, живильник, кузов транспортного засобу). Найчастіше фізичні властивості крейди (в'язкість і пластичність) не дозволяють здійснювати видобуток з нижніх горизонтів, хоча тут він вважається якісним.

Порода переважно включає в себе карбонатну і некарбонатну частини. Перша розчинна в оцтової та соляної кислоти. У некарбонатних частин присутні оксиди металів, кварцовий пісок, мергелі, глини та ін. Деякі з них нерозчинні в зазначених кислотах. У карбонатній частині 98-99% карбонату кальцію. Кристалічні частинки магнезійного кальциту, сідериту і доломіту утворені карбонатами магнію, які в незначній кількості включені в крейда. Склад і властивості породи виступають в якості критеріїв класифікації.

1.2. Аналіз конструктивних і експлуатаційних параметрів барабанної сушарки

Горизонтальні обертові барабани широко використовуються в промисловості для сушки різних матеріалів. Даний тип сушарок універсальний і надійний в роботі. Їх недолік – громіздкість конструкції, порівняно невисока продуктивність одиниці об'єму.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна частина апарату – барабан, встановлений горизонтально або під невеликим кутом до горизонту. Барабани без сорочок і футеровки використовують в барабанних сушарках, що працюють при невисоких температурах, холодильниках, кристалізаторах з повітряним охолодженням. Барабани, які футеровані всередині вогнетривкою цеглою, застосовують в печах, що працюють при високих температурах. На корпус барабана кріпляться спеціальні бандажі, що передають навантаження від ваги барабана на ролики опорних станцій, на одній з яких встановлюють упорні ролики, які не допускають осьового зміщення барабана. На обох кінцях барабана встановлюють камери для завантаження і вивантаження матеріалу, а також підведення і відведення теплоносія. Барабан може бути порожнистим або мати всередині насадки різної конструкції, що сприяють кращому розподіленню матеріалу по поперечному перетину барабана і більш ефективній теплопередачі. Вибір насадки залежить від умов процесу і властивостей сипучого матеріалу. Для матеріалів, не схильних до розколювання при падінні, встановлюють лопатеву насадку, яка забезпечує підйом матеріалу і його падіння вниз з самої верхньої точки підйому. Для зернистих матеріалів застосовують розподільну насадку. Для дрібних матеріалів, схильних до пилоутворення, використовують перевалочну насадку. Вона складається з окремих осередків малого перетину, матеріал в яких пересипається з невеликої висоти.

Необхідне надійне ущільнення зазору між обертовим барабаном і нерухомою камерою завантаження і вивантаження матеріалу, яке перешкоджає підсмоктуванню газу в апарат, точніше сказати підсмоктуванню атмосферного повітря в апарат. Робота вузла ущільнення ускладнюється значними переміщеннями кінців барабана і неточною формою його зовнішньої поверхні.

Для обертових барабанів застосовують осьове або радіальне ущільнення. Осьове лабіринтове ущільнення складається з двох елементів: один елемент обертається спільно з барабаном, другий елемент знаходиться в

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нерухомому стані. Вузкий зигзагоподібний зазор (лабіринт) викликає великий опір руху газу. Радіальне ущільнення допускає вільне радіальне переміщення кінців барабана. За конструкцією радіальне ущільнення найбільш просте в порівнянні з лабіринтовим. Барабани малого діаметра забезпечуються сальниковими ущільненнями. Живлення обертових горизонтальних барабанів проводиться за допомогою тічок, які проходять через нерухомі кінцеві завантажувальні камери. Розвантаження відбувається через розвантажувальний пристрій.

Барабан приводиться в обертання за допомогою зубчастого вінця , який знаходиться в зачепленні з ведучою шестірнею, з'єднаною через редуктор з електродвигуном. Швидкість обертання барабана залежить від кута його нахилу і тривалості сушки.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва

Метод виробництва молотої крейди обумовлений обраним технологічним обладнанням. Серед основного технологічного обладнання застосовується сушарка барабанна, млин аеробільний, дезінтегратор, сепаратор.

До переваг сушарки барабанної відносять:

- висока продуктивність (сушка відбувається в кілька разів швидше, ніж, наприклад, в шахтних сушарках);
- висока економічність у витратах тепла й електроенергії;
- надійність у роботі;
- простота конструкції і зручність експлуатації;
- універсальність;
- рівномірність нагріву і сушіння частинок за рахунок інтенсивного перемішування матеріалу;
- можливість сушити високо вологий і засмічений матеріал;
- простота монтажу (для запуску в роботу не потрібно капітальних споруд).

До переваг млина аеробільного відносять можливість одночасного подрібнення та сушки матеріалу і забезпечує тонкий помел.

До переваг дезінтегратора відносять:

- гарне перемішування матеріалу;
- забезпечення тонкого помелу;
- високий ККД;
- низькі витрати електроенергії;
- малі габарити;
- легкість обслуговування.

Обрана технологія обумовлена простою і дозволяє отримувати крейду заданого гранулометричного складу. Використання замкнутих систем

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рециркуляції в аеробільному млині і дезінтеграторі дають можливість безпосередньо з потоку виділити готовий продукт і не направляти його на повторне подрібнення. Це підвищує продуктивність подрібнювальних машин. А застосування замість повітря топкових газів в сепараторі і класифікаторі сприяє не тільки їх очищенню від пилу, але і зменшує пиловіднесення всієї системи.

2.2. Опис технологічної схеми виробництва

За своїми фізико-хімічними показниками крейда природна мелена повинна задовольняти вимогам ОСТ 21-10-88. Хімічна формула – CaCO_3 (карбонат кальцію). Молекулярна маса 100,09 г/моль. Щільність крейди складає $2,6 \div 2,9$ г/см³. Насипна маса $0,61 \div 0,64$ г/см³. Розмір часток 40-120 мкм. Вологість 0,5%(мас.).

Сировиною у виробництві крейди є крейдяна крихта розміром 0-40 мм. Вологість крихти 18 %(мас.). Крейдяна крихта автосамоскидами з Райгородського рудника транспортується до приймальних бункерів цеху, де складається, і в міру необхідності віброживильником подається до витратних бункерів сушарок. Для видалення металевих включень в крейдяній крихті конвеєр постачається електромагнітним сепаратором. Подача крейди з витратного бункера в сушильний барабан здійснюється тарілчастим живильником. Барабанна сушарка обігривається топковим газом, які надходять в неї з топки при температурі 650-750°C. Топкові газы – продукт спалювання природного газу в топці. Крейдяна крихта в барабанній сушарці висушується до вологості 0,5 %(мас.), після чого поступає на подрібнення в молотковий млин, оснащений шахтним сепаратором.

Одночасно з крихтою в млин надходять топкові газы після сушарки. Подрібнена крейда в сепараторі млина розділяється на дві фракції: дрібну

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

фракцію з розміром частинок менше 200 мкм і крупну фракцію з розміром частинок більше 200 мкм.

Дрібна фракція направляється в блок циклонів. Найбільш великі частки крейди, що осіли в блоці циклонів, надходять в бункер, звідки барабаним живильником рівномірно подаються на дезінтегратор, де відбувається подальше подрібнення крейдяної крихти. Частина продукту, що не осіла в блоці циклонів потоком топкових газів виноситься в класифікатор, де і розділяється на дві фракції за дисперсністю: тонкодисперсний наповнювач з розміром частинок 40 мкм і менше та суху мелену крейду. Кожен з цих продуктів по тічці надходить в пневмокамерні насоси, якими і подається в бункери готового продукту складу.

Найбільш велика фракція з класифікатора знову подається на повторне подрібнення в дезінтегратор, також знову повертається на повторне подрібнення в молотковий млин і велика фракція з сепаратора. Таким чином, технологічні потоки при подрібненні замкнуті, що дозволяє найбільш ефективно використовувати помольне обладнання.

Після класифікатора і циклонів газоповітряна суміш проходить очищення в рукавних фільтрах і хвостовим вентилятором викидається в атмосферу.

Також очищенню піддається повітря пневмотранспортних систем готового продукту. Для очищення цього повітря використовуються рукавні фільтри.

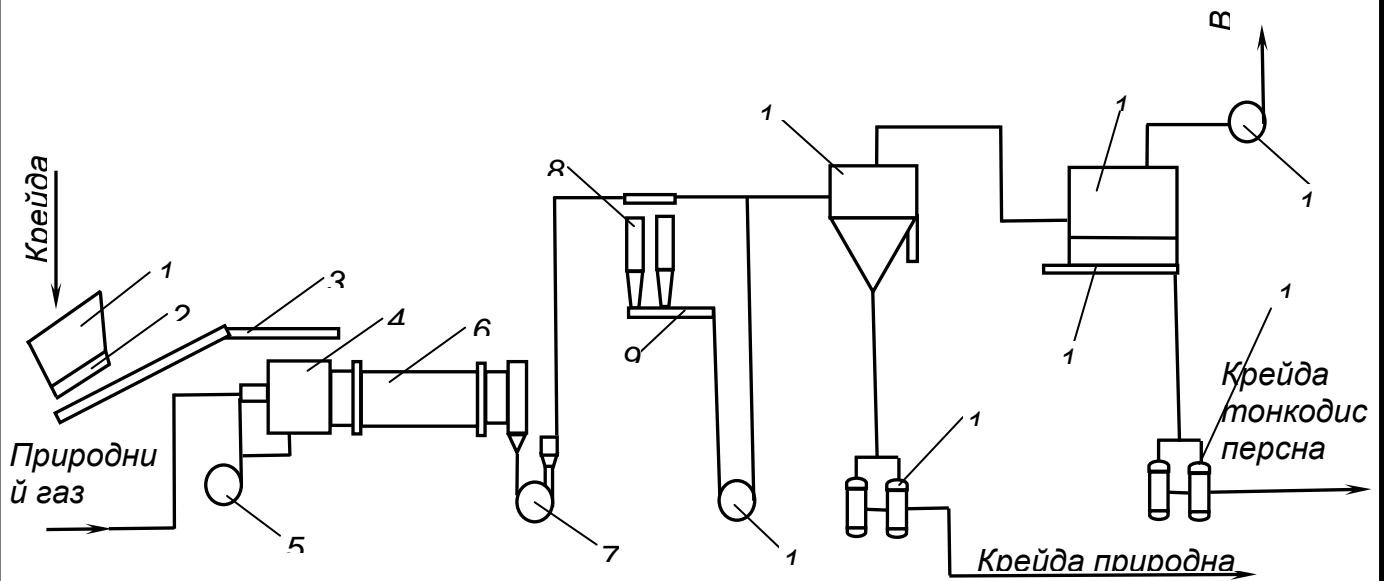
Пил після рукавних фільтрів гвинтовим конвеєром повертається в бункери готового продукту.

Наведена технологічна схема проста і дозволяє отримувати крейду заданого гранулометричного складу. Використання замкнутих систем рециркуляції в молотковому млині і дезінтеграторі дають можливість безпосередньо з потоку виділити готовий продукт і не направляти його на повторне подрібнення. Це підвищує продуктивність подрібнювальних

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машин. А застосування замість повітря топкових газів в сепараторі і класифікаторі сприяє не тільки їх очищенню від пилу, але і зменшує пиловіднесення всієї системи.

На рис. 1 представлена принципова схема технологічного процесу одержання сухого меленого тонкодисперсного наповнювача.



1 – приймальний бункер; 2 – живильник; 3 – конвеєр стрічковий; 4 – топка; 5 – вентилятор; 6 – сушарка барабанна;

7 – млин аеробільний; 8 – група циклонів; 9, 14 – конвеєр гвинтовий; 10 – дезінтегратор; 11, 15 – насоси пневмокамерні;

12 – сепаратор; 13 – фільтр рукавний; 16 – повітродувка

Рисунок 2.1 – Принципова технологічна схема

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ОБЛАДНАННЯ

Опис конструкції і принцип дії сушильного барабану

Барабан сушарки має діаметр 2,8 м і довжину 20 м. Він спирається на дві роликові опори, встановлені на бетонний фундамент. Поруч з задньою опорою встановлена приводна станція. Барабан має всередині насадку. Гарячі топкові гази подаються в сушарку з топки через завантажувальну камеру. Вихід газів і сухої меленої крейди здійснюється через розвантажувальний пристрій.

Барабан сушарки виготовлений з листової вуглецевої сталі товщиною 20 мм.

Усередині барабан має насадки різного призначення. З боку завантажувальної камери в барабані змонтована гвинтова насадка у вигляді ряду лопатей, розташованих по спіралі. Відстань монтажу гвинтової насадки становить 1200 мм з боку подачі крейдяної крихти. Дана насадка сприяє швидкому переміщенню крейдяної крихти від завантажувальної камери, тобто перешкоджає її забивання. Безпосередньо за гвинтовою насадкою на відстані 3 м розташована лопатева насадка. У цій зоні топкові гази мають температуру близьку до 700°C. Тут відбувається найбільш ефективний теплообмін. Ця насадка забезпечує підйом крейдяної крихти на найбільшу висоту – 2,8 м та забезпечує швидке знімання вологи з поверхні крихти з розміром в поперечнику до 40 мм. Швидке видалення вологи не сприяє агломерації крейди і дає всі підстави використовувати на решті поверхні барабана перевалочну насадку. На цій насадці відбувається переміщення вологи з глибинних шарів куска крейдяної крихти до поверхні і подальше її випаровування

На барабані, у його холодного кінця, встановлено радіальне ущільнення. Радіальне ущільнення допускає вільне радіальне переміщення кінців барабана. Нескладне радіальне ущільнення холодного кінця барабана має кілька гумових секторів, що притискаються до обертового барабану за

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою троса, який натягується грузилом. У гарячого кінця барабана встановлено торцеве ущільнення. Цей вид ущільнення слід вважати основним типом ущільнень для обертових сушильних барабанів у всіх випадках, починаючи від найпростіших сушильних барабанів, що допускають значне підсмоктування повітря, і закінчуючи найвідповідальнішими апаратами, в яких ущільнення повинно забезпечити по можливості повну герметичність.

Барабан сушарки має два бандажа, встановлених консольно. Кожен бандаж спирається на опорні станції, одна з яких опорно-упорна, що має два упорні ролика, які сприймають осьові навантаження. Опорні ролики вимагають точного регулювання. При перекосі всього на 20÷30' починається осьове зміщення барабана, яке регулюється за допомогою встановлювальних гвинтів.

Навантаження від барабана на ролики передається за допомогою бандажів. Бандаж представляє собою кільце прямокутного перетину. Бандаж кріпиться на барабані за допомогою 24 чавунних башмаків з головками, поверненими в різні сторони, щоб уникнути осьового зсуву бандажа.

Вінцева шестерня передає обертальний момент від мотора через редуктор до барабана. Вінцева шестерня представляє собою досить відповідальну деталь, працюючу при високих напруженнях. Шестерня роз'ємна і складається з двох половин. Шестерня кріпиться до барабана за допомогою 12 пружних смуг, що спираються на підкладки, набрані із сталевих пружин.

Привід барабана складається з електродвигуна, редуктора, проміжного валу і відкритої зубчастої передачі. Проміжний вал складається з шестерні, двох підшипників і з'єднаний зубчастою муфтою з редуктором. Між електродвигуном і редуктором проектом передбачена установка колодкового гальма з приводом від електрогідравлічних штовхачів. Установка гальма дає можливість зупиняти барабан в будь-якому положенні, що важливо при виконанні ремонтних робіт.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

4. Вибір конструкційних матеріалів

Матеріали, призначені для виготовлення вузлів барабанної сушарки, повинні задовольняти комплексу вимог, обумовлених конструкцією, технологією виготовлення й експлуатації обладнання:

- достатня міцність, жорсткість та зносостійкість внутрішньої поверхні в процесі сушки;

- достатня механічна міцність та жорсткість конструкції барабана, завантажувального та розвантажувального вузлів 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 апаратів, що працюють при високих температурах, необхідно враховувати, що механічні властивості матеріалів істотно змінюються за таких умов. Як правило, міцнісні властивості металів і сплавів знижуються при високих температурах. Пониження міцнісних властивостей при високих температурах обумовлене структурними і фазовими перетвореннями в металі.

Барабан сушарки виготовлений з листової вуглецевої сталі ВСтЗсп ГОСТ 380-71 товщиною 20 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 $\sigma_B = 380$ МПа, $\sigma_T = 240$ МПа.

Бандаж та зубчасте колесо виготовленні зі сталі 45Л ГОСТ 977-88.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.42 - 0.50	0.20 - 0.52	0.4 - 0.9	до 0.3	до 0.045	до 0.04	до 0.3	до 0.3

					2017.027.00.000 ПЗ				Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Сталь для відливок звичайна. Механічні властивості: $\sigma_B = 550$ МПа і $\sigma_T = 320$ МПа.

Вісі роликів та проміжний вал виготовлені 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: $\sigma_B = 610$ МПа, $\sigma_T = 360$ МПа.

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.

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.

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.027.00.000 ПЗ				

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 вулканізуючої 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.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

5.1. Матеріальний розрахунок виробництва і вибір основного технологічного обладнання

Завданням на проектування передбачено збільшення потужності виробництва на 15%, що становить:

$$80000 + \frac{15 \cdot 80000}{100} = 92000 \text{ т/рік},$$

де 80000 т/рік – потужність діючого виробництва крейди.

Кількість крейдної крихти, що надходить на виробництво без урахування виробничих втрат становить:

$$Q_{\text{в.вт.}} = \frac{Q_{\text{підв.}}}{\frac{100 + \omega''_a}{100 + \omega'_a}}, \quad (5.1)$$

де $Q_{\text{підв.}} = 92000$ т/рік – річна продуктивність по сухій меленій крейді з урахуванням збільшення потужності виробництва на 15%;

$\omega''_a = 0,5\%$ (мас.) – вологість готового продукту;

$\omega'_a = 18\%$ (мас.) – початкова вологість крейди.

Отже, кількість крейдної крихти складатиме:

$$Q_{\text{вп}} = \frac{92000}{\frac{100 + 0,5}{100 + 18}} = 10802 \text{ т/рік}$$

Приймаємо виробничі втрати 7% (за даними технологічного регламенту СІС «Сода»). Тоді, необхідна кількість крейди, що надходить у виробництво становить:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{вп}} \cdot 1,07 = 108020 \cdot 1,07 = 115582 \text{ т}$$

						2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
							17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Цеховий витратний коефіцієнт становитиме:

$$\frac{115582}{92000} = 1,256$$

Приймаємо втрати при транспортуванні крейдної крихти 5%. Тоді кількість крейдної крихти, що відвантажується Райгородським рудником, складе:

$$Q_p = Q_n \cdot 1,05 = 115582 \cdot 1,05 = 121360 \text{ т}$$

Витратний коефіцієнт гірничої маси на тонну готового продукту дорівнюватиме:

$$\frac{121360}{92000} = 1,32$$

Таким чином, на 1000 кг готового продукту потрібно 1320 кг крейдної крихти.

Основним технологічним обладнанням є: барабанна сушарка, молотковий млин, дезінтегратор. На підприємстві прийнята система планово-попереджувального ремонту (ППР). На підставі цієї системи визначаємо коефіцієнт використання цього обладнання з урахуванням його простою в ремонті і технологічному режимі.

Барабанна сушарка

Пробіг між капітальними ремонтами складає 34560 годин, пробіг між технічним обслуговуванням 2160 годин. Простій в капітальному ремонті складає 720 годин, простої на технічне обслуговування – 16 годин. Технологічні простої в ремонтному циклі 480 годин, 120 годин щорічно.

Календарний час роботи обладнання:

$$4 \cdot 365 - 480 = 34560 \text{ годин}$$

Кількість технічних обслуговувань в ремонтному циклі:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{34560}{720} - 1 = 47$$

Час простою обладнання в ремонтному циклі:

$$720 + 47 \cdot 16 = 1472 \text{ години}$$

Ефективний час роботи обладнання в ремонтному циклі:

$$34560 - 1472 = 33088 \text{ години}$$

Коефіцієнт використання обладнання:

$$K = \frac{33088}{4 \cdot 365 \cdot 24} = 0,94$$

До установки приймаємо дві технологічні нитки обладнання.

Продуктивність сушарки по готовому продукту становить:

$$\frac{92000 \cdot 1,07}{365 \cdot 24 \cdot 2 \cdot 0,94} = 5,98 \text{ т/годину,}$$

де 1,07 – коефіцієнт, що враховує виробничі втрати (7 %);

325 · 24 – календарний час роботи обладнання.

Молотковий млин

Пробіг між капітальними ремонтами складає 8640 години, пробіг між технічним обслуговуванням – 720 годин. Простій у капітальному ремонті – 72 години, простій на технічне обслуговування – 8 годин. Технологічні простої в ремонтному циклі – 120 годин.

Календарний час роботи обладнання:

$$24 \cdot 365 - 120 = 8640 \text{ годин}$$

Кількість технічних обслуговувань в ремонтному циклі:

$$\frac{8640}{720} - 1 = 11$$

Час простою обладнання в ремонтному циклі:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$72 + 11 \cdot 8 = 160 \text{ годин}$$

Час ефективної роботи обладнання в ремонтному циклі:

$$8640 - 160 = 8480 \text{ годин}$$

Коефіцієнт використання обладнання:

$$K = \frac{8480}{365 \cdot 24} = 0,968$$

Потрібна продуктивність молоткового млина складатиме:

$$\frac{92000 \cdot 1,07}{365 \cdot 24 \cdot 2 \cdot 0,968} = 5,8 \text{ т/годину}$$

До установки приймаємо шахтний аеробільний млин ШМА - 1300/944 з наступними технічними характеристиками:

- продуктивність до 9,3 т/годину;
- діаметр ротора 1,3 м;
- довжина ротора по зовнішній межі пальців 0,944 м;
- швидкість обертання ротора 12,1 об./годину;
- потужність електродвигуна 125 кВт;
- габаритні розміри 1,42 × 2329 × 1,4 м;
- маса млину з електродвигуном 5,11 т.

Дезінтегратор

Пробіг між капітальними ремонтами – 8640 годин, пробіг між технічним обслуговуванням 720 годин. Простій у капітальному ремонті складає 72 години, простій на технічне обслуговування – 8 годин. Технологічні простой в ремонтному циклі – 120 годин.

Календарний час роботи обладнання:

$$24 \cdot 365 - 120 = 8640 \text{ години}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість технічних обслуговувань в ремонтному циклі:

$$\frac{8640}{720} - 1 = 11$$

Час простою обладнання в ремонтному циклі:

$$72 + 11 \cdot 8 = 160 \text{ годин}$$

Час ефективної роботи обладнання в ремонтному циклі:

$$8640 - 160 = 8480 \text{ годин}$$

Коефіцієнт використання обладнання:

$$K = \frac{8480}{365 \cdot 24} = 0,968$$

Потрібна продуктивність дезінтегратора складатиме:

$$\frac{92000 \cdot 1,07}{365 \cdot 24 \cdot 2 \cdot 0,968} = 5,8 \text{ т/годину}$$

До установки приймаємо дезінтегратор 138 з наступними технічними характеристиками:

- продуктивність 8-10 т/годину;
- діаметр зовнішньої кошика 1,255 м;
- встановлена потужність електродвигуна 28 кВт;
- габаритні розміри 3,5×1,79× 3,78 м.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ, І СТІЙКІСТЬ

6.1. Матеріальний і тепловий розрахунок сушильного барабану

В якості теплового носія для сушки крейдяної крихти застосовуються димові гази з температурою 650-750°C. Димові гази є продуктом спалювання природного газу в топці сушильного барабана. Висока температура теплоносія сприяє невеликій витраті палива, зменшується собівартість сушки. Сушильні апарати, що працюють на димових газах, більш економічні і продуктивні в порівнянні з сушарками, працюючими з іншим видом теплоносіїв.

Визначаємо витрату вологої крейдяної крихти, що надходить в сушарку:

$$\omega_1 = \omega_2 + W, \quad (6.1)$$

де ω_1 – кількість вологої крейдяної крихти, що надходить в сушарку, кг/ годину;

ω_2 – продуктивність сушарки по готовому продукту, кг/годину;

W – кількість випареної вологи, кг/годину.

$$W = \omega_2 \frac{W_1 - W_2}{100 - W_1}, \quad (6.2)$$

де $W_1 = 18$ – вологість крейдяної крихти, що надходить на сушку, %(мас.);

$W_2 = 0,5$ – вологість крейдяної крихти після сушки, %(мас.).

Тоді

$$W = 5980 \frac{18 - 0,5}{100 - 18} = 1276 \text{ кг/годину}$$

$$\omega_1 = 5980 + 1276 = 7256 \text{ кг/годину}$$

Кількість вологи, що міститься у вологому матеріалі до сушки, визначається за формулою:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega_{\text{вл.поч.}} = \omega_2 \frac{W_1 \cdot \omega_1}{100} \quad (6.3)$$

$$\omega_{\text{вл.поч.}} = \frac{18 \cdot 7256}{100} = 1306 \text{ кг/годину}$$

Визначаємо залишкову вологість після сушки:

$$\omega_{\text{вл.кін.}} = \omega_2 \frac{W_2 \cdot \omega_2}{100} \quad (6.4)$$

$$\omega_{\text{вл.кін.}} = \frac{0,5 \cdot 5980}{100} = 30 \text{ кг/годину}$$

Перевіримо кількість випареної вологи:

$$W = 1306 - 30 = 1276 \text{ кг/годину}$$

Матеріальний баланс за абсолютно сухим матеріалом, витрата за масою якого не змінюється в процесі сушки визначається за формулою:

$$\omega_c = \omega_1(1 - W_1) = \omega_2(1 - W_2) \quad (6.5)$$

$$\omega_c = 7256 \cdot (1 - 0,18) = 5980 \cdot (1 - 0,005) = 5950 \text{ кг}$$

Приймаємо об'ємне напруження барабана по волозі $m_0 = 20 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{годину}$, тоді об'єм барабана складатиме:

$$V_{\text{бар}} = \frac{W}{m_0} \quad (6.6)$$

$$V_{\text{бар}} = \frac{1276}{20} = 63,8 \text{ м}^3$$

Приймаємо співвідношення довжини барабана до його діаметру $\frac{L_{\text{бар}}}{D_{\text{бар}}} = 7$.

Визначаємо діаметр барабана з наступного виразу:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{бар}} = S \cdot L_{\text{бар}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_{\text{бар}} = 0,785 \cdot D_{\text{бар}}^2 \cdot 7 \cdot D_{\text{бар}} = 5,5 D_{\text{бар}}^3 \quad (6.7)$$

$$D_{\text{бар}} = \sqrt[3]{\frac{V_{\text{бар}}}{5,5}}$$

$$D_{\text{бар}} = \sqrt[3]{\frac{63,8}{5,5}} = 2,26 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр барабана 2,8 м.

Площа поперечного перетину барабана складає:

$$S = \frac{\pi \cdot D_{\text{бар}}^2}{4} \quad (6.8)$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 2,8^2}{4} = 6,1 \text{ м}^2$$

Потрібна довжина барабана складає:

$$L_{\text{п}} = \frac{V_{\text{бар}}}{S} \quad (6.9)$$

$$L_{\text{п}} = \frac{63,8}{6,1} = 10,5 \text{ м}$$

Конструктивно приймаємо довжину барабана $L = 20 \text{ м}$.

В топку сушильного барабана подається природний газ наступного складу, %(об.): $\text{CH}_4^{\text{C}} = 94,0$; $\text{C}_2\text{H}_6^{\text{C}} = 1,2$; $\text{C}_3\text{H}_8^{\text{C}} = 0,7$; $\text{C}_4\text{H}_{10}^{\text{C}} = 0,4$; $\text{C}_5\text{H}_{12}^{\text{C}} = 0,2$; $\text{CO}_2^{\text{C}} = 0,2$; $\text{N}_2^{\text{C}} = 3,3$. Газ спалюється з коефіцієнтом надлишку повітря 1,2. Приймаємо вміст вологи в газі 1,0 %(об.).

Перераховуємо склад сухого газу на вологий робочий газ:

$$\text{CH}_4^{\text{вл}} = \text{CH}_4^{\text{с}} \cdot \frac{100 - \text{H}_2\text{O}}{100} \quad (6.10)$$

$$\text{CH}_4^{\text{вл}} = 94 \cdot \frac{100 - 1,0}{100} = 93,0 \text{ \% (об.)}$$

Інші складові газу залишаються без змін.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для газоподібного палива теплота згоряння визначається як сума добутоків теплових ефектів згоряння складових горючих газів на їх відсотковий вміст:

$$Q_H = 358,2 \cdot \text{CH}_4 + 637,5 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 912,2 \cdot \text{C}_3\text{H}_8 + 1186,5 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 1460,8 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12} \quad (3.11)$$

Для нашого газу:

$$Q_H = 358,2 \cdot 93 + 637,5 \cdot 1,2 + 912,2 \cdot 0,7 + 1186,5 \cdot 0,4 + 1460,8 \cdot 0,2 = 35485 \text{ кДж/м}^3$$

Визначаємо теоретично необхідну кількість сухого повітря:

$$L_0 = 0,0476 \cdot (2\text{CH}_4 + 3,5\text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{C}_3\text{H}_8 + 6,5\text{C}_4\text{H}_{10} + 8\text{C}_5\text{H}_{12}) \quad (6.12)$$

$$L_0 = 0,0476 \cdot (2 \cdot 93 + 3,5 \cdot 1,2 + 5 \cdot 0,7 + 6,5 \cdot 0,4 + 8 \cdot 0,2) = 9,42 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Оскільки газ спалюється з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha = 1,2$, то дійсна кількість повітря складатиме:

$$L_0' = 9,42 \cdot 1,2 = 11,304 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Приймаємо вологовміст атмосферного повітря $\lambda = 10$ г/кг сухого повітря .

Витрата атмосферного повітря становить:

$$L_0'' = L_0' \cdot 1,016 \quad (6.13)$$

$$L_0'' = 11,304 \cdot 1,016 = 11,48 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Визначаємо кількість і склад продуктів горіння:

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(\text{CO}_2 + \text{CH}_4 + 2\text{C}_2\text{H}_6 + 3\text{C}_3\text{H}_8 + 4\text{C}_4\text{H}_{10} + 5\text{C}_5\text{H}_{12}) \quad (6.14)$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0,01(0,2 + 93,0 + 2 \cdot 1,2 + 3 \cdot 0,7 + 4 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,2) = 1,003 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2\text{CH}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_6 + 4\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{C}_4\text{H}_{10} + 6\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{H}_2\text{O} + 0,16 \cdot \lambda \cdot L_0') \quad (3.15)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2 \cdot 93 + 3 \cdot 1,2 + 4 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,4 + 6 \cdot 0,2 + 1 + 0,16 \cdot 10 \cdot 11,304) = 2,146 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot L_0' + 0,01 \cdot \text{N}_2 \quad (6.16)$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot 11,304 + 0,01 \cdot 3,3 = 8,953 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_{O_2} = 0,21 (\alpha - 1) \cdot L_0 \quad (6.17)$$

$$V_{O_2} = 0,21 (1,2 - 1) \cdot 9,42 = 0,396 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Загальна кількість продуктів горіння складе:

$$V_{\text{заг.}} = 1,003 + 2,146 + 8,953 + 0,396 = 12,498 \approx 12,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Визначаємо відсотковий склад продуктів горіння:

$$CO_2 = \frac{1,003 \cdot 100}{12,5} = 8,0 \% \text{ (об.)}$$

$$H_2O = \frac{2,146 \cdot 100}{12,5} = 17,2 \% \text{ (об.)}$$

$$N_2 = \frac{8,953 \cdot 100}{12,5} = 71,6 \% \text{ (об.)}$$

$$O_2 = \frac{0,396 \cdot 100}{12,5} = 3,2 \% \text{ (об.)}$$

Тепломісткість продуктів горіння при $\alpha = 1,2$ складатиме:

$$i_{\text{заг.}} = \frac{Q_H}{V_{\text{заг.}}} \quad (6.18)$$

$$i_{\text{заг.}} = \frac{35485}{12,5} = 2839 \text{ кДж/м}^3$$

Приймаємо початкову температуру газів на вході в сушильний барабан 700°C .

Витрата тепла на нагрівання матеріалу:

$$q_M = \omega_1 \cdot c_M (t_K - t_{\text{поч}}), \quad (6.19)$$

де $\omega_1 = 7256$ – кількість крейдяної крихти, що надходить в сушильний барабан, кг/годину;

c_M – теплоємність висушеної крейди при кінцевій вологості 0,5 %(мас),

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кДж/ (кг · °С).

$$c_m = c_k \frac{100 - W_2}{100} + \frac{4,2 \cdot W_2}{100}, \quad (6.20)$$

де $c_k = 0,879$ – теплоємність абсолютно сухої крейди, кДж/ (кг · °С).

Тоді

$$c_m = 0,879 \frac{100 - 0,5}{100} + \frac{4,2 \cdot 0,5}{100} = 0,896 \text{ кДж/(кг}^\circ\text{С)}$$

Кількість тепла, що вноситься в сушарку:

$$q_m = \omega_1 \cdot c_m (t_k - t_{\text{поч}}), \quad (6.21)$$

де $t_k = 80$ – кінцева температура крейдяної крихти, що уходить із сушарки, °С;

$t_{\text{поч}} = 5$ – початкова температура крейдяної крихти, що надходить в сушильний барабан, °С.

Температура прийнята для холодного періоду року. Тоді

$$q_m = 7256 \cdot 0,896 (80 - 5) = 487603 \text{ кДж/годину}$$

Кількість тепла, що передається від газів до матеріалу і витрачається на випаровування вологи:

$$q_v = (2493 + 1,9t_{\text{відх.}} - 4,2t_m) \cdot 0,278 \cdot n + 0,278q_m, \quad (6.22)$$

де $n = W = 1276$ – кількість випареної вологи, кг/годину;

$t_{\text{відх.}} = 120$ – температура топкових газів, що залишають сушильний барабан, °С.

Тоді

$$q_v = (2493 + 1,9 \cdot 120 - 4,2 \cdot 5) \cdot 0,278 \cdot 1276 + 0,278 \cdot 487603 = 1093326 \text{ Вт}$$

Втрати тепла через стінки сушарки у навколишнє середовище:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$q_{н.с.} = 3,6 \cdot K (t_{вн} - t_{н.с.}) \cdot F, \quad (6.23)$$

де $K = 2$ – коефіцієнт тепловіддачі від сушарки у навколишнє середовище,
 $Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$;

$t_{вн}$ – середня температура газів усередині барабана, $^\circ C$.

Середня температура газів усередині барабана визначається за формулою:

$$t_{вн} = \frac{(t_{поч.газ} - t_{поч.м}) - (t_{кін.газ} - t_{кін.м})}{2,3 \lg \frac{t_{поч.газ} - t_{поч.м}}{t_{кін.газ} - t_{кін.м}}} + t_{сер.м}, \quad (6.24)$$

де $t_{сер.м}$ – середня температура матеріалу, $^\circ C$.

$$t_{сер.м} = t_{поч.м} + \frac{2}{3} (t_{кін.м} - t_{поч.м}) \quad (6.25)$$

$$t_{сер.м} = 5 + \frac{2}{3} (80 - 5) = 55 \text{ } ^\circ C$$

Тоді

$$t_{вн} = \frac{(700 - 5) - (120 - 80)}{2,3 \lg \frac{700 - 5}{120 - 80}} + 55 = 285 \text{ } ^\circ C$$

Отже

$$Q_{н.с.} = 3,6 \cdot 2 (285 - 20) \cdot 3,14 \cdot 2,8 \cdot 20 = 335500 \text{ кДж/годину}$$

Тепломісткість продуктів горіння складає:

$$i_{заг.} = \frac{35485}{11,48} = 3091 \text{ кДж/м}^3 \quad (6.26)$$

$$i_{заг.} = \frac{35485}{11,48} = 3091 \text{ кДж/м}^3$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складаємо рівняння балансу тепла, виражаючи кількість повітря для змішування через «X» (м³ на 1 кг палива) при температурі 20° С і ККД топки $\eta = 0,85$:

$$i_{\text{заг.}} \cdot \eta + \frac{L'_{\alpha} + X}{V_{\alpha}} \cdot i_{20}^{\text{пов.}} = i_{700}^{\text{дим}} + \frac{X}{V_{\alpha}} \cdot i_{700}^{\text{пов.}}, \quad (6.27)$$

де $i_{20}^{\text{пов.}}$ – теплоємність повітря, що надходить на змішування в топку, кДж/м³;
 $i_{700}^{\text{пов.}}$ – теплоємність повітря при температурі 700°С, що надходить в сушильний барабан, кДж/м³;
 $i_{700}^{\text{дим}}$ – теплоємність димових газів, кДж/м³

Тоді

$$3091 \cdot 0,85 + \frac{11,304 + X}{12,5} \cdot 1,3 \cdot 20 = 1,3 \cdot 700 + \frac{X}{12,5} \cdot 1,3 \cdot 700$$

$$2627 + 235 + 20,8X = 960 + 76,8X$$

$$X = \frac{1902}{56} = 34 \text{ м}^3$$

Загальна кількість повітря, що надходить на горіння і розбавлення димових газів, складає

$$L_{\alpha}'' = 34 + 11,48 = 45,48 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Теоретична витрата газів на сушку складає:

$$\omega_{\text{газ}} = \frac{1000 \cdot W}{d_{\text{кін.}} - d_{\text{поч.}}}, \quad (6.28)$$

де $d_{\text{кін.}} = 265$ – вологовміст топкових газів на початку процесу сушки, г/кг сухого повітря;

$d_{\text{поч.}} = 35,1$ г – вологовміст топкових газів в кінці процесу сушки, г/кг сухого повітря.

Тоді

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$\omega_{\text{газ}} = \frac{1000 \cdot 1276}{265 - 35,1} = 5550 \text{ кг сухих газів/години ну}$$

Витрата тепла на сушку визначаємо за формулою:

$$q_c = \omega_{\text{газ}} \cdot (i_{\text{поч.}} - i_{\text{пов.}}) - 4,2 \cdot W \cdot t_m, \quad (6.29)$$

$$q_c = 5550 \cdot (750 - 38) - 4,2 \cdot 1276 \cdot 5 = 3924804 \text{ кДж/годину}$$

Витрата газу складає:

$$V = \frac{Q}{\eta \cdot Q_A} \quad (6.30)$$

$$V = \frac{3924804}{0,85 \cdot 35485} = 129 \text{ м}^3/\text{годину}$$

Визначаємо тепло відхідних газів:

$$q_{\text{відх.}} = V \cdot L_{\alpha}'' \cdot i_{\text{відх.}}, \quad (6.31)$$

де $i_{\text{відх.}}$ – теплоємність відхідних газів, кДж/м³.

Тоді

$$q_{\text{відх.}} = 129 \cdot 45,48 \cdot 1,3 \cdot 120 = 915240 \text{ кДж/годину}$$

Визначаємо втрати тепла в топці:

$$q_{\text{топ.}} = V \cdot Q_H \cdot (1 - \eta) \quad (6.31)$$

$$q_{\text{топ.}} = 129 \cdot 35485 \cdot (1 - 0,85) = 686640 \text{ кДж/годину}$$

Тоді загальна витрата тепла складатиме:

$$Q_{\text{заг}} = q_m + q_{\text{н.с.}} + q_c + q_{\text{відх.}} + q_{\text{топ.}} \quad (6.32)$$

$$Q_{\text{общ}} = 487603 + 335500 + 3924804 + 915240 + 686640 = 6324983 \text{ кДж/годину}$$

Витратний коефіцієнт по газу визначиться за формулою:

$$K = \frac{Q_{\text{заг}}}{Q_H \cdot \omega_2} \quad (6.33)$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$K = \frac{6324983}{35485 \cdot 5,98} = 29,8 \text{ м}^3/\text{т}$$

Приймаємо витратний коефіцієнт $K = 30 \text{ м}^3/\text{т}$.

6.2. Розрахунок частоти обертання і потужності приводу сушильного барабану

Частоту обертання барабана визначаємо за формулою:

$$n = \frac{L_{\text{бар}}}{a \cdot \tau \cdot D \cdot \text{tg}\alpha}, \quad (6.34)$$

де $a = 1,2$ – коефіцієнт для підйомно-лопатевої насадки і діаметра барабану 2,8 м;

τ – час перебування матеріалу в барабані, хв.

Час перебування матеріалу в барабані розраховується за виразом:

$$\tau = 120 \frac{\beta \cdot \rho}{m_0} \cdot \frac{W_1 - W_2}{200 - (W_1 - W_2)}, \quad (6.35)$$

де $\beta = 0,15$ – коефіцієнт заповнення барабана;

$\rho = 650$ – насипна щільність крейджаної крихти, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$m_0 = 20$ – об'ємне напруження барабана по волозі, $\text{кг}/\text{м}^3 \cdot \text{годину}$.

Тоді

$$\tau = 120 \frac{0,15 \cdot 650}{20} \cdot \frac{18 - 0,5}{200 - (18 - 0,5)} = 56,1 \text{ хв.} \quad \text{або} \quad 56,1 \cdot 60 = 3366 \text{ с}$$

Отже

$$n = \frac{20}{1,2 \cdot 3366 \cdot 2,8 \cdot 0,052} = 0,034 \text{ об/с} = 2,04 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо кут нахилу барабана $\alpha = 3^\circ$, тоді $\text{tg}\alpha = 0,052$.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Потужність, необхідна для обертання барабана, визначається за формулою А.П. Ворошилова:

$$N = 0,0013 \cdot D_{\text{бар}}^3 \cdot L_{\text{бар}} \cdot n \cdot \eta \cdot \rho_{\text{н}}, \quad (6.36)$$

де $\eta = 0,053$ – коефіцієнт потужності для барабанів з лопатевою насадкою при коефіцієнті заповнення барабана $\beta = 0,15$.

Тоді

$$N = 0,0013 \cdot 2,8^3 \cdot 20,0 \cdot 2,04 \cdot 650 \cdot 0,053 = 40,1 \text{ кВт}$$

Розрахунковий крутильний момент

$$M_{\text{кр.б.}} = \frac{N}{\omega} \quad (6.37)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2,04}{30} \approx 0,21 \text{ рад/с}$$

$$M_{\text{кр.б.}} = \frac{40,1}{0,21} \approx 191460 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Встановлена потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta_{\text{заг.}}}, \quad (6.38)$$

де $\eta_{\text{заг.}}$ – загальний ККД передачі.

$$\eta_{\text{заг.}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5, \quad (6.39)$$

де $\eta_1 = 0,99$ – ККД пальцевої муфти;

$\eta_2 = 0,97$ – ККД редуктора;

$\eta_3 = 0,98$ – ККД зубчастої муфти;

$\eta_4 = 0,98$ – ККД підшипникових вузлів проміжного вала;

$\eta_5 = 0,98$ – ККД відкритої зубчастої передачі.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$\eta_{\text{заг}} = 0,99 \cdot 0,97 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 0,9$$

Отже

$$N_{\text{дв}} = \frac{40,1}{0,9} = 44,6 \text{ кВт}$$

До установки приймаємо електродвигун 4A280S8 з наступною характеристикою: номінальна потужність 55 кВт; частота обертання ротора 735 об. / хв.; маса електродвигуна 785 кг.

6.3. Кінематичний розрахунок приводу

Загальне передавальне співвідношення приводу дорівнює:

$$i_{\text{заг.}} = \frac{n_{\text{дв.}}}{n_{\text{б.}}} \quad (6.40)$$

$$i_{\text{заг.}} = \frac{735}{2,04} = 360,29$$

До установки приймається редуктор РцДп – 850 з наступною характеристикою: передавальне число редуктора – 40; режим роботи – важкий; допустима потужність на тихохідному валу – 54,5 кВт; крутильний момент 30320 Н·м; маса редуктора 1490 кг.

Визначаємо передавальне число відкритої зубчастої передачі:

$$i = \frac{i_{\text{заг.}}}{i_{\text{ред.}}} \quad (6.41)$$

$$i = \frac{360,29}{40} = 9$$

Між електродвигуном і редуктором встановлена пружна втулково-пальцева муфта по ГОСТ 21424-75.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Крутильний момент, що передається цією муфтою:

$$M_{кр} = \frac{M_{кр.б}}{i_{заг.} \cdot \eta_{п}}, \quad (6.42)$$

де $M_{кр.б} = 191460$ – розрахунковий крутильний момент барабана, Н·м;

$\eta_{п} = 0,9$ – ККД приводу.

Тоді

$$M_{кр} = \frac{191460}{360,29 \cdot 0,9} = 591 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

До установки приймаємо втулково-пальцеву муфту діаметром 300 мм.
На рис. 6.1 зображена кінематична схема приводу сушильного барабана.

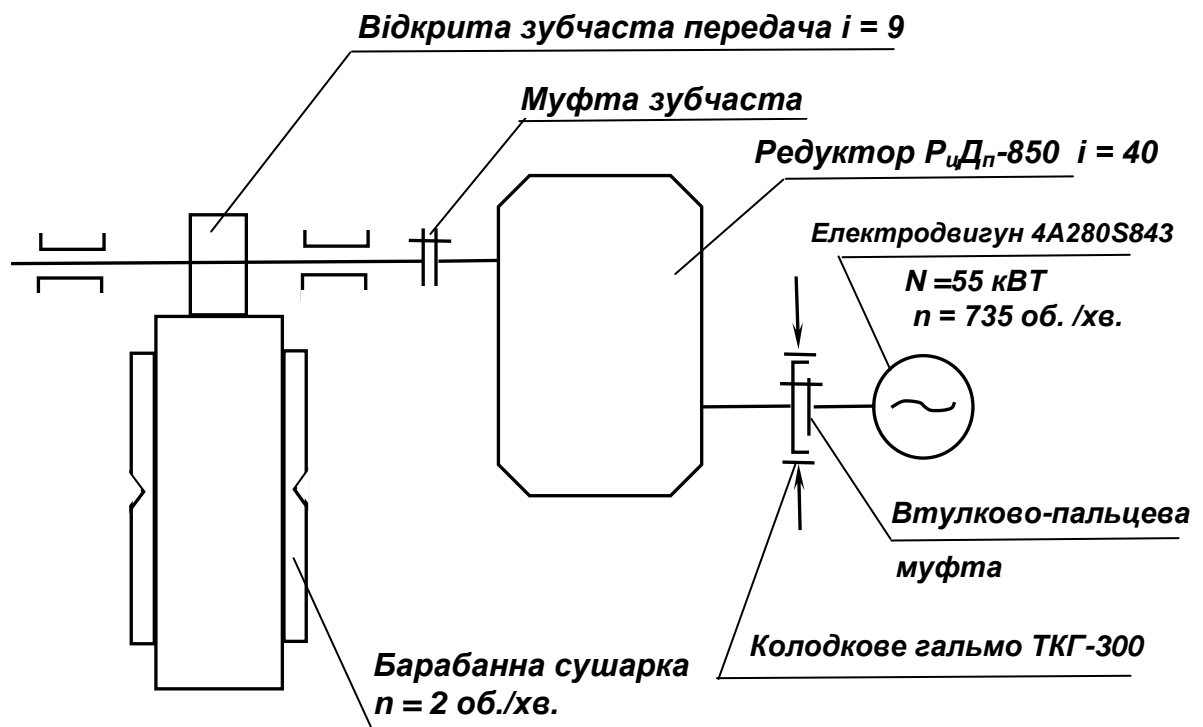


Рисунок 6.1 – Кінематична схема приводу

Максимальний крутильний момент, що передається втулково-пальцевою муфтою, складає 4000 Н·м. Максимальна частота обертання вала 1800 об./хв. Зміщення вала не більше $0^{\circ} 30'$.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для фіксації барабана в певному положенні на цій муфті встановлюється колодкове гальмо з приводом від електрогідравлічних штовхачів: ТКГ-300. Гальмівний момент 800 Н·м. Тип штовхача ТГМ-50. Діаметр шківів 300 мм. Маса гальма 80 кг.

Між редуктором і проміжним валом встановлюється муфта зубчаста загального призначення за ГОСТ 5006-55 .

Розрахунковий крутильний момент, що передається цією муфтою:

$$M_{кр} = \frac{M_{кр.б}}{i_{из} \cdot \eta_4 \cdot \eta_5} \quad (6.43)$$

$$M_{кр} = \frac{191460}{9 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 22150 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

До установки приймається муфта зубчаста № 9. Максимальний крутильний момент, що передається муфтою 30000 Н·м. Максимальна швидкість обертання 1700 об./хв.

6.4. Міцнісні розрахунки

Визначаємо товщину стінки обичайки барабана.

Орієнтовно товщина стінки барабана приймається за співвідношенням:

$$S = (0,007 \div 0,011)D, \quad (6.44)$$

де $D = 2,8$ – діаметр барабана, м.

Тоді

$$S = (0,007 \div 0,011) \cdot 2,8 = 0,0196 \div 0,030 \text{ м}$$

Приймаємо товщину стінки обичайки барабана $S = 0,02$ м.

Перевіряємо корпус барабана на спільну дію згинального і крутильного моментів.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барабан з бандажами, розташованими консольно, розраховується як балка на двох опорах, навантажена рівномірно розподіленим навантаженням.

Визначаємо питомі навантаження, що діють на барабан.

Маса барабана складає:

$$P_{\text{бар.}} = \pi \cdot D_{\text{бар.}} \cdot S \cdot L_{\text{бар.}} \cdot \gamma_{\text{ст}}, \quad (6.45)$$

де $L = 20$ – довжина барабана, м;

$\gamma_{\text{ст}} = 7800$ – щільність сталі, кг/м^3 .

Тоді

$$P_{\text{бар.}} = 3,14 \cdot 2,8 \cdot 0,02 \cdot 20 \cdot 7800 = 27430 \text{ кг} \quad \text{або} \quad P_{\text{бар.}} = 274300 \text{ Н}$$

Питоме навантаження від маси барабана складає:

$$q_{\text{бар.}} = \frac{P_{\text{бар.}}}{L_{\text{бар.}}} \quad (6.46)$$

$$q_{\text{бар.}} = \frac{274300}{20} = 13715 \text{ Н/м}$$

Приймаємо питоме навантаження від насадок та інших внутрішніх пристроїв $q_{\text{н}} = 15000 \text{ Н/м}$.

Маса матеріалу, що знаходиться в барабані, розраховується за формулою:

$$m = \psi \cdot \rho_{\text{кр.}} \cdot L \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}, \quad (6.47)$$

де $\psi = 0,15$ – коефіцієнт заповнення барабана;

$\rho_{\text{кр.}}$ – середня щільність крейди з урахуванням вологості, кг/м^3 .

Середня щільність крейди з урахуванням вологості

$$\rho_{\text{кр.}} = \rho + 0,09 \cdot 1000, \quad (6.48)$$

де $\rho = 650$ – щільність крейди, кг/м^3 ;

0,09 – середній відсотковий вміст води, що знаходиться в продукті;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1000 – густина вологи, кг/м³.

Тоді

$$\rho_{кр} = 650 + 0,09 \cdot 1000 = 740 \text{ кг/м}^3$$

$$m = 0,15 \cdot 740 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot \frac{2,8^2}{4} = 13660 \text{ кг} \quad \text{або} \quad m = 136600 \text{ Н}$$

Питома навантаження від матеріалу:

$$q_i = \frac{m}{L} \quad (6.49)$$

$$q_m = \frac{136660}{20} = 6830 \text{ Н/м}$$

Сумарна навантаження:

$$q = q_{бар} + q_n + q_m \quad (6.50)$$

$$q = 13715 + 15000 + 6830 = 35545 \text{ Н/м}$$

Відстані між опорами барабана:

$$l_1 = 0,586 \cdot L \quad (6.51)$$

$$l_1 = 0,586 \cdot 20 = 11,72 \text{ м}$$

Конструктивно приймаємо відстань між опорами $l_1 = 11,7 \text{ м}$.

У місці установки вінцевої шестерні на барабан діє вертикальне навантаження від її ваги, що дорівнює:

$$\sigma = \frac{\pi \cdot (D_d^2 - D_{бар.}^2)}{4} \cdot B \cdot \gamma_{ст}, \quad (6.52)$$

де $D_d = 4,2$ – орієнтовне значення діаметра зовнішньої окружності зубчастого колеса, м;

$B = 0,2$ – орієнтовне значення ширини зубчастого колеса, м.

Тоді

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma = \frac{3,14(4,2^2 - 2,8^2)}{4} \cdot 0,2 \cdot 7800 = 12000 \text{ кг або } \sigma = 1200000 \text{ Н}$$

На рис. 3.2 зображена розрахункова схема сил, діючих на сушильний барабан.

Визначаємо значення згинальних моментів. Будуємо епюру згинальних моментів за отриманими значеннями реакцій опор.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-q \cdot 41,5 \cdot \frac{4,15}{2} + G \cdot 2,5 + q \cdot 15,85 - R_B \cdot 11,7 = 0$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

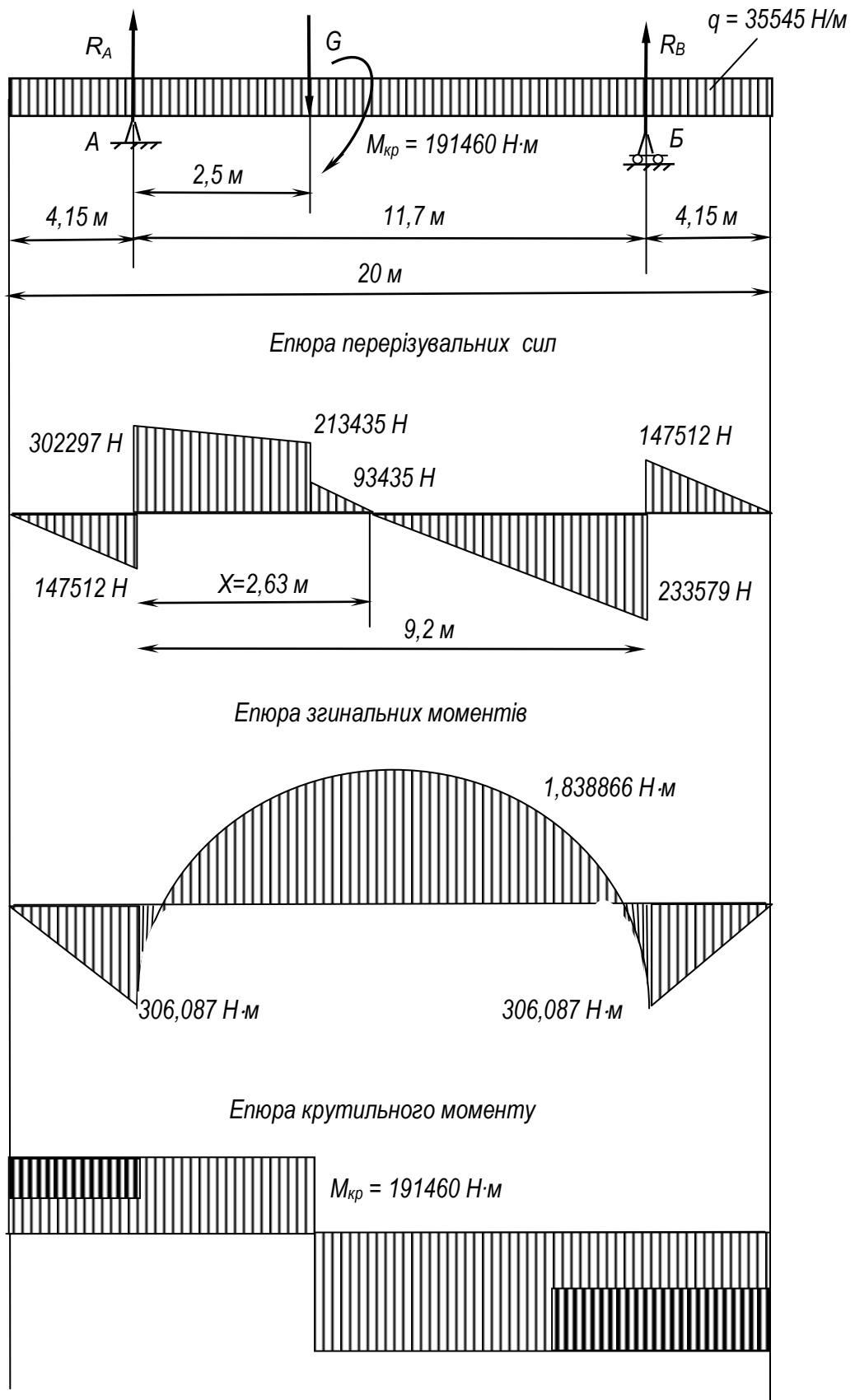


Рисунок 6.2 – Схема сил, діючих на барабан

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Звідки

$$R_B = \frac{-35545 \cdot 4,15 \cdot \frac{4,15}{2} + 120000 \cdot 2,5 + 35545 \cdot 15,85 \cdot \frac{15,85}{2}}{11,7} = 381091 \text{ Н}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-q \cdot 15,85 \cdot \frac{15,85}{2} + R_A \cdot 11,7 - G \cdot 9,2 + q \cdot 4,15 \cdot \frac{4,15}{2} = 0.$$

$$R_A = \frac{35545 \cdot 15,85 \cdot \frac{15,85}{2} + 120000 \cdot 9,2 - 35545 \cdot 4,15 \cdot \frac{4,15}{2}}{11,7} = 449809 \text{ Н}$$

Перевірка:

$$\Sigma Y = 0$$

$$-q \cdot 20 + R_A - G + R_B = 0$$

$$R_A + R_B = q \cdot 20 + G$$

$$449 + 381091 = 35545 \cdot 20 + 120000$$

$$830900 = 830900$$

Отже, реакції опор визначені правильно.

$$M_1 = -q \cdot X \cdot \frac{X}{2}$$

при $X = 0$, $M_1 = 0$

при $X = 4,15$, $M_1 = -35545 \cdot 4,15 \cdot \frac{4,15}{2} = -306087 \text{ Н} \cdot \text{м}$

$$M_2 = -q \cdot X \cdot \frac{X}{2} + R_A \cdot (X - 4,15)$$

при $X = 4,15$, $M_2 = -306087 \text{ Н} \cdot \text{м}$

при $X = 6,65$, $M_2 = -35545 \cdot 6,65 \cdot \frac{6,65}{2} + 449809 \cdot (6,65 - 4,15) = -338578 \text{ Н} \cdot \text{м}$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$M_{3(\max)} = -q \cdot X \cdot \frac{X}{2} + R_A \cdot (X - 4,15) - G \cdot (X - 6,65)$$

при $X = 6,65$, $M_3 = 338578 \text{ Н} \cdot \text{м}$

при $X = 4,15 + 2,5 + 2,63 = 9,28 \text{ м}$

$$M_3 = -q \cdot 9,28 \cdot \frac{9,28}{2} + 449809 \cdot (9,28 - 4,15) - 120000 \cdot (9,28 - 6,65)$$

$$M_3 = -35545 \cdot 9,28 \cdot \frac{9,28}{2} + 449809 \cdot (9,28 - 4,15) - 120000 \cdot (9,28 - 6,65) = 1838866 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_4 = -q \cdot X \cdot \frac{X}{2}$$

при $X = 0$, $M_4 = 0$

при $X = 4,15$, $M_4 = -35545 \cdot 4,15 \cdot \frac{4,15}{2} = -306087 \text{ Н} \cdot \text{м}$

Максимальний згинальний момент визначається з епюри перерізувальних сил.

$$Q_1 = -35545 \cdot 4,15 = -147512 \text{ Н}$$

$$Q_2 = -Q_1 + R_A$$

$$Q_2 = -147512 + 449809 = 302297 \text{ Н}$$

$$Q_3 = -q \cdot 6,65 + R_A$$

$$Q_3 = -35545 \cdot 6,65 + 449809 = 213435 \text{ Н}$$

$$Q_4 = -q \cdot 6,65 + R_A - G$$

$$Q_4 = -35545 \cdot 6,65 + 449809 - 120000 = 93435 \text{ Н}$$

$$Q_5 = -q \cdot 4,15$$

$$Q_5 = 35545 \cdot 4,15 = 147512 \text{ Н}$$

$$Q_6 = Q_5 - R_B$$

$$Q_6 = 147512 - 381091 = -233579 \text{ Н}$$

З подібних трикутників маємо:

$$\frac{93435}{x} = \frac{233579}{9,2 - x}; \quad x = \frac{859602}{233579 + 93435} = 2,36 \text{ м}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальний згинальний момент, що діє на барабан сушарки в точці розташування зубчастого колеса $M_{из} = 1838866 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

$$M = 0,35 \cdot M_{згин} + 0,65 \cdot \sqrt{M_{згин}^2 + M_{кр}^2} \quad (6.53)$$

$$M = 0,35 \cdot 1838866 + 0,65 \cdot \sqrt{1838866^2 + 191460^2} = 1845383 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

З достатньою точністю момент опору барабана можна визначити за формулою

$$W = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4}, \quad (6.54)$$

де $D = 2,8$ – діаметр барабана, м;

$S = 0,02$ – товщина стінки барабана, м.

$$W = \frac{3,14 \cdot 2,8^2 \cdot 0,02}{4} = 0,123 \text{ м}^3$$

Дійсне напруження матеріалу барабана:

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (6.55)$$

$$\sigma = \frac{1845383}{0,123} = 15003113 \text{ Н/м}^2 = 15 \text{ МН/м}^2$$

Обичайка барабана сушарки виготовлена зі Ст.3. Мінімальне допустиме напруження для цього матеріалу складає:

$$\sigma_d = \frac{\sigma_B}{n_B}; \quad \sigma_d = \frac{\sigma_T}{n_T}, \quad (6.56)$$

де $\sigma_B = 380$ – межа міцності при розтягуванні, МН/м^2 ;

$n_B = 2,6$ – коефіцієнт запасу міцності при розрахунку за межею міцності;

$\sigma_T = 240$ – межа текучості, МН/м^2 ;

$n_T = 1,5$ – коефіцієнт запасу міцності при розрахунку за межею текучості.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$\sigma_d = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ МН/м}^2$$

$$\sigma_d = \frac{380}{2,6} = 146 \text{ МН/м}^2$$

З умови міцності:

$$\sigma \leq \sigma_d$$

$$15 \text{ МН/м}^2 \leq 146 \text{ МН/м}^2$$

Отже, умова міцності барабану виконується.

Розрахунок бандажу і роликів

Згідно виконаного раніше розрахунку максимальне зусилля, що передається барабаном на бандаж для найбільш навантаженої опори «А», складає 449 809 Н.

На рис. 3.3 зображена схема визначення зусиль, що діють на ролики.

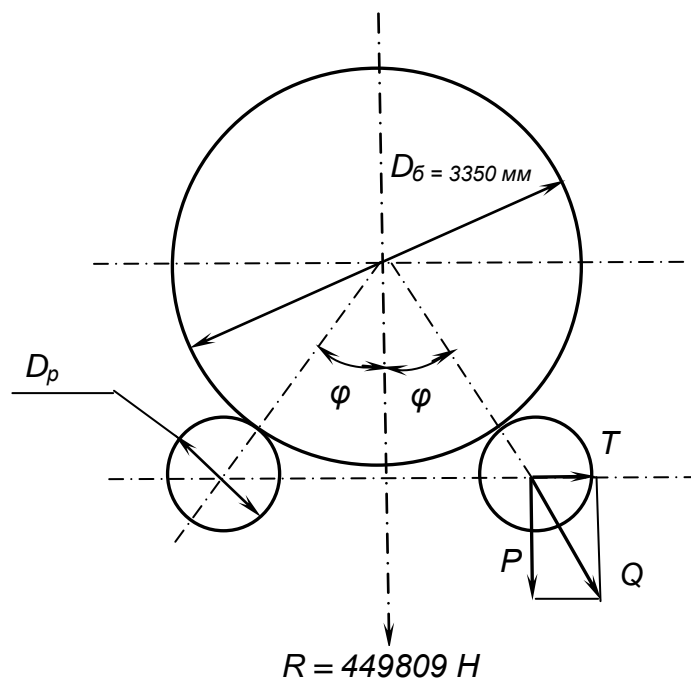


Рисунок 6.3 – Визначення зусиль, що діють на ролики

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Приймаємо кут між вертикальною віссю барабана і віссю ролика $\varphi = 30^\circ$.

Тоді зусилля, що діє на ролик, складе:

$$Q = \frac{R}{n \cdot \cos \alpha}, \quad (6.57)$$

де $n = 2$ – кількість роликів, що підтримують барабан.

$$Q = \frac{449809}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 252481 \text{ Н}$$

Визначаємо розпірне зусилля T , що діє на ролик:

$$T = Q \cdot \sin \varphi \quad (6.58)$$

$$T = 252418 \cdot \sin 30^\circ = 114598 \text{ Н}$$

Вертикальне зусилля P , що діє на ролик:

$$P = Q \cdot \cos \varphi \quad (6.59)$$

$$T = 252418 \cdot \cos 30^\circ = 224652 \text{ Н}$$

При розрахунку бандаж прийнятий як розрізна балка, що лежить на двох опорах. Приймаємо внутрішній діаметр бандажа $D_{\text{б}} = 2850$ мм. Бандаж встановлений на 24 башмаках.

Відстань між башмаками:

$$l = \frac{\pi \cdot D_{\text{б}}}{24} \quad (6.60)$$

$$l = \frac{3,14 \cdot 2850}{24} = 373 \text{ мм} = 0,373 \text{ м}$$

Максимальний згинальний момент, що діє на бандаж складає:

$$M_{\text{max}} = \frac{Q \cdot l}{4} \quad (6.61)$$

$$M_{\text{max}} = \frac{252418 \cdot 0,373}{4} = 23475 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бандаж прямокутного перетину та має такі розміри: $B \times h = 0,25 \times 0,25$ м.

Момент опору прямокутного перетину:

$$W = \frac{B \cdot h^2}{6} \quad (6.62)$$

$$W = \frac{0,25 \cdot 0,25}{6} = 0,0026 \text{ м}^3$$

Напруження в бандажі становить:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \quad (6.63)$$

$$\sigma = \frac{23475}{0,0026} = 9014400 \text{ Н/м}^2 = 9,02 \text{ МН/м}^2$$

Бандаж виготовлений із сталі сталь 45 Л. Для цієї сталі межа міцності σ_b і межа текучості σ_T відповідно дорівнюють: $\sigma_b = 550 \text{ МН/м}^2$ і $\sigma_T = 320 \text{ МН/м}^2$. Коефіцієнт запасу міцності відповідно становлять: $n_b = 2,6$ і $n_T = 1,5$. Тоді, допустиме напруження за межею міцності і межею текучості будуть мати наступні значення:

$$\sigma_d = \frac{550}{2,6} = 212 \text{ МН/м}^2$$

$$\sigma_d = \frac{320}{1,5} = 213 \text{ МН/м}^2$$

З умови міцності

$$\sigma \leq \sigma_d$$

$$15 \text{ МН/м}^2 \leq 212 \text{ МН/м}^2$$

Отже, бандаж розрахований правильно.

Визначаємо ширину бандажа:

$$B = \frac{Q}{R}, \quad (6.64)$$

де $K = 20000$ – контактне напруження для матеріалу бандажа, прийняте на підставі дослідних даних, Н/см.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо діаметр осі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{згин}}{0,1 \cdot \sigma_{доп}}} \quad (6.67)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{31552}{0,1 \cdot 123,8 \cdot 10^6}} = 0,136 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр осі в місці установки підшипників 150 мм. У місці установки роликів 160 мм.

До установки приймаємо підшипники кочення.

Швидкість обертання осі складатиме:

$$w = w_{бар.} \cdot \frac{D_{б}}{D_{р}} \quad (6.68)$$

$$w = 2,04 \cdot \frac{3,35}{0,8} = 8,54 \text{ об./м}$$

Враховуючи невелику швидкість обертання, підшипники вибираємо за умовним навантаженням:

$$Q = (R + m - A) \cdot K_{\sigma} \cdot K_{к}, \text{ Н}, \quad (6.69)$$

де R – вертикальне навантаження, що діє на підшипник;

$m = 3,5$ – перевідний коефіцієнт осьового навантаження в радіальне для роликів радіальних і сферичних підшипників;

$K_{\sigma} = 1,2$ – навантаження на підшипник, що характеризується легкими поштовхами;

$K_{к} = 1$ – коефіцієнт, що враховує залежність довговічності підшипника від того, яке кільце обертається, в нашому випадку обертається внутрішнє кільце;

A – осьове навантаження, що діє на підшипник.

$$R = \frac{Q}{2} = \frac{252418}{2} = 126209 \text{ Н}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навантаження, викликане похилим розташуванням барабана, визначаємо за формулою:

$$A = q \cdot L \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (6.70)$$

де $Q = 35545$ – питоме навантаження від ваги барабана, насадки і матеріалу, Н/м;

$L = 20$ – довжина барабана, м;

$\alpha = 3^\circ$ – кут нахилу барабана.

$$A = 35545 \cdot 20 \cdot \operatorname{tg} 3^\circ = 33413 \text{ Н}$$

Тоді

$$Q = (126209 + 3,5 \cdot 33413) \cdot 1,2 \cdot 1 = 291785 \text{ Н}$$

До установки приймаємо підшипник роликовий радіальний сферичний дворядний - № 3630 ГОСТ 5721 - 75: $d = 150$ мм; $D = 320$ мм; $B = 108$ мм.

Наведене навантаження на підшипник: $C = 1100000$ Н.

Розрахунок діаметра регулювальних болтів

На кожному підшипнику опорного ролика встановлено по одному регулювальному болту. Цим болтом встановлюється положення опорного ролика відносно бандажа. На кожен ролик діє горизонтальне розпірне зусилля, яке дорівнює:

$$\frac{T}{2} = \frac{114598}{2} = 57299 \text{ Н}$$

і вертикальне:

$$\frac{P}{2} = \frac{224 \cdot 652}{2} = 112326 \text{ Н}$$

Горизонтальне зусилля, що діє на болт при переміщенні підшипника від вертикальної складової, дорівнює:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$T_B' = \frac{112326 \cdot f}{K}, \quad (6.71)$$

де $f = 0,3$ – коефіцієнт тертя чавуну по сталі;

$K = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірне розподілення зусиль.

Тоді

$$T_A' = \frac{112326 \cdot 0,3}{0,7} = 48140 \text{ Н}$$

Розпірне зусилля, що діє на болт:

$$T_A'' = \frac{57299}{0,7} = 81855 \text{ Н}$$

Сумарна зусилля складає:

$$T_B = T_B' + T_B'' \quad (6.72)$$

$$T_B = T_B' + T_B'' = 48140 + 81855 = 129995 \text{ Н}$$

Визначаємо внутрішній діаметр різьби болта:

$$d = \sqrt{\frac{T_B \cdot 4}{3,14 \cdot [\sigma]}}, \quad (6.73)$$

де $[\sigma] = 120$ – допустиме напруження для матеріалу болта зі сталі Ст.5, МН/м².

$$d = \sqrt{\frac{129995 \cdot 4}{3,14 \cdot 120 \cdot 10^6}} = 37 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

До установки приймаємо болт М 42×3. Внутрішній діаметр різьби 38,103 (ГОСТ 9150-59).

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок відкритої зубчастої передачі

Розрахунковий крутильний момент на барабані сушарки дорівнює $M_{кр} = 191460 \text{ Н}\cdot\text{м} = 19146000 \text{ кГ}\cdot\text{мм}$. Передавальне число зубчастої передачі – $i = 9$. Приймається число зубців шестерні $z_1 = 18$. Число зубців вінцевої шестерні – $z_2 = 9 \cdot 18 = 162$.

Модуль зачеплення визначаємо за формулою:

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot M}{y \cdot [\sigma_{-1}]_u \cdot z \cdot \psi}}, \quad (6.74)$$

де $[\sigma_{-1}]_u = 110 \text{ МН}/\text{м}^2 = 11 \text{ кг}/\text{мм}^2$ – допустиме напруження при нереверсивній роботі;

$y = 0,096$ – коефіцієнт форми зубця при $\alpha = 20^\circ$;

$\psi = 10$ – коефіцієнт довжини зубця.

M – крутильний момент на шестерні, $\text{Н}\cdot\text{мм}$.

$$M = \frac{M_{кр}}{\eta_{від} \cdot i}, \quad (6.75)$$

де $\eta = 0,98$ – ККД відкритої зубчастої передачі.

$$M = \frac{191460}{0,98 \cdot 9} = 21,70748 \text{ Н}\cdot\text{м} = 2170748 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Для виготовлення зубчастого колеса застосовуємо сталь 45Л.

Тоді модуль зачеплення

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,64 \cdot 2170748}{0,096 \cdot 11 \cdot 18 \cdot 10}} = 20,04 \text{ мм}$$

Приймаємо модуль зачеплення: $m = 20 \text{ мм}$.

Визначаємо діаметри початкових кіл:

– шестерні

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_1 = m \cdot z_1 \quad (6.76)$$

$$D_1 = 20 \cdot 18 = 360 \text{ мм}$$

– колеса

$$D_2 = 20 \cdot 162 = 3240 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину колеса:

$$B = m \cdot \psi \quad (6.77)$$

$$B = 20 \cdot 10 = 200 \text{ мм}$$

Визначаємо зусилля, що діють на передачу:

– окружне зусилля, що діє на передачу

$$P = \frac{2M}{D_1} \quad (6.78)$$

$$P = \frac{2 \cdot 2170748}{360} = 12060 \text{ Н}$$

– розпірне зусилля

$$T = P \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (6.79)$$

де $\alpha = 20^\circ$ – кут зачеплення між зубцями передачі.

$$T = 12060 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 4390 \text{ Н}$$

Розрахунок проміжного вала

На рис. 6.4 приведена розрахункова схема проміжного валу.

Розкладаємо окружне та розпірне зусилля на горизонтальну і вертикальну складові.

$$T_B = T \cdot \sin 40^\circ = 4390 \cdot 0,6428 = 2822 \text{ Н}$$

$$T_r = T \cdot \cos 40^\circ = 4390 \cdot 0,7660 = 3363 \text{ Н}$$

$$P_B = P \cdot \sin 50^\circ = 12060 \cdot 0,766 = 9238 \text{ Н}$$

$$P_r = P \cdot \cos 50^\circ = 12060 \cdot 0,6428 = 7752 \text{ Н}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

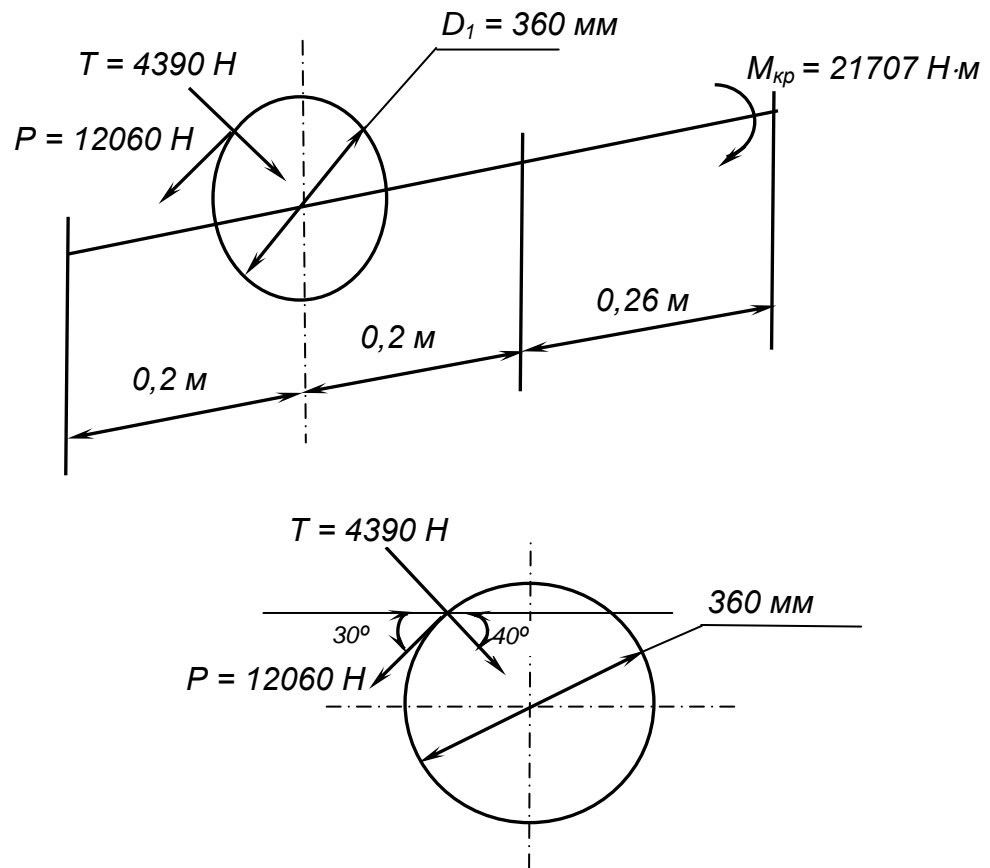


Рисунок 6.4 – Розрахункова схема проміжного вала

Сумарна зусилля:

$$P'_r = P_r + T_r = 3363 + 7752 = 11115 \text{ Н}$$

$$P'_b = P_b + T_b = 2822 + 9238 = 12060 \text{ Н}$$

Будуємо епюри згинальних і крутильних моментів, зображених на рис. 3.5 .

Горизонтальна площина.

Навантаження розташоване симетрично:

$$R_{A_r} = R_{B_r} = \frac{P'_r}{2} = \frac{11115}{2} = 5558 \text{ Н}$$

Максимальний згинальний момент:

$$M_r = R_{A_r} \cdot 0,2 = 5558 \cdot 0,2 = 1111,6 \text{ Н·м}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

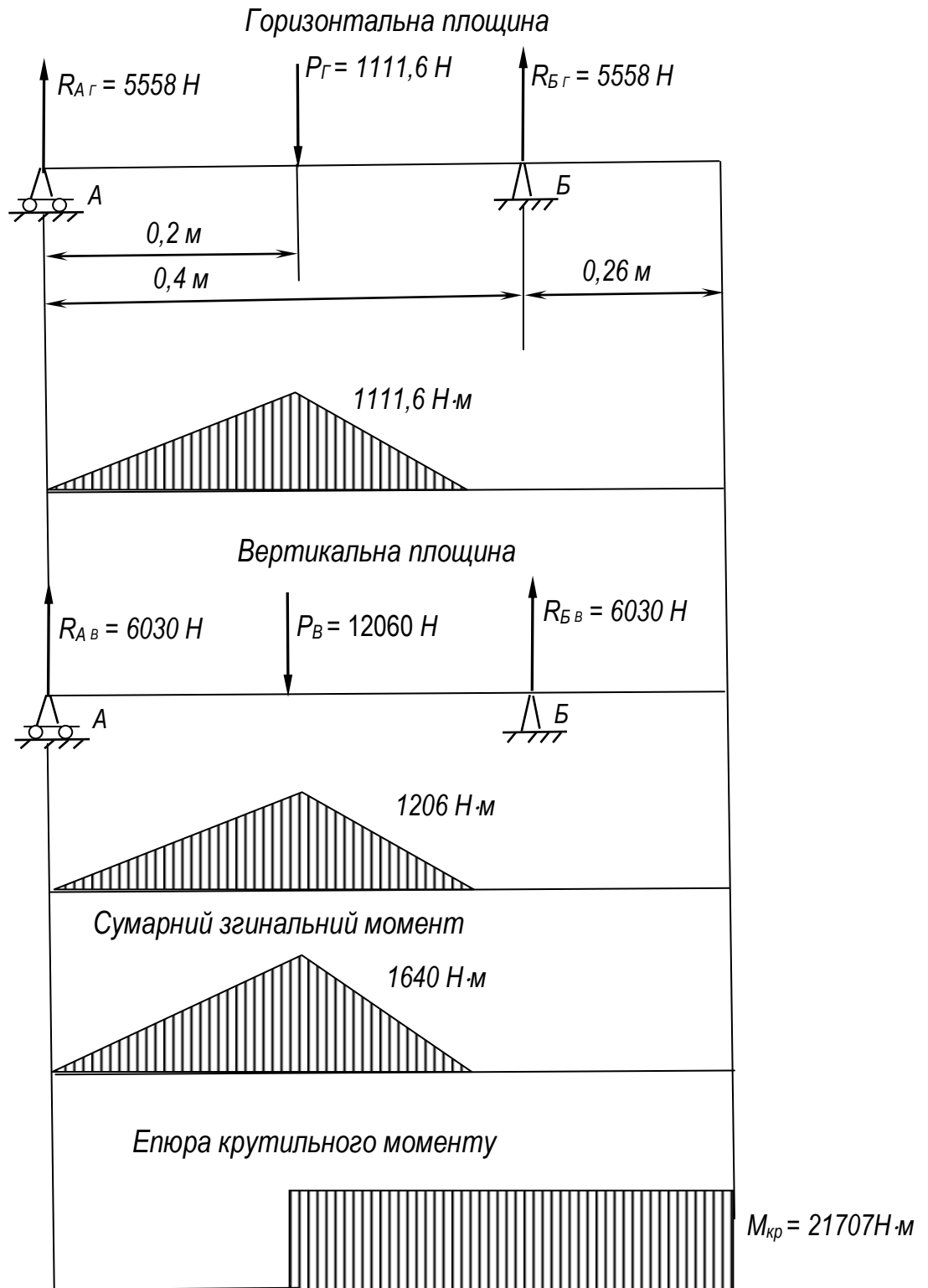


Рисунок 6.5 – Еюра згинальних і крутільних моментів

Вертикальна площина.

Навантаження розташоване симетрично:

$$R_{AB} = R_{BB} = \frac{P'_B}{2} = \frac{12060}{2} = 6030 \text{ Н}$$

Максимальний згинальний момент:

$$M_B = R_{AB} \cdot 0,2 = 6030 \cdot 0,2 = 1206 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сумарний згинальний момент:

$$M_c = \sqrt{M_r^2 + M_B^2} \quad (6.80)$$

$$M_c = \sqrt{1111,6^2 + 1206^2} = 1640 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Наведений момент складатиме:

$$M_{\text{нав.}} = \sqrt{M_c^2 + M_{\text{кр.}}^2}, \quad (6.81)$$

де $M_{\text{кр.}} = 21707$ – крутильний момент на шестірні, Н·м.

$$M_{\text{нав.}} = \sqrt{1640^2 + 21707^2} = 21772 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Матеріал валу – сталь 45. Для цього матеріалу межа міцності при розтягуванні $\sigma_B = 610 \text{ МН/м}^2$, межа текучості $\sigma_T = 360 \text{ МН/м}^2$.

Вал виконаний ступінчастої форми з округленими внутрішніми кутами при діаметрі валу більше 100 мм.

Визначаємо діаметр консольної частини вала за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{кр.}}}{0,1 \cdot [\sigma]_d}}, \quad (6.82)$$

де $[\sigma]_d = 90$ – допустиме напруження вигину для матеріалу вала, МН/м².

$$d = \sqrt[3]{\frac{21707}{0,1 \cdot 90 \cdot 10^6}} = 0,135 \text{ м}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Приймаємо діаметр валу $D = 0,15$ м.

Визначаємо діаметр вала в середній його частині в місці установки шестерні (в точці найбільшого наведеного моменту).

Конструктивно приймаємо діаметр валу $d_1 = 0,17$ м.

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності для консольної частини вала. Номінальне напруження кручення в перетині складатиме:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_k}, \quad (6.83)$$

де $W_k = 634$ – момент опору вала ослабленого пазом від однієї стандартної шпонки, $см^3$.

$$\tau = \frac{21707}{634} = 342,4 \text{ кг/см}^2 = 342,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Коефіцієнт запасу міцності за дотичним напруженням складає:

$$n_{\tau\tau} = \frac{\tau_{\tau}}{\tau}, \quad (6.84)$$

де $\tau_{\tau} = 2880$ – межа міцності при крученні для сталі 45, $кг/см^2$.

$$n_{\tau\tau} = \frac{2880}{342,4} = 8,4$$

Отже, статична несуча здатність вала в консольній частині забезпечена.

Визначаємо номінальне напруження від вигину вала в його середньому перетині:

$$\sigma = \frac{M_u}{W}, \quad (6.85)$$

де $W = 450$ – момент опору вала ослабленого пазом від однієї стандартної шпонки, діаметр валу $\varnothing 170$ мм, $см^3$.

$$\sigma = \frac{16400}{450} = 36,4 \text{ кг/см}^2 = 36,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Номінальне напруження кручення складає:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \frac{217070}{932} = 232 \text{ кг/см}^2 = 232 \cdot 10^5 \text{ Па} ,$$

де 932 – момент опору вала, ослабленого пазом від однієї стандартної шпонки, см³.

Визначаємо коефіцієнти запасу міцності за нормальним і дотичним напруженням:

$$n_{\tau\sigma} = \frac{\sigma_{\tau}}{\sigma}$$

$$n_{\tau\sigma} = \frac{3600}{36,4} = 98,9 \text{ кг/см}^2 = 98,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$n_{\tau\tau} = \frac{\tau_{\tau}}{\tau}$$

$$n_{\tau\tau} = \frac{2880}{232} = 12,4 \text{ кг/см}^2 = 124 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Запас міцності за статичною несучою здатністю визначаємо за формулою:

$$n_{\tau} = \frac{n_{\tau\sigma} \cdot n_{\tau\tau}}{\sqrt{n_{\tau\sigma}^2 + n_{\tau\tau}^2}} \quad (6.86)$$

$$n_{\tau} = \frac{98,9 \cdot 12,4}{\sqrt{98,9^2 + 12,4^2}} = 12,3$$

Отриманий результат – запас міцності n_{τ} – повинен задовольняти такій умові:

$$n_{\tau} > (n_{\tau})_{\min}, \quad (6.87)$$

де $(n_{\tau})_{\min} = 1,7$ – найменше значення коефіцієнта запасу міцності.

$$12,3 > 1,7$$

Отже, статичну несучу здатність вала можна вважати забезпеченою.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Розрахунок підшипників

Визначаємо швидкість обертання проміжного валу за формулою:

$$w_B = w_B' \cdot i = 2,04 \cdot 9 = 18,36 \text{ об./хв.}$$

Умовне навантаження на підшипник складає:

$$Q = (R + m \cdot A) \cdot K_\sigma \cdot K_k, \quad (6.88)$$

де $A = 0$ – осьове навантаження на підшипник;

$K_\sigma = 1,4$ – коефіцієнт, що залежить від характеру навантаження (навантаження характеризується помірними поштовхами);

$K_k = 1$ – коефіцієнт, що залежить від того, яке кільце обертається (обертається внутрішнє кільце);

R – сумарна реакція опори.

$$R = \sqrt{(R_{A\Gamma})^2 + (R_{AB})^2}$$

$$R = \sqrt{5558^2 + 6030^2} = 8200 \text{ Н}$$

$$Q = (8200 + 0) \cdot 1,4 \cdot 1 = 11480 \text{ Н} = 1148 \text{ кг}$$

Коефіцієнт працездатності підшипника розраховується за формулою:

$$C = Q \cdot (w_B \cdot h)^{0,3}, \quad (6.89)$$

де $h = 20000$ – довговічність підшипника, година.

$$C = 1148 \cdot (18,36 \cdot 20000)^{0,3} = 53631$$

До установки приймаємо кульковий однорядний підшипник № 232 за ГОСТ 8338-75, для якого: $d = 160$ мм, $D = 290$ мм; $B = 48$ мм. Статична вантажопідйомність: $C = 209000$ Н.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок шпонкового з'єднання

На рис. 6.5 зображена схема шпонкового з'єднання.

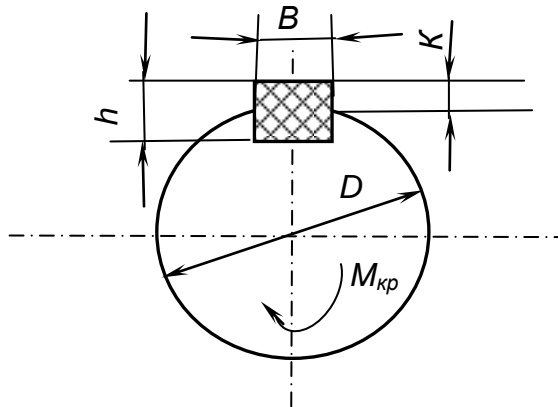


Рисунок 6.6 – Схема шпонкового з'єднання

Перевіряємо правильність вибору шпонки з умови її міцності на зминання і на зріз:

$$\sigma_{зм} = \frac{2M_{кр}}{z \cdot K \cdot L_p \cdot (D + R)} \leq [\sigma]_{зм} \quad (6.90)$$

$$\tau_{зр} = \frac{2M_{кр}}{z \cdot B \cdot L_p \cdot D} \leq [\tau]_{зр} \quad (6.91)$$

де $M_{кр} = 210707 \text{ Н} \cdot \text{м} = 217070 \text{ кг} \cdot \text{см}$ – крутильний момент, переданий шпонковим з'єднанням;

$z = 1$ – кількість шпонок в з'єднанні для вала діаметром 150 мм;

$B = 4,0$ – ширина шпонки, см;

$L = 24$ – довжина маточини муфти, см;

$L_p = 20$ – робоча довжина шпонки, см;

$h = 2,2$ – висота шпонки, см;

$D = 15$ – діаметр вала, см;

K – частина шпонки, що виступає над валом, см.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$K = h - t, \text{ см,} \quad (6.92)$$

де $t = 1,1$ – глибина паза валу (ГОСТ 8788 - 68).

$$K = 2,2 - 1,1 = 1,1 \text{ см}$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 217070}{1 \cdot 1,1 \cdot 20 \cdot (15 + 1,1)} = 1226 \text{ кг/см}^2 = 1226 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Матеріал шпонки – Ст. 6, допустиме напруження зминання дорівнює 150 МН/м^2 або 1500 кг/см^2 .

Перевіряємо

$$\sigma_{зм} = 1226 \text{ кг/см}^2 \leq [\sigma]_{зм} = 1500 \text{ кг/см}^2 = 1500 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Отже, умова міцності шпонки на зминання виконується, шпонка розрахована правильно.

Визначаємо умову міцності на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 217070}{1 \cdot 4 \cdot 20 \cdot 15} = 362 \text{ кг/см}^2 = 362 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Допустиме напруження на зріз $[\tau]_{зр} = 1000 \text{ кг/см}^2$.

$$\tau_{зр} = 362 \text{ кг/см}^2 \leq [\tau]_{зр} = 1000 \text{ кг/см}^2$$

Розрахунок шпонки на зріз виконаний правильно. Отже, шпонка обрана правильно.

Виконаємо розрахунок шпонки, встановленої в середньому перетині вала:

$$\sigma_{зм} = \frac{2M_{кр}}{z \cdot K \cdot L_p \cdot (D + R)} \leq [\sigma]_{зм},$$

де $M_{кр} = 210707 \text{ Н}\cdot\text{м} = 217070 \text{ кг}\cdot\text{см}$ – крутильний момент, переданий шпонковим з'єднанням;

$z = 1$ – кількість шпонок в з'єднанні для вала діаметром 150 мм ;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$B = 4,5$ – ширина шпонки, см;

$L = 30$ – довжина маточини муфти, см;

$L_p = 25,5$ – робоча довжина шпонки, см;

$h = 2,5$ – висота шпонки, см;

$D = 17$ – діаметр вала, см;

K – частина шпонки, що виступає над валом, см.

$$K = 2,5 - 1,3 = 1,2 \text{ см,}$$

де $t = 1,3$ – глибина паза валу (ГОСТ 8788 - 68).

$$G_{зм} = \frac{2 \cdot 217070}{1 \cdot 1,2 \cdot 25,5 \cdot (17 + 1,2)} = 779,9 \text{ кг/см}^2 = 779,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\sigma_{зм} = 779,9 \text{ кг/см}^2 \leq [\sigma]_{зм} = 1500 \text{ кг/см}^2$$

$$G_{см} = 779,9 \cdot 10^5 \text{ Па} \leq [G]_{см} = 1500 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Умова міцності шпонки на зминання розрахована правильно.

Визначаємо умову міцності на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 217070}{1 \cdot 4,5 \cdot 25,5 \cdot 17} = 222,5 \text{ кг/см}^2 = 222,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\tau_{зр} = 222,5 \text{ кг/см}^2 \leq [\tau]_{зр} = 222,5 \text{ кг/см}^2$$

$$\tau_{зр} = 222,5 \cdot 10^5 \text{ Па} \leq [\tau]_{зр} = 1000 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Умова міцності на зріз виконується. Отже, шпонка обрана правильно.

Розрахунок упорного ролика

Визначаємо осьове навантаження, що діє на упорний ролик:

$$T = P_{заг} \cdot \text{tg} \alpha, \quad (6.93)$$

де $\alpha = 3^\circ$ – кут нахилу барабана;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{\text{заг.}}$ – загальна маса всіх обертових частин барабана, Н.

Загальна маса всіх обертових частин барабана розраховується за формулою:

$$P_{\text{заг.}} = q \cdot L + m_{\text{к}} + 2m_{\text{б}}, \quad (6.94)$$

де $q = 35545$ – сумарне навантаження, що дорівнює вазі барабана, насадки і матеріалу, що знаходиться в барабан, Н / м;

$L = 20$ – довжина барабана, м;

$m_{\text{к}} = 120000$ – маса зубчастого колеса з елементами його кріплення, Н;

$m_{\text{б}}$ – маса бандажа, Н.

Маса бандажа визначається з виразу:

$$m_{\text{б}} = m_{\text{б}}' + 0,3m_{\text{б}}'', \quad (6.95)$$

де $0,3m_{\text{б}}''$ – маса елементів кріплення бандажа, Н;

$m_{\text{б}}'$ – маса бандажа, визначаємо за формулою:

$$m_{\text{б}}' = \frac{\pi \cdot (D_{\text{зов.}}^2 - D_{\text{вн.}}^2)}{4} \cdot B \cdot 7800, \quad (6.96)$$

де $D_{\text{зов.}} = 3,35$ – зовнішній діаметр бандажа, м;

$D_{\text{вн.}} = 2,85$ – внутрішній діаметр бандажа, м;

7800 – щільність сталі, кг/м³.

$$m_{\text{б}}' = \frac{3,14 \cdot (3,35^2 - 2,85^2)}{4} \cdot 0,25 \cdot 7800 = 4745 \text{ кг} = 47450 \text{ Н}$$

$$m_{\text{б}} = 47450 + 0,3 \cdot 47450 = 61685 \text{ Н}$$

$$P_{\text{заг.}} = 35545 \cdot 20 + 120000 + 2 \cdot 61685 = 954270 \text{ Н}$$

$$T = 954270 \cdot \text{tg}3^\circ = 49622 \text{ Н}$$

Ширину опорного ролика визначаємо за формулою:

$$B = \frac{T}{K}, \quad (6.97)$$

де $K = 20000$ – контактне напруження, прийняте на підставі дослідних даних для повільно обертових бандажів, Н / см.

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

2017.027.00.000 ПЗ

$$B = \frac{49622}{20000} = 2,48 \text{ см}$$

Конструктивно приймаємо ширину бандажа, що контактує з роликом, 60 мм. Діаметр упорного ролика $D_p = 400$ мм. Упорний ролик встановлений на осі, закріпленій в кронштейні. Кронштейн може переміщатися уздовж барабана за допомогою регулювальних болтів. Ролик обертається на двох кулькових підшипниках. На рис. 3.6 зображений упорний ролик.

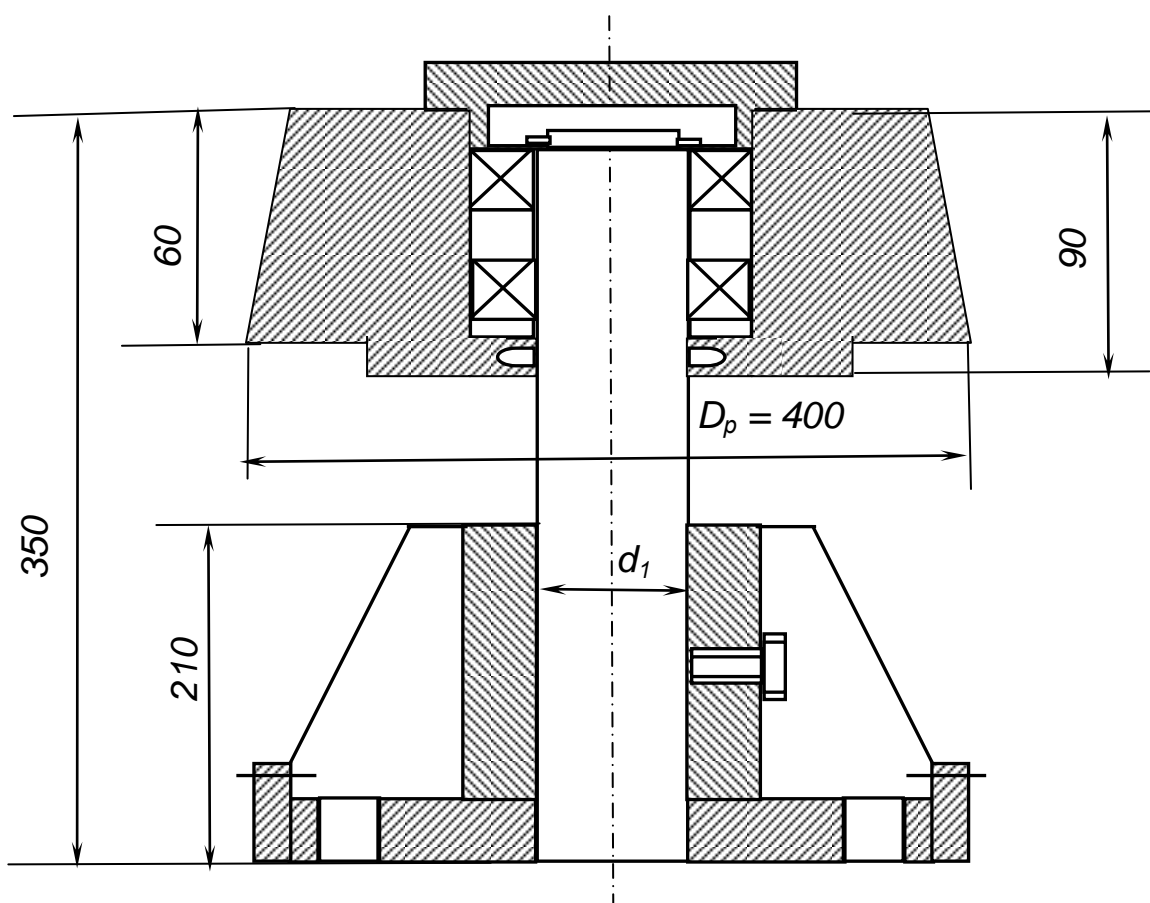


Рисунок 6.7 – Упорний ролик

Вісь ролика розглядаємо як балку, защемлену в кронштейні.

Максимальний згинальний момент на вісь діє в точці защемлення. Згинальний момент визначаємо за формулою:

$$M_{зг} = T \cdot L, \quad (6.98)$$

де $L = 11,0 \text{ см} = 0,11 \text{ м}$ – точка прикладання сили.

$$M_{зг} = 49622 \cdot 0,11 = 5458 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Приймаємо матеріал осі – сталь 45. Допустиме напруження згину для цього матеріалу $[\sigma]_u = 900 \text{ кг/см}^2 = 90 \text{ МН/м}^2$.

Розрахунковий діаметр осі складає:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,1 \cdot [\sigma]_u}}$$
$$d = \sqrt[3]{\frac{5458}{0,1 \cdot 90 \cdot 10^6}} = 0,085 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр осі в місці установки підшипників 90 мм, в місці кріплення в кронштейні – 100 мм.

Дійсне напруження вигину в точці защемлення дорівнюватиме:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$
$$W = \frac{3,14 \cdot 0,1^3}{32} = 0,0000981 \text{ м}^3$$
$$\sigma = \frac{M_{зг}}{W}$$
$$\sigma = \frac{5458}{0,0000981} = 5564 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2 = 55,64 \text{ МН/м}^2$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності за нормальним напруженням:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma}$$
$$n = \frac{360}{55,64} = 6,48$$

Перевіряємо

$$n = 6,48 > (n_T)_{\min} = 1,7$$

де $(n_T)_{\min} = 1,7$ – найменше значення коефіцієнта запасу міцності.

Умова міцності виконується. Отже, статична несуча здатність осі забезпечена.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Розрахунок підшипників упорного ролика

Швидкість обертання упорного ролика складає:

$$w_p = w_6 \cdot i,$$

де $w_6 = 2,04$ – швидкість обертання барабана, об./хв.;

i – передавальне число пари бандаж - упорний ролик.

$$i = \frac{D_{\text{бан.}}}{D_p}, \quad (6.99)$$

де $D_{\text{бан.}}$ – зовнішній діаметр бандажа, м;

$D_p = 0,4$ – діаметр упорного ролика, м.

$$i = \frac{3,35}{0,4} = 8,4$$

$$w_p = 2,01 \cdot 8,4 = 17,2 \text{ об./хв.}$$

При розрахунку умовно приймаємо, що навантаження на два підшипника, встановлені в ролику, розподілене порівну між ними.

Визначаємо навантаження, що діє на підшипник:

$$Q = (R + m \cdot A) \cdot K_\sigma \cdot K_\kappa,$$

де R – радіальна реакція опори, діюча на підшипник;

$A = 0$ – осьове навантаження на підшипник відсутнє;

$K_\sigma = 1,4$ – коефіцієнт, що залежить від характеру навантаження (навантаження характеризується помірними поштовхами);

$K_\kappa = 1,35$ – коефіцієнт, що вводиться в розрахункову формулу при обертанні зовнішнього кільця підшипника.

$$R = \frac{T}{2} = \frac{49622}{2} = 24811 \text{ Н}$$

$$Q = (24811 + 0) \cdot 1,4 \cdot 1,35 = 46893 \text{ Н}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт працездатності підшипника складає:

$$C = Q \cdot (w_p \cdot h)^{0,3},$$

де $h = 20000$ – довговічність підшипника, година.

$$C = 46893 \cdot (17,2 \cdot 20000)^{0,3} = 214806$$

До установки приймаємо шарикопідшипник радіальний однорядний № 318 за ГОСТ 8338-75, для якого: $d = 90$ мм, $D = 190$ мм; $B = 43$ мм. Динамічна вантажопідйомність $C = 11200$ кг. Статична вантажопідйомність підшипника $C_0 = 10100$ кг. Максимальна швидкість обертання 3150 об./хв.

Розрахунок діаметра регулювального болта

На кожному кронштейні упорного ролика встановлено по два регулювальних болта. З причини відсутності вертикальної складової, що діє на опорну поверхню кронштейна ролика, в розрахунку враховуємо тільки горизонтальну силу, що діє на упорний ролик – $T = 49622$ Н.

Горизонтальне зусилля, яке сприймається кожним з болтів:

$$P = \frac{T}{2 \cdot K}, \quad (6.100)$$

де 2 – кількість встановлюваних болтів;

$K = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірне розподілення зусилля по болтам.

$$P = \frac{49622}{2 \cdot 0,7} = 35444 \text{ Н}$$

Визначаємо внутрішній діаметр різьби болта:

$$d = \sqrt{\frac{P \cdot 4}{3,14 \cdot [\sigma]}}, \quad (6.101)$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $[\sigma] = 120$ – допустиме напруження для матеріалу болта, виготовленого з Ст. 5, МН/м².

$$d = \sqrt{\frac{35444 \cdot 4}{3,14 \cdot 120 \cdot 10^6}} = 0,019 \text{ м}$$

До установки приймаємо болт М 24×3 (ГОСТ 9150-59).

6.5 Висновки за конструкцією і розрахунками сушильного барабану

Дипломним проектом запропонована конструкція сушильного барабана, що істотно відрізняється від існуючих. Так, конструкція внутрішньої насадки складається з гвинтової насадки на початку барабана, лопатевої насадки, розташованої безпосередньо за гвинтовою і перевалочною насадки, що займає більшу частину довжини барабана. Така комбінована насадка дає можливість ефективно використовувати тепло топкових газів і інтенсивно випаровувати вологу з поверхні крейдної крихти на початку процесу сушки.

Крім того, в конструкцію приводу барабана між електродвигуном і редуктором встановлений електрогидравлічне гальмо, що дає можливість зупинити барабан в будь-якому положенні. Зупинка барабана у фіксованому положенні дає можливість виконувати його ремонт у зручному його положенні по відношенню до ремонтників.

При відключенні електроживлення електродвигуна включається в роботу гальмо і фіксує положення барабана на момент вимикання електродвигуна. У цьому випадку відсутнє мимовільне обертання барабана в протилежну сторону, що має місце в разі відсутності гальма.

У процесі проектування виконаний матеріальний і тепловий розрахунок сушильного барабана, визначена потужність приводу, виконані розрахунки на міцність барабана, бандажів, відкритої зубчастої передачі, проміжного валу.

										Арк.
										66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					2017.027.00.000 ПЗ	

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Обичайки барабанної сушарки виготовляють зварними зі сталевих аркушів товщиною 20 мм. Вальцювання, штампування обичайок допускається робити тільки на відповідних машинах або пресах. Виготовлення ручним способом, а також місцеве нагрівання й виправлення молотком не допускається.

Обичайки можуть бути виготовлені вальцюванням карт, зварних у плоскому стані з декількох аркушів. Зварні шви в обичайках, зварних з карт, повинні бути розташовані паралельно утворюючої.

Ширина аркушів між швами не менш 800 мм, а ширина замикаючої вставки не менш 400 мм.

Вальцювання обичайок з аркуша роблять у холодному стані. З метою обмеження залишкових напруг у металі після холодної гнучкі обичайку варто піддати термічній обробці, або виготовляти обичайку гарячим способом (нагрівання аркуша до $\sim 1000^{\circ}\text{C}$; закінчення гнучкі не нижче 700°C).

Гибку обичайок з аркушів роблять на тривалкових або чотиривалкових листозгинальних вальцях, а також на гибочних пресах. У цих машинах гнучка аркуша здійснюється обертовими валками. У тривалкових машинах гибочним є середній валок, а в чотиривалкових – бічні валки. Аркуш, що підлягає вальцюванню, уводять у валки й згинають його переміщенням вниз середнього валка (тривальна машина) або підніманням нагору бічних валків (чотиривальна машина). Гибку роблять за кілька пропусків. Після кожного пропуску кривизну аркуша збільшують до одержання замкнутої циліндричної обичайки. Вальцювання напівобичайок (корит) роблять до одержання розчину їхніх крайок, що відповідає заданому радіусу, і до заданої кривизни.

Тривальна машина не дозволяє зігнути крайки аркуша при вальцюванні. На довжині трохи менше половини відстані між бічними

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

валками, крайки залишаються плоскими. Тому для одержання правильної циліндричної форми обичайок крайки попередньо підгинають. Операцію подгибки крайок звичайно виконують на гідравлічному пресі. Можлива підгибка крайок на тривалковій листозгинальній машині вдавненням кінця аркуша в загибочну матрицю.

При вальцюванні обичайок на чотиривалковій машині додаткового встаткування для подгибки крайок не потрібно.

Технологія виготовлення бандажем складається з наступних операцій:

1. різання злитків на заготівки;
2. нагрів заготівки;
3. попереднє кування або пресування;
4. кування на роговому молоті або пресування для отримання необхідної розводки;
5. нагрів розводок;
6. прокатка бандажа;
7. розтягнення на пресі;
8. таврування на спеціальному пресі;
9. термічна обробка.

Вихідним матеріалом для виготовлення бандажів є злитки. Після видалення поверхневих дефектів злитки розрізають на заготівки, які нагрівають в печі. Гарячі заготівки осаджують на пресі і прошивають отвір в центрі.

При подальшій обробці розганяють отвір і надають точні розміри ободу по висоті. Це виконують в чорновій кліті, а потім прокочують в чистовій кліті, де отримують необхідний профіль поверхні і заданий діаметр бандажа.

Після прокатки, бандажі розтягують на пресі, щоб надати їм точні розміри по діаметру, і усувають овальність. Заключною операцією при виготовленні бандажів є термічна обробка – гартування з відпуском. Перед

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надходженням на склад бандажі оглядають, випробовують на твердість і сортують.

Технологія виробництва зубчастого вінця починається з виготовлення ливарного модельного оснащення. Далі модельний комплект передається в ливарне виробництво, де з його допомогою формується ливарна форма. Далі модель вінця витягується з піщаної форми і в утворений простір заливається метал. Виливок зубчастого вінця після обрізки прибутків і літнікової системи далі подається на термообробку, де відбувається поліпшення структури металу і зняття внутрішніх напружень. Дробеструйне очищення виливки – завершальна стадія отримання заготовки зубчастого вінця.

Заготівля-виливок складається з 2-х частин. Далі на кожній з частин механічно обробляються сполучні торці і розточуються кріпильні отвори. Після цього вінець збирається і виконується механобробка діаметрів і торців зубчастого вінця. Остаточна обробка – зубонарізка виконується на зубофрезерному верстаті черв'ячними або модульними фрезами в залежності від модуля зуба і наявного обладнання. Зубчастий вінець рекомендується фарбувати для захисту від корозії і позначення робочих поверхонь.

7.1 Технологічний процес зборки

Готові фундаменти приймають під монтаж сушильного барабана тільки при відповідності фактичних основних і прив'язочних розмірів, висотних відміток, а також розташування осей колодязів під фундаментні болти проектним. При цьому відхилення в розмірах не повинні перевищувати величин, наведених в СНиП Ш-Г.10-66. Поздовжні і поперечні осі фундаментів, прийнятих під монтаж, перевіряють за допомогою сталевих струн і отвісів. Отвіси повинні збігатися з позначками на планках, забитих в тіло фундаментів. Результати перевірки фундаментів заносять у формуляр, який прикладають до акту приймання фундаментів.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На монтажний майданчик сушарки надходять у вигляді окремих вузлів і деталей. Необхідна висока ступінь механізації робіт, так як маса монтованих вузлів значна. Послідовність монтажу така: установка опорних роликів з вивірянням їх відносно осі барабана; установка барабана з вивірянням кута нахилу і рівномірного прилягання бандажів на ролики; установка опорних роликів, венцового колеса, приводу сушарки та провідної шестерні; монтаж допоміжних вузлів

Перед установкою опорних і опорно-упорних конструкцій і приводу на поверхнях необхідно забезпечити, щоб:

1) різниця висотних відміток підкладок під підшипники не перевищувала 3 мм, ухил підкладок під підшипники був не більше $\pm 0,3$ мм на 1 м, ухил клинів – не більше 10 мм на 120 мм;

2) прилягання підшипників в корпусі (по фарбі) було менше однієї плями торкання на 3 см² поверхні;

3) відхилення осі вкладишів не перевищувало 0,3 мм;

4) прилягання цапф у вкладишах підшипників (по фарбі) було не менше одного плями торкання на 2 см² поверхні;

5) контакт зубів відкритої передачі по довжині становив не менше 50%, по висоті – не менше 40%.

6) бічний зазор в зубчастій передачі дорівнював 0,42 мм, міжцентрової відстані $\pm 0,2$ мм.

Корпус барабана забезпечується двома зовнішніми сталевими кільцями (бандажами), частіше прямокутного перерізу, передають навантаження від барабана роликам опорних станцій. Застосовують нерозбірні і розбірні способи кріплення бандажів на корпусі барабанної сушарки. При нерозбірному з'єднанні бандаж в гарячому стані насаджують на корпус барабанної сушарки або приварюють до нього (другий спосіб застосовується для корпусів сушарок діаметром до 1 м).

Розбірна конструкція і розміри опорних і опорно-упорних бандажів визначаються ОСТ 26-01-445-78. Бандаж кріпиться на корпусі за допомогою

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

башмаків, які упорами фіксують бандаж по черзі ліворуч і праворуч, перешкоджаючи його переміщенню. Бандаж центрується за допомогою прокладок, розміщених між башмаком і підкладкою. Прокладки та підкладку встановлюють в виїмку башмака, що запобігає їх зміщенню по колу. Зміщення в осьовому напрямку запобігає упорна планка, що закріплюється на башмаку двома болтами.

Венцову шестерню встановлюють на барабані якомога ближче до опорно-упорної станції з метою зменшення згинального моменту від маси шестерні і зниження її радіального биття. Венцова шестерня кріпиться до корпусу барабанної сушарки за допомогою пружин, що спираються на сталеві майданчики, закріплені на корпусі за умов високої температури сушильного агента, що значно відрізняється від температури стінок корпусу при монтажі. При кріпленні за допомогою пружин венцова шестерня кріпиться болтами до поздовжніх плоских пружин, що спираються на сталеві майданчики, прикріплені до барабану.

Центрують венцову шестерню за допомогою прокладок, встановлених між шестернею і ресорами або між ресорами і майданчиками. Конструкції кріплень венцової шестерні до корпусу барабанної сушарки наведені в ОСТ 26-01-436-78-ОСТ 26-01-450-78.

Збірка половин вінця повинна забезпечити їх щільне зіткнення. Зазор не повинен перевищувати 0,1 мм. Биття зубчастого вінця регламентується конструкторською документацією, але зазвичай не повинно перевищувати 0,25 мм. Биття торцевої поверхні зубчастого рознімного вінця не повинно перевищувати 0,35 мм.

При температурі сушильного агента вище 350 °С на кінці корпусу апарату з боку входу теплоносія встановлюється захисне кільце по ОСТ 26-01-442-78. На кінці корпусу апарата з протилежного боку входу теплоносія по ОСТ 26-01-443-78 встановлюється підпірне кільце, що забезпечує затримку матеріалу, що сушиться, в корпусі барабанної сушарки.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

8. РЕМОНТ І МОНТАЖ

На проектованому підприємстві прийнята система планово-попереджувальних ремонтів. Згідно цієї системи, технічне обслуговування та ремонт обладнання проводиться після його пробігу у міжремонтному циклі. Залежно від міжремонтного пробігу виконується технічне обслуговування або проводиться капітальний ремонт. Простій обладнання при виконанні ремонтних робіт строго регламентований. Всі роботи з підготовки обладнання до ремонту, здача його в ремонт і прийом після ремонту оформляються відповідними актами.

Поточний ремонт сушарки проводять через 720 годин протягом 6-16 год. з трудозатратами 10-40 люд.-год. Середній ремонт проводять через 8640 год. протягом 48-120 год. при затратах 94-600 люд.-год. Капітальний ремонт проводять один раз в 3 роки (через 25920 год.) протягом 96-360 год. при затратах 230-1200 люд.-год.

Під час поточного ремонту проводять ревізію маслосистеми; перевіряють герметичність вузлів харчування сушарки і вивантаження готового продукту; оглядають газову топку; підтягують кріплення вузлів і деталей; оглядають привід сушарки.

При середньому ремонті сушарку частково розбирають, при цьому виконують роботи по ремонту або частковій заміні насадки, зміні роликів, заміні підшипників, ущільнювальних кілець. Проводять середній ремонт приводу: повертають або замінюють підвенцову шестерню, міняють масло в редукторі і, якщо потрібно, – окремі зношені деталі. Ремонтують футеровку барабана, регулюють обертання барабана.

Під час капітального ремонту повністю розбирають сушарку, замінюють ділянки обичайки, змінюють насадку, ремонтують або замінюють бандажі, повертають або змінюють венцове колесо з підвенцовою шестерню, ремонтують камеру спалювання, футеровку. Барабан сушарки перевіряють на герметичність, центрують. Проводять капітальний ремонт приводу.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі експлуатації зношуються підшипники і цапфи валів (осей) опорних роликів, поверхні опорних роликів і опорних бандажів, внутрішні перегородки, обичайки корпусу, кінцеві кільця ущільнювачів і ін. Швидкого зносу піддаються вкладиші підшипників роликів опор, ущільнювальні кільця, ролики, бандажі, пвдвенцева шестерня. У місці подачі гарячих газів можливий прогар дільниці корпусу або деформація його внаслідок високих температур.

Ролики виготовляють зі сталі дещо меншої твердості, ніж сталь, з якої виконані бандажі. Це обумовлено тим, що змінити або відновити ролик легше, ніж бандаж. Поверхні роликів повинні бути добре оброблені. Для збільшення зносостійкості поверхні наплавляють твердими сплавами.

Неправильна установка роликів і їх нерівномірний знос можуть служити причиною прогину барабану. Можливі й інші несправності барабана: порушення зварних швів, утворення випучін, прогар стінки. Тому при ремонтах барабан ретельно перевіряють. Обичайки відновлюють за звичайною для циліндричних апаратів технологією.

Бандажі в процесі тривалої роботи зношуються, і форма їх спотворюється. Поверхні бандажів обточують на місці. Якщо ступінь зносу така, що обточувати бандаж можна, його знімають. Ця операція дуже трудомістка: знімають суміжну обичайку барабана з бандажем, зрізають або розклепують старий бандаж, ставлять новий; потім обичайку разом з бандажем встановлюють на колишнє місце і заварюють.

Бандажі. Термін їх служби досягає 15-20 років. Під час капітального ремонту деформовані бандажі проточують за допомогою переносного супорта. Якщо необхідна заміна бандажа, барабан піднімають, розрізають бандаж і видаляють по частинах. Потім встановлюють новий в нагрітому стані або збирають його з двох-трьох частин з наступним зварюванням.

Опорні ролики посаджені на осі гарячою або пресовою посадкою. Вкладиші підшипників роликів ремонтують при середньому ремонті, ролики періодично проточують по зовнішній поверхні, або, якщо їх діаметр зменшується до 80% від номінального, замінюють новими (в комплекті з валом).

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвенцові шестерні. Число зубів шестерень становить від 18 до 25 при модулі 24-30 мм. Шестерні змінюють при капітальному ремонті, а в окремих випадках і при середньому. Відновлення їх недоцільно, однак продовжити термін їх служби можна поворотом на 180 °.

Венцове колесо. Вінець готують цільним або що складається з двох половин, маса його досягає 4-6 т, термін служби 15-20 років. У міру зношування венцове колесо повертають на кут 180 °. В окремих випадках роблять наплавку зубів за шаблоном на зібраному колесі. Зуб повинен бути встановлений в горизонтальне положення, що досягається поворотом самого барабана. Фрезерування зубів після наплавлення можна проводити за допомогою переносного пристосування.

Після ремонту вузлів перевіряють прямолінійність і ухил осі барабана, рівномірність обпирання всіх бандажів на свої роликоопори, співвісність з ущільнювачами та т. д.

До проведення технічного обслуговування або капітального ремонту служба механіка цеху готується завчасно і готує необхідні запасні частини, комплектуючі матеріали, стандартні вироби, ремонтні пристосування і оснащення.

Одним з ефективних методів збільшення потужності виробничої дільниці або цеху є скорочення часу простою обладнання в ремонті. Для цього механік цеху готує наступні матеріали для проведення капітального ремонту: дефектну відомість; кошторис на проведення ремонтних робіт; креслення вузла або машини, що реконструюються, в разі виконання їх модернізації; сітьовий графік для складних машин, що вимагають тривалого простою в ремонті.

У табл. 4.1 наведена дефектна відомість на виконання капітального ремонту сушильного барабана. Відомість обов'язково повинна бути затверджена головним механіком заводу.

Найбільш трудомісткою операцією при виконанні капітального ремонту сушильного барабана є демонтаж опорних роликів і бандажів для подальшої їх проточки на токарних верстатах. Установка для підйому барабана мостового крана в цеху економічно не доцільно. Це пояснюється

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

тим, що проточка бандажів, роликів і заміна підшипників опорних станцій виконується тільки при проведенні капітального ремонту, тобто один раз на протязі трьох років.

Таблиця 8.1 – Дефектна відомість на виконання капітального ремонту сушильного барабану

№ з/п	Найменування вузла або деталі, виявлені дефекти	Кількість	Спосіб виконання ремонтних робіт
1	2	3	4
1	Барабан сушарки з насадкою	1	
1.1	Обичайка барабана Виконати вимірювання товщини обичайки ультразвуковим товщиноміром. У разі зносу до товщини менше 16 мм встановити захисну сорочку.	1	Заготівля захисної сорочки. Три сектора обичайки довжиною 2000 мм. Діаметр заготовки 2750 мм. Товщина 10 мм. Варити по периметру і плюс до цього клепка з кроком 400×400 мм.
1.2	Насадка Заміна зношених ділянок при товщині ерозійної корозії більше 1/3 від проектної величини.	1	Демонтаж зношених ділянок із заміною їх на нові. Обсяг робіт визначається механіком цеху.
2	Привід барабана	1	
2.1	Редуктор Зняти кришку редуктора. Перевірити технічний стан зубчастих пар і підшипників.	1	У разі виявлення зносу шестерень і зубчастих коліс замінити новими. Перевірити стан підшипників, у разі поломки їх - замінити.
2.2	Пальцева муфта Демонтувати пальці з втулками.	1	Замінити втулки.
2.3	Електрогідравлічне гальмо.	1	Злити масло, промити систему трансформаторним маслом, залити нове масло.
2.4	Проміжний вал Знос зубців шестерні на 1-1,8 мм. Поломка одного зубця на 1/3 довжини. Радіальне биття кільця підшипника більше 0,7 мм.	1	Заміна шестерні і підшипників проміжного вала № 332 .
3	Опорно-упорна станція Знос бігових доріжок роликів (опорних), викришування торцевих поверхонь. Знос 1 - 4 мм. Радіальне биття $\Delta_{\text{max}} = 3$ мм. Заміна підшипників. Корозійний знос регулювальних болтів.	1	Установка пристосування підйому барабана. Демонтаж опорних роликів. Проточка на верстаті до прямолінійності поверхні роликів. Заміна підшипників № 3630. Встановлення нових регулювальних болтів. Ревізія упорних роликів.

										Арк.
										75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.027.00.000 ПЗ					

Продовження табл. 8.1

1	2	3	4
4	Опорний бандаж Знос бігової доріжки бандажа. Відхилення від прямолінійності.	1	Установка пристосування підйому барабана. Демонтаж башмаків. Демонтаж бандажа, проточка до прямолінійності бігової доріжки.
5	Опорна станція Знос бігових доріжок роликів, кришіння торцевих поверхонь. Знос 1 - 5 мм. Радіальне биття $\Delta_{\text{max}} = 3$ мм. Заміна підшипників. Корозійний знос регулювальних болтів.	1	Робота виконується після закінчення робіт п. 3, 4. Установка пристосування підйому барабана. Демонтаж опорних роликів. Проточка на верстаті до прямолінійності поверхні роликів. Заміна підшипників № 36. Встановлення нових регулювальних болтів
6	Опорний бандаж Знос бігової доріжки бандажа. Відхилення від прямолінійності.	1	Робота виконується з встановленим пристосуваннями підйому барабана. Демонтаж башмаків. Демонтаж бандажа і його проточка до прямолінійності бігової доріжки. Збірка.
7	Торцеве ущільнення барабана з боку топки Порушення герметичності ущільнення.	1	Демонтаж чавунного кільця, пальців, секторів і сталевго кільця барабана. Проточка кільця і секторів. Заміна сталевго кільця барабана. Установка 4-х нових пальців і пружин. Збірка.
8	Прогорання елементів топки Деформація окремих ділянок корпусу топки. Площа цегляної кладки, що підлягає заміні, не більше 1,2 м ² .	1	Розбирання старої кладки. Ремонт каркаса. Цегляна кладка топки.
9	Радіальне ущільнення Ерозійне руйнування елементів ущільнення	1	Демонтаж ущільнення. Встановлення нових ущільнюючих елементів. Збірка.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.027.00.000 ПЗ

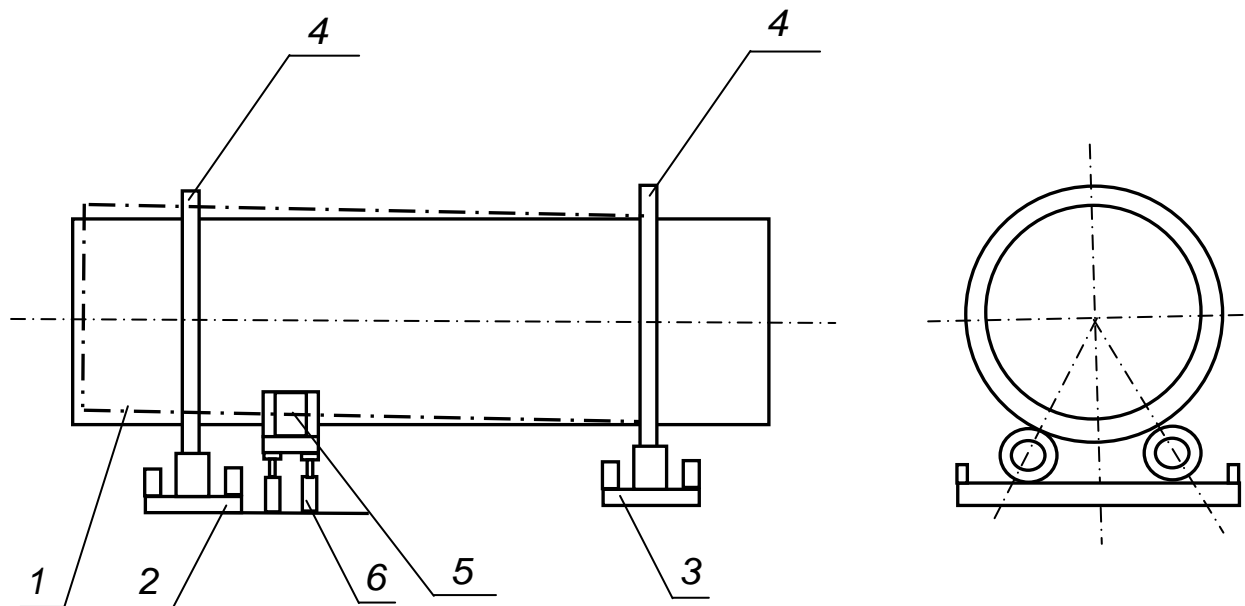
Арк.

76

Для проведення цих видів робіт доцільніше застосовувати наступне пристосування, що складається з опори поз.5 (рис. 4.1), верхня частина якої повторює форму зовнішнього діаметра барабана, а нижня має площину з чотирма поглибленнями, розташованими по вершинах чотирьох куточків. Опора розташовується безпосередньо за опорною або упорною станціями барабана. У поглиблення опори вставляються домкрати, якими і проводиться підйом барабана на висоту 10-12 мм від опорної поверхні ролика.

Для запобігання самовільного опускання барабана вниз, у верхньому положенні під опору підкладають обрізки шпал. Після цього можна приступати до демонтажу опорної станції і бандажа. Відремонтовані опорна станція і бандаж встановлюють на своє робоче місце. А пристосування переставляють на нове місце для зняття і ремонту опорно-упорної станції і бандажа.

Схема підйому сушильного барабана за допомогою підйомного пристосування представлена на рис. 4.1.



1 – барабан сушарки; 2 – опорна станція; 3 – опорно-упорна станція;
4 – бандаж; 5 – опора; 6 – гідравлічний домкрат

Рисунок 4.1 – Схема підйому сушильного барабану

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

9.1. Охорона праці

9.1.1 Небезпечні й шкідливі виробничі фактори на проектованому виробництві

У даному розділі дипломного проекту розглядаються питання охорони праці для умов виробництва сухої меленої крейди і тонкодисперсного наповнювача.

Технологічний процес складається з наступних основних стадій:

- сушка крейджаної крихти;
- подрібнення і помел сухої крейди;
- класифікація;
- упаковка готового продукту .

До основного обладнання у виробництві сухої меленої крейди і тонкодисперсного наповнювача відносяться:

- обертовий сушильний барабан ($D = 2,8$ м, $L = 20$ м, $Q = 5,98$ т/годину);
- шахтний аеробільний млин ШМА - 1300/944;
- дезінтегратор 138 ($Q = 8 - 10$ т /годину).

Все основне і допоміжне обладнання для проведення технологічного процесу передбачається встановити в будівлі цеху. Для виробництва сухої меленої крейди і тонкодисперсного наповнювача характерні наступні небезпеки:

- рухомі і обертові частини машин і механізмів;
- застосування природного газу в якості палива;
- застосування електричної енергії;
- застосування підйомно-транспортного обладнання.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.2. Класифікація й категорійність виробництва і його проєктованих приміщень

Таблиця 9.1 – Характеристика речовин, що використовуються у виробництві сухої меленої крейди і тонкодисперсного наповнювача

Речовина	Загальна характеристика	Густина, кг/м ³	Межа вибуховості		Токсичні властивості і характер дії на організм людини	Клас безпеки	ГДК у повітрі робочої зони, мг/м ³
			нижня, %(об.)	верхня, %(об.)			
Природний газ	Безбарвний газ	0,69	4,5	13,5	Викликає задуху	IV	
Оксид вуглецю	Безбарвний газ	0,967	12,5	74	Викликає отруєння, при підвищеній концентрації задуху	IV	5
Діоксин вуглецю	Безбарвний газ	1,524	–	–	Викликає задуху і має слабку наркотичну дію	III	0,125
Оксид азоту	Безбарвний газ	1,34	–	–	Пошкоджує органи дихання і центральну нервову систему	III	0,4

9.1.3. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Електробезпека

Дипломним проєктом передбачається застосування електричної мережі трифазного електричного струму з ізольованою нейтраллю, робоча напруга 380 - 220 В.

Для захисту обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом передбачені наступні заходи захисту:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- всі струмоведучі частини електрообладнання огорожені, кабелі розміщені в металевих трубах і металевих рукавах;
- струмовий і тепловий захист;
- передбачене захисне заземлення металевих корпусів електроустановок;
- інструменти з ізольованими рукоятками, діелектричні рукавички і вказівники напруги.

Вентиляція приміщень

Основну шкідливість у виробничих приміщеннях представляють надмірне тепловиділення, а також виділення шкідливого для довкілля та організму людини крейдяного пилу. За цими фактора в реконструйованому виробництві приймається комбінована і штучна вентиляція.

У літній період припливне повітря надходить через відкриті фрамуги вікон і віддаляється осьовим вентилятором через вентиляційну систему.

Метеорологічні умови

Всі роботи, які здійснюються в цеху, за тяжкістю 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 18-27 °С;
- відносна вологість, не більше 75%;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

– швидкість руху повітря 0,2-0,4 м/с.

Вказані мікрокліматичні умови підтримуються за допомогою загально-обмінної вентиляції в холодний період року. Опаленню підлягають диспетчерський пункт і адміністративно-побутові приміщення. В теплий період року мікрокліматичні умови підтримуються штучною вентиляцією і термоізоляцію обладнання.

Освітлення

Місто Слов'янськ розміщується в IV поясі світлового клімату, в зоні з нестійким сніжним покривом. Проектом передбачається природне освітлення будівель цеху в світлий час доби і штучне – в темний час доби за допомогою установки світильників з лампами розжарювання типу ППД - 200.

При огляді і ремонті технологічного обладнання використовуються переносні світильники не більше 12 В, захищені металевою сіткою

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

Визначаємо нормоване значення коефіцієнту природної освітленості. Природне освітлення бічне, стрічкове:

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

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

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

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

$$e^{IV} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,21$$

При бічному освітленні приміщення площа світлових прорізів визначається з вираження:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_o = \frac{S_n \cdot e_n \cdot h_o \cdot K_3}{\tau_o \cdot r_1 \cdot 100}, \quad (9.2)$$

де $S_n = 1728$ – площа підлоги приміщення, m^2 ;

e_n – нормуюче значення КПО;

$h_o = 9,6$ – світлова характеристика вікна;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, враховуючий затемнення вікон протилежними будівлями;

$r_1 = 1,3$ – коефіцієнт, враховуючий підвищення КПО відображеним світлом;

τ_o – загальний коефіцієнт світлопропускання:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (9.3)$$

$\tau_1 = 0,9$ – коефіцієнт світлопропускання скла;

$\tau_2 = 0,75$ – коефіцієнт, враховуючий втрати світла в одинарних дерев'яних плетіннях вікон;

$\tau_3 = 1$ – коефіцієнт, враховуючий втрати світла в несучих конструкціях;

$\tau_4 = 0,8$ – коефіцієнт, враховуючий втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_5 = 0,9$ – коефіцієнт, враховуючий втрати світла в захисній сітці.

$$\tau_o = 0,9 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 0,49$$

$$S_o = \frac{1728 \cdot 0,21 \cdot 9,6 \cdot 1,0}{0,49 \cdot 1,3 \cdot 100} = 54,7 \text{ м}^2$$

Приймаємо площу світлових прорізів 100 м^2 .

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

Пожежна безпека технологічного процесу

Потенційним джерелами пожежі в даному виробництві можуть бути: природний газ, що використовується в технологічному процесі; електрообладнання; паливно-мастильні матеріали.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потенційними причинами пожеж можуть бути: несправність електрообладнання; високі температури ведення технологічного процесу; удари блискавки.

Оскільки в виробництві обертаються неспалимі матеріали і застосовується природний газ у вигляді палива, то дане виробництво згідно СНиП 2.09.02-85 відносяться до категорії «Г». Згідно ПУЕ виробничі приміщення за пожежонебезпечністю не класифікуються.

В будівлі передбачається два виходи для евакуації людей на випадок пожежі.

Засоби гасіння і виявлення пожеж

Передбачаються наступні засоби пожежогасіння:

- зовнішній пожежний водопровід з пожежними гідрантами, розташованими по периметру будівлі на відстані 5 м від стін;
- внутрішній пожежний водопровід з пожежними кранами, встановленими на відстані 40 м один від другого, на висоті 1,35 м від рівня підлоги (довжина пожежних рукавів – 20 м, діаметр – 50 мм);
- пожежні щити з протипожежним інвентарем;
- вогнегасники марок ВХП і ВВ-5.

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

Захист від блискавки

Місто Слов'янськ знаходиться на території з середньорічною інтенсивністю гроз 60-80 годин/рік. Оскільки будівля має II ступінь вогнестійкості, а виробничі приміщення відносяться до пожежонебезпечних, то передбачається III категорія по пристрою захисту від блискавки.

Згідно РД 34.21.122-87 очікувана кількість поразок блискавкою будівлі на рік складає:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = [(S + 6H) \cdot (L + 6H) - 7,7H^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (9.4)$$

де $S = 36$ – ширина будівлі цеху, м;

$L = 48$ – довжина будівлі цеху, м;

$H = 14,4$ – висота будівлі цеху, м;

$n = 5,5$ – середньорічна кількість ударів блискавки в 1 км^2 території.

$$N = [(36 + 6 \cdot 14)(48 + 6 \cdot 14) - 7,7 \cdot 14,4^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,82$$

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

Захист від прямих ударів блискавки будівлі здійснюватиметься стрижневим громовідводи, встановленими на димовій трубі будівлі.

Шум, вібрація і заходи захисту від них обслуговуючого персоналу

Потенційними джерелами шуму і вібрації в цеху можуть бути: приводи конвеєрів і сушарок; молотковий млин і дезінтегратор; вентилятори і димососи.

Передбачаються наступні основні заходи захисту персоналу від шуму і вібрації: шумопоглинальні кожухи на приводах обладнання; установлення обладнання на масивні фундаменти з віброгасильним пристроєм; винесення обладнання в ізольовані приміщення; дистанційне управління обладнанням.

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

Проведення ремонтів і оглядів передбачається згідно графіка ППР і ППО на підставі системи ППР і ТО. Огляди проводяться щомісяця обслуговуючим персоналом. Перед проведенням ремонтних робіт повинні виконуватися загальні заходи безпеки:

- роботи проводяться бригадою в складі не менше двох чоловік з кваліфікацією не мене 4-6 розрядів;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

- робітники повинні бути забезпечені захисними засобами захисту;
- роботи повинні проводитися при повному відключенні обладнання від електричної мережі, комунікацій та охолодженню до 30°C обладнання.

Для зупинки на ремонт сушильного барабана оформляється наряд - допуск із зазначенням осіб, відповідальних за проведення ремонту, а також обсягу і термінів виконання робіт.

Зупинка обладнання на ремонт проводиться в певній послідовності:

- припинення подачі природного газу в топку сушильного барабана;
- припинення подачі крейдяної крихти на сушку в сушильний барабан;
- звільнення барабана сушарки від матеріалу;
- встановлення заглушок на газовій і повітряній лініях;
- відключення електроприводу сушильного барабана з вивішуванням таблички «Не вмикати! Працюють люди».

Для механізації ремонтних робіт передбачається використання вантажопідіймальних механізмів, електрифікованого інструменту, пристосувань.

При виборі конструкційних матеріалів основного обладнання враховувалось, що обладнання працює в умовах високих температур і підвищеної запиленості атмосферного повітря.

Сушильний барабан виготовлений з вуглецевої сталі ВСтЗсп. Обичайка барабана є зварною конструкцією. Зварювання стикове, проводиться автоматично під шаром флюсу. Зварні шви повинні бути випробувані за допомогою рентгенівської установки на відсутність у шві раковин.

Система аспірації виготовлена зі сталі Ст. 2.

Молотковий аеробільний млин виготовлений з вуглецевої сталі, наплавленої твердим сплавом – сталінітом.

Для запобігання впливу шкідливих виробничих факторів на організм людини передбачені наступні засоби запобіжної техніки:

- рухомі і обертові частини машин та апаратів огорожені захисними кожухами;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- блокування приводу стрічкового конвеєра;
- звукова сигналізація про роботу обладнання.

Для забезпечення герметичності обладнання застосовують сальникові ущільнення різної конструкції, апарати з температурою стінки вище 40°C забезпечуються теплоізоляцією.

9.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

9.2.1. Організаційна структура цивільної оборони виробництва молотої крейди

Система цивільної оборони суб'єкта господарської діяльності будується на основі Закону України "Про цивільну оборону України", "Положення про цивільну оборону України" та інших нормативно-правових актів з метою захисту робітників, службовців і населення, яке мешкає у відомчому житловому фонді або попадає у зону ураження від об'єкта, від НС техногенного, природного та соціально-політичного характеру, яка включає органи управління, сили і засоби, що створюються для організації та забезпечення захисту робітників, службовців та населення, попередження і ліквідації наслідків НС, та організовується за територіально-виробничим принципом.

Керівництво цивільною обороною відповідно до принципу її побудови здійснює адміністрація підприємства, установи або організації. Начальником цивільної оборони є керівник адміністрації суб'єкта господарської діяльності.

Завданнями Цивільної оборони України є:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і здійснення заходів, спрямованих на зменшення збитків і втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний час та постійне інформування про наявну обстановку;

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та від небезпеки у воєнний час;
- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха й осередках ураження;
- створення систем аналізу і прогнозування, управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженням, підтримання їх у готовності до функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу;
- підготовка і перепідготовка керівного складу, органів управління та сил ЦО;
- навчання населення правил застосування засобів індивідуального захисту і поведіння в надзвичайних ситуаціях.

9.2.2. Основні техногенні небезпеки на об'єкті

Виробництво сухої меленої крейди і тонкодисперсного наповнювача є шкідливим.

Потенційну шкідливість на розглянутому виробництві представляють: природний газ як паливо; пил крейдяної крихти; шум і вібрація.

У даному виробництві відсутня проблема очищення промислової води. Димові гази очищаються від пилу крейди в блоці циклонів і рукавних фільтрах. Технологічно процес протікає в закритих апаратах і безпосередній контакт робочого персоналу з матеріалом виключається .

За санітарною характеристикою виробничого процесу згідно СНиП II - 92-76-II-B у виробництві утворюється крейдяний пил, що викликає забруднення спеціального одягу та взуття.

						2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
							87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

9.2.3. Індивідуальні й колективні засоби захисту

Фарбування приміщень і обладнання. Сигнальні кольори і знаки безпеки

В проєктованому виробництві передбачається фарбування виробничих приміщень в наступні кольори: стелі – в білий (побілка); стіни – в світло-сірий; обладнання – в світло-коричневий; вантажопідйомні механізми і транспортери – в жовтий з чорними полосами; насоси – в зелений.

Матеріальні трубопроводи передбачається пофарбувати в наступні кольори: повітря – в блакитний; води – в зелений; природного газу – в жовтий.

Передбачається застосування сигнальних кольорів і знаків безпеки згідно ГОСТ 12.4.026. – 76.

Організаційні заходи щодо попередження виробничого травматизму

До роботи у виробництві сухої меленої крейди і тонкодисперсного наповнювача допускаються особи чоловічої і жіночої статі у віці не молодше 18 років, які придатні за станом здоров'я і пройшли інструктажі та навчання, допущені до самостійної роботи.

Періодичність професійних медичних оглядів – один раз на рік.

У зв'язку зі шкідливими умовами праці передбачається видача молока, при виконанні робіт в тяжких умовах – спеціального харчування.

Санітарно - побутове і медичне обслуговування робітників.

Питне водопостачання

Відповідно до СНиП 2.09.04 – 87 виробництво сухої меленої крейди відноситься до II групи виробничих процесів.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Санітарно-побутові приміщення передбачається обладнати в окремому приміщенні виробничої будівлі, відокремити їх від виробничих приміщень капітальною стіною.

Передбачається наступний склад санітарно-побутових приміщень: гардеробні домашнього і робочого одягу; душові і преддушові; туалети з умивальниками; кімната особистої гігієни жінок; кімнати відпочинку і прийому їжі.

На території виробництва передбачається медпункт, на робочих місцях і в допоміжних приміщеннях – аптечки і носилки для надання першої допомоги. В усіх виробничих приміщеннях передбачаються фонтанчики з питною водою, у відділенні сушки – додатково автомати з газованою водою.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						89
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

10 ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві молотої крейди

Шкідливими і небезпечними є оксид вуглецю, а також оксид і діоксид азоту. Ці гази присутні в топкових газах. Гранично допустима концентрація в атмосферному повітрі 5 мг/м^3 .

З оксидів азоту найбільшу небезпеку представляє оксиду і діоксид азоту. Гранично допустима концентрація в атмосферному повітрі: оксид азоту – $0,4 \text{ мг/м}^3$, діоксид азоту – $0,85 \text{ мг/м}^3$.

Розмір санітарно-захисної зони – 100 м. Для зменшення шкідливого впливу від газових викидів, що утворюються при спалюванні природного газу в топці сушильного барабана, передбачено спалювання природного газу в топці з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha = 1,2$ і підтримування цього оптимального співвідношення засобами КВПіА. Крім того, в сушильному барабані підтримується розрідження 3-5 мм вод. ст., що перешкоджає проникненню цих газів у виробничі приміщення.

З метою зменшення викиду пилу крейди в навколишнє середовище технологічною схемою виробництва передбачено направляти топкові гази з температурою 120°C в аеробільний млин, в сепараторі якого відбувається попередня очистка газів від пилу крейди, фракція якого не вимагає подальшого помелу. Після сепаратора топкові гази проходять додаткове очищення в блоці циклонів і рукавному фільтрі. Застосування цієї схеми дозволяє виконати триступеневу очистку, що дозволяє підвищити ефективність очищення до

$$K = (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2) \cdot (1 - \eta_3), \quad (10.1)$$

де $\eta_1 = 0,85$ – ступінь очищення сепаратора;

$\eta_2 = 0,92$ – ступінь очищення блоку циклонів;

$\eta_3 = 0,99$ – ступінь очищення рукавного фільтра.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

$$K = (1 - 0,85) \cdot (1 - 0,92) \cdot (1 - 0,99) = 0,00012.$$

Тобто, ступінь очищення установки становить 99,988 %.

Основною сировиною у виробництві крейди меленої і тонкодисперсного наповнювача є крейдяна крихта, тобто відходи гірничої маси, яка утворюється при її подрібненні для підготовки грудкової крейди, що застосовується у виробництві кальцинованої соди. На сьогоднішній день крейдяна крихта складається у відвалах Райгородського крейдяного рудника. Використання цих відходів не тільки покращує загальну екологічну обстановку в районі рудника, але і робить можливим повністю використовувати всю видобуту масу крейди.

Основним теплджерелом при виробництві крейди є барабанна сушарка, з топки якої надходять димові гази в барабан з температурою 700°C. Сталість теплового режиму в сушильному барабані підтримується автоматично. Спалювання палива регулюють за видом факела в пальнику і з аналізу топкових газів. При дотриманні постійного температурного режиму в сушарці і справності її теплоізоляції, тепловий вплив на обслуговуючий персонал не впливає негативно.

Обладнання, передбачене до експлуатації, виключає будь-яку випадковість електромагнітного впливу на обслуговуючий персонал і навколишнє середовище.

Встановлене в цеху обладнання за своїми шумовими характеристиками забезпечує рівень звукового тиску нижче допустимих норм. Аеробільний млин і дезінтегратор встановлені на гумові амортизатори, що не вимагає постійної присутності персоналу при їх обслуговуванні.

Від діючого виробництва відводяться лише господарсько-побутові стічні води, які направляють на міські очисні споруди стічних вод.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.2 Вплив на здоров'я людини

Шкідливість і небезпека оксиду вуглецю давно і добре відомі. Цей газ, потрапляючи в кров людини через легені, знижує її здатність до переносу кисню, послаблює функції центральної нервової системи. Під впливом чадного газу людина відчуває головний біль, запаморочення, швидко стомлюється. При підвищених дозах чадного газу в організмі людини з'являються перебої в роботі серця, нудота, блювота, ускладнене дихання. Оксид вуглецю найбільш небезпечний для людей, що страждають серцево-судинними та легеневиими хворобами, анемією, астмою. У людей, які постійно піддаються впливу оксиду вуглецю, в крові зменшується кількість гемоглобіну – основного компонента в складі крові, основного переносника кисню всіх тканин тіла.

Оксид і діоксин азоту діють на слизові оболонки очей і носоглотки навіть при незначній концентрації в повітрі 0,0013%(об.). При підвищенні вмісту оксидів азоту в атмосфері уражається легенева тканина і помітно знижується опірність організму до інфекційних захворювань.

10.2 Вплив на рослини

Оксиди азоту NO_x можуть впливати на рослини трьома шляхами:

- прямим контактом з рослинами;
- через що утворюються в повітрі кислотні опади;
- побічно - Шляхом фотохімічного утворення таких окислювачів, як озон і ПАН.

Пряме вплив NO_x на рослини визначається візуально за пожовтіння або побуріння листя і голок, що відбувається в результаті окислення хлорофілу. Окислення жирних кислот у рослинах, що відбувається одночасно з окисленням хлорофілу, крім того, призводить до руйнування мембран і некрозу. Утвориться, при цьому в клітинах Азотиста кислота надає мутагенну дію. Негативне біологічний вплив NO_x на рослини проявляється в знебарвлення листя, в'яненні квіток, припинення плодоношення і росту. Така

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дія пояснюється утворенням кислот при розчиненні оксидів азоту в міжклітинної і внутрішньоклітинної рідинах.

Ботаніки вважають, що початкові симптоми пошкодження рослин оксидами азоту проявляються в безладному поширенні знебарвлюються плям сіро-зеленого відтінку. Ці плями поступово грубіють, висихають і стають білими. Оксиди азоту токсичні при концентрації 3 млн-1. Для порівняння: сірчистий газ викликає ураження рослин при більшій концентрації (5 млн-1).

Порушення росту рослин при дії NO₂ спостерігаються при концентраціях 0,35 мг/м³ і вище. Це значення є граничною концентрацією. Небезпека пошкодження рослинності діоксидом азоту існує тільки у великих містах і промислових районах, де середня концентрація NO₂ становить 0,2 - 0,3 мг/м³.

Рослини більш стійкі (в порівнянні з людиною) до впливу чистого діоксиду азоту. Це пояснюється особливостями засвоєння NO₂, який відновлюється в хлоропластах і як NH₂-групи входить в амінокислоти. При концентрації 0,17 - 0,18 мг/м³ оксиди азоту використовуються рослинами в якості добрив. Ця здатність до метаболізованню NO_x людині не притаманна.

Руйнівний дію NO₂ на рослини посилюється в присутності діоксиду сірки. Це підтвержене на дослідах, проведених з наступними породами дерев: тополь чорний, береза плакуча, вільха біла, липа мелколиственная. Ці гази володіють синергізмом, і в атмосфері часто присутні разом. У той час як дію одного діоксиду азоту багато рослин переносять у концентрації до 0,35 мг/м³, у присутності діоксиду сірки така ж кількість NO₂ може завдати їм збиток.

Озон і пероксиацетилнітрати (ПАН) - сильні окислювачі. Вони впливають на метаболізм, ріст і енергетичні процеси в рослинах, пригнічуючи багато ферментативні реакції, наприклад, синтез гліколіпиду, полісахаридів стінок клітини, целюлози і т.д. Озон та ПАН також впливають на фотосинтезу процес.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Озон значно токсичніша оксидів азоту при дії на рослини. Для них він токсичний при концентрації 0,2 млн-1. Чутливі види рослин вже після часовий обробки озоном при концентрації 0,05 - 0,1 мг/м³ проявляються ознаки гноблення (біла або коричнева крапчастість). Озон також змінює структуру клітинних мембран, внаслідок чого можна спостерігати сріблясту плямистість листя. При дії озону також окислюються пігменти і листя знебарвлюються. На глянцевого шарі шкірки листя і голок виявляються тріщини, і лист стає крихким. Крім того, в тріщинах можуть проростати грибні спори, проникаючи потім вглиб листа і руйнують його. Цей інфекційний процес є однією з причин загибелі лісів.

При окисних процесах у клітині рослин може виділятися етилен, що викликає опадання листя і голок. Результатом дії високих концентрацій озону є штрихова смугастість листя. Встановлено, що озон впливає на цитрусові, призводить до надмірно раннього дозрівання плодів і обпадання їх до досягнення нормальних розмірів. Спеціальне дослідження, проведене з чотирма видами сільськогосподарських рослин (соя, кукурудза, пшениця та земляний горіх), показало, що забруднення повітря озоном призводить до втрати врожаю.

Таким чином, ознаки пошкоджень, викликаних NO₂ і O₃, візуально діагностуються. Однак слід враховувати, що в природних умовах, ці газу діють на рослини не окремо, а комплексно в складній суміші з іншими забруднювачами, тому ідентифікацію впливу провести важко. ПАН стає фізіологічно активним тільки при освітленні. Фотолітически він розпадається на і пероксиацетил-радикал, який окислюючи, руйнує пігменти рослин. У висновку слід зазначити, що фотохімічні окислювачі мають найбільший вплив на салатні культури, боби, буряк, злаки, виноград і декоративні насадження. Спочатку на листках утворюється водне набухання. Через деякий час нижні поверхні листя набувають сріблястий або бронзовий відтінок, а верхні стають плямистими з білим нальотом. Потім настає швидке в'янення та загибель листків.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи

Для забезпечення заданої продуктивності була спроектована барабанна сушарка, яка 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 СІС «Сода».

Таблиця 11.1 - Показники виробництва молотої крейди, що діє, на підприємстві СІС «Сода», м. Слов'янська.

Показник	Од. вим.	Значення
Виробнича потужність на виробництві, що діє	т	88000
Проектна виробнича потужність		92000
Вартість основних виробничих фондів	грн.	1894548
у тому числі:		
машини і устаткування		486950,5
будівлі, споруди передавальні пристрої		1205520,4
Спільна чисельність персоналу		250
у тому числі:		
керівники	осіб	27
фахівці		18
службовці		10
основні робітники		195
Ціна 1 тонни продукції	грн.	950

									Арк.
									95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.027.00.000 ПЗ				

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

Вид ремонту	Нормативний ресурс, годин	
	Між ремонтами	У ремонті
Капітальний	9120	120
Поточний	2160	36

Таблиця 11.3 - Витрати на виробництво 1 тонни молотої крейди.

Найменування статті витрат	Од.вим	Витрати на одиницю продукції	Витрати на весь випуск
Сировина і матеріали:	грн.	396,12	15844800
Допоміжні матеріали	грн.	0,08	3200
Енерговитрати	грн.	76,0	3040000
Енерговідходи	грн.	0,74	29600
Зарплата основна	грн.	7,69	307600
Витрати на ремонт, утримання і експлуатацію устаткування	грн.	36,15	1446000
Загальновиробничі витрати	грн.	28,62	1144800
Загальногосподарські витрати	грн.	6,7	268000
Виробнича собівартість	грн.	552,1	22084000

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.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

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

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:

$$n_{\text{к}} = \frac{8760}{9120} = 0,96 \text{ 1 капітальний ремонт на рік}$$

Кількість поточних ремонтів:

$$Z = \frac{T_{\text{Р.Ц}}}{T_{\text{М.Р.ц}}} - 1 = \frac{9120}{2160} - 1 = 3$$

$$n_{\text{T}} = \frac{T_{\text{кал}} \cdot Z}{T_{\text{Р.Ц.}}} = \frac{8760 \cdot 3}{91200} = 3 \text{ поточних ремонтів в рік}$$

$$T_{\text{рем}} = 6 \cdot 36 + 6 \cdot 120 = 936 \text{ годин}$$

$$T_{\text{эф}} = 8760 - 468 = 8292 \text{ годин}$$

$$M_{\Gamma} = 1 \cdot 4,8 \cdot 8292 = 92000 \text{ т/рік}$$

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

$$Q_1 = M_{\Gamma}, \quad (11.4)$$

$$Q_1 = 92000 \text{ т/рік}$$

Індекс обсягу випуску продукції

$$I_Q = I_{\text{т.в}} \cdot I_{\text{д}} = \frac{Q_1}{Q_0} \quad (11.5)$$

$$I_Q = \frac{92000}{88000} = 1.04$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

тоді

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

або

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

$$\Delta Q = (1,04 - 1) \cdot 100 \% = 4 \%$$

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
Барабанна сушарка	1	92000	92000
Разом			92000

Таблиця 11.5 – Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Додаткові витрати		Всього кошторисна вартість
		Транспортні витрати	Монтаж і установка	
Барабанна сушарка	92000	4800	6200	103000
Разом				

Вартість устаткування, що виводиться, складає 105000 грн.

$$\Delta S_{06} = (105000 - 103000) = 2000 \text{ грн.}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$S_{об(0)} = 107500$ грн.;

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

$$I_{рем} = I_{об} = \frac{107500 + 2000}{107500} = 1,02$$

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».

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\Delta C_{онл} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,014 = -0,054 \%$$

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

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

$$\Delta C_{рем} = 100 \cdot \left(\frac{1,02}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,065 = -0,125\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальновиробничі витрати»

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

$$\Delta C_{ц} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,052 = -0,2\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальногосподарські витрати»

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

$$\Delta C_x = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,012 = -0,046\%$$

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

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.6 – Зниження собівартості продукції.

Статті витрат	Витрати на виробництві, що діє		Зміна витрат		Витрати на проєктованому виробництві, грн/т
	грн/т	пит. вага	%	грн/т	
Сировина і матеріали, напівфабрикати і поворотні відходи	396,12	0,71	0	0	396,12
Допоміжні матеріали	0,08	0,00014	0	0	0,08
Енерговитрати і енерговідходи	76,74	0,164	0	0	76,74
Зарплата основна (з відрахуваннями)	7,69	0,014	-0,054	-0,069	7,62
Витрати на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування	36,15	0,065	-0,125	-0,198	35,95
Загальновиробничі витрати	28,62	0,052	-0,2	-0,51	28,11
Загальногосподарські витрати	6,7	0,012	-0,046	-0,087	6,61
Виробнича собівартість	552,1	1	-0,083	-1,68	550,4

11.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Обсяг випуску продукції:
на базовому виробництві

$$Q_0 = 88000 \text{ т.}$$

або

$$Q_0 = 88000 \cdot 950 = 346500000 \text{ грн.}$$

						2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			101

на проектованому виробництві

$$Q_1 = 92000 \text{ т}$$

або

$$Q_1 = 92000 \cdot 950 = 360000000 \text{ грн.}$$

де 950 грн. – ціна за 1 т продукції.

На виробництві працюють всього 250 осіб, у тому числі основних робітників 195 осіб.

Продуктивність праці основних робітників визначаємо по формулі:

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

на базовому виробництві:

$$P_{TO} = \frac{346500000}{195} = 13860000 \text{ грн. / осіб}$$

на проектованому підприємстві:

$$P_{T1} = \frac{360000000}{195} = 14400000 \text{ грн. / осіб}$$

Фондовіддачу визначаємо по формулі:

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

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

$$\Phi_{осн(0)} = 18945488 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{осн(1)} = 19703299 \text{ грн.}$$

на базовому виробництві:

$$f = \frac{346500000}{18945488} = 18,28 \text{ грн / грн}$$

на проектованому підприємстві:

$$f = \frac{360000000}{19703299} = 18,77 \text{ грн / грн}$$

Собівартість одиниці продукції:

на базовому виробництві:

$$C_0 = 552,1 \text{ грн/т}$$

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на проектованому підприємстві:

$$C_1 = 514,1 \text{ грн/т}$$

Прибуток на одиницю продукції:

на базовому виробництві:

$$P_0 = 950 - 552,1 = 8447 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = 950 - 514,1 = 8485 \text{ грн/т}$$

Рентабельність витрат на виробництві:

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

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

C – собівартість, грн/т.

на базовому виробництві:

$$P_0 = \frac{8447}{552,1} \cdot 100\% = 25,18\%$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = \frac{8485}{514,1} \cdot 100\% = 25,72\%$$

Річний прибуток:

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

на базовому виробництві:

$$\Pi_{r0} = 88000 \cdot 8447 = 325209500 \text{ грн.}$$

на проектованому підприємстві:

$$\Pi_{r1} = 92000 \cdot 8485 = 339400000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від зниження собівартості:

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

де ΔC – зміна собівартості, грн/т

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

$$\Delta C = 552,1 - 514,1 = 38 \text{ грн/т}$$

$$E_r = 38 \cdot 92000 = 1825000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від збільшення прибутку:

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Вартість основних виробничих фондів	млн.грн.	6,5	7,0	0,5	7
9. Фондовіддача	грн/грн	18,94	19,70	0,76	3,8
10. Рентабельність основних виробничих фондів	%	215	221	6	-
11. Чисельність персоналу, у т.ч. основних робітників	осіб	250	250	0	0
	осіб	195	195	0	0
12. Фонд оплати праці	млн.грн.	4,2	4,2	-	-
13. Продуктивність праці основних робітників	т/особа	197,4	205,1	7,7	3,7
14. Економічний ефект, у т.ч. від зниження собівартості продукції	грн.		3500600		
			1825000		
15. Строк окупності капітальних витрат	років		1,7		

Розрахунки показують, що введені заходи є економічно ефективними.
Річний економічний ефект складає 3500600 грн.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті запропонована технологічна схема виробництва сухої меленої і тонкодисперсної крейди, обрано основне технологічне обладнання, виконані технологічні та розрахунки на міцність основного обладнання – сушильного барабана. У конструкції сушарки запропоновано ряд технічних рішень, що дозволили не лише збільшити її продуктивність, а й полегшити здійснення її ремонту. Запропоновано пристосування для полегшення заміни або ремонту опорних роликів та бандажів.

В дипломному проекті розглянуті питання комплексної механізації процесу.

Питанням охорони праці і техніки безпеки у виробництві сухої меленої і тонкодисперсної крейди приділяється велика увага у дипломному проекті. Всі питання з проектування виробництва вирішувалися з урахуванням вимог правил техніки безпеки, пожежної безпеки, СНиП.

Розглянуті питання екології і раціонального використання сировинних ресурсів.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Левченко П.В. Расчет печей и сушек силикатной промышленности. – М.: Выс. шк., 1968. – 363 с.
2. Чернобыльский И.И., Тананайко Ю.М. Сушильные установки химической промышленности. – К.: Техника, 1969. – 280 с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 783 с.
4. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию. – М.: Химия, 1983. – 342 с.
5. Чепель Н.С. Процессы и аппараты химической технологии. – К.: Высш. шк., 1974. – 192 с.
6. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752 с.
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1980. – 556 с.
8. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1970. – 487 с.
9. Бакластов А.М. и др. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок. – М.: Энергоиздат, 1981. – 336 с.
10. Гузенков П.Г. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1980. – 351 с.
11. Допуски и посадки. Справочник / Под ред. В.Д. Мягкова. – Л.: Машиностроение, 1983. – 868 с.
12. Захаров В.А., Шутенко А.А., Шапоренко О.И. Системы управления окружающей средой. – Донецк: ДонГАУ, 2002. – 47 с.
13. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. – М.: Машиностроение, 1983. – 424 с.
14. Ключев А.С., Глазов Б.В., Дубровский А.Х. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. – М.: Энергоавтомиздат, 1990. – 464 с.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 800 с.
16. Макаров Г.В., Стрельчук Н.А., Кушелев В.П., Орлов Г.Г. Охрана труда в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 568 с.
17. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1972. – 97 с.
18. ГОСТ 12.4.026-76.ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности. – М.: Из - во стандартов, 1979. – 25 с.
19. ПУЭ-85. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 639 с.
20. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Из-во стандартов, 1988. – 75 с.
21. СНиП 2.04.05 - 86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. - М.: Стройиздат, 1987. – 96 с.
22. СНиП 2-4-79. Естественное и искусственное освещение /Госстрой СССР. -М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
23. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. - М.: Стройиздат, 1988. – 16 с.
24. СНиП 2.01.-02-85. Противопожарные нормы. – М.: Стройиздат, 1986. - 12 с.
25. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания. – М.: Стройиздат, 1986. - 12 с.
26. РД. 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 56 с.
27. Дахно І.І. Право інтелектуальної власності. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. - 278 с.
28. Кузнецов Ю.М. Патентознавство та авторське право. – К.: Кондор, 2005. - 428 с.

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

					2017.027.00.000 ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		