

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

Белов Артем Геннадійович
виконавець

1. Тема проекту

Виробництво цементу потужністю 308 тис. т/рік з розробкою трубного млина.

Керівник проекту (роботи) *доцент Ворох А.О.*

затверджені наказом вищого навчального закладу від 15 березня 2017 року № ____/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
1.	Аналітичний огляд	20.03.2017 р.	
2.	Технологічна частина	25.03.2017 р.	
3.	Конструкція та принцип дії апарата	29.03.2017 р.	
4.	Вибір конструкційних матеріалів	31.03.2017 р.	
5.	Параметричні розрахунки апарата (матеріальний баланс, технологічний розрахунок, гідравлічний розрахунок, тепловий баланс, тепловий розрахунок)	11.04.2017 р.	
6.	Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість)	24.04.2017 р.	
7.	Технологія виготовлення апарата	27.04.2017 р.	
8.	Ремонт та монтаж апарата	03.05.2017 р.	
9.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.05.2017 р.	
10.	Промислова екологія	10.05.2017 р.	
11.	Техніко-економічні розрахунки	18.05.2017 р.	
12.	Креслення:		Креслення виконуються поетапно під час проробки розділів поз.5÷12
	Технологічна схема.	16.05.2017 р.	
	Загальний вигляд апарата.	22.05.2017 р.	
	Складальні одиниці. Деталі.	29.05.2017 р.	

Студент _____ Белов А.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник проекту (роботи) _____ Ворох А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ экз.	Примітки			
1									
2			<u>Документація загальна</u>						
3									
4	A1	544.009.00.000 B3	Млин трубний	1		A1			
5	A1	2017.009.00.000XX	Схема технологічна	1		A1			
6									
7	A4	2017.009.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	114		A4			
8									
9									
10			<u>Документація</u>						
11			<u>за складальними</u>						
12			<u>одинацями</u>						
13									
14	A1	544.009.01.000 B3	Привід	1		A1			
15	A1	544.009.02.000 B3	Барабан	1		A1			
16	A1	544.009.03.000 B3	Пристрій завантажувальний	1		A1			
17	A1	544.009.04.000 B3	Днище розвантажувальне	1		A1			
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
Взам. Инв. №									
	3	Ар	№ докум.	Підпис	Дата	2017.009.00.000 ПЗ			
Инв. № подл.	Разраб.	Белов			Виробництво цементу потужністю 308 тис. т/рік з розробкою кульового млина	Літ	Лист	Листів	
	Пров.	Ворох				Д		1	1
	Н.контр.	Карпюк				СНУ Кафедра МОПП			
	Утв.	Архипов							

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. Инв. №

Инв. № подл.

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

освітньо-кваліфікаційного рівня *спеціаліст*
спеціальності *133 Галузеве машинобудування*
спеціалізації *Обладнання хімічних виробництв та підприємств*
будівельних матеріалів

на тему «**Виробництво цементу потужністю 308 тис. т/рік з розробкою
трубного млина**»

Виконав: студент групи ОХП-163с

Белов А.Г.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Ворох А.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Модестов В.Б.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Сєверодонецьк - 2017

Зміст

	стор.
Вступ.....	4
1. Аналітичний огляд	8
1.1. Загальні відомості про трубні млини та їх класифікація	8
1.2. Особливості трубних млинів	9
1.3. Теоретичні відомості про подрібнення у трубних кульових млинах.....	10
2. Технологічна частина	13
2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва	13
2.2 Опис технологічної схеми виробництва цементу	14
2.3 Характеристика сировини і готового продукту	17
3. Конструкція та принцип дії обладнання	26
4. Вибір конструкційних матеріалів	30
5. Параметричні розрахунки обладнання	33
5.1. Розрахунок потреби сировини для виконання річної програми випуску продукції	33
6. Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість	37
6.1. Конструктивний розрахунок основних параметрів трубного млина	37
6.2 Розрахунок потужності електродвигуна	39
6.3 Кінематичний розрахунок привода	40
6.4 Розрахунок барабана на міцність	41
6.5 Розрахунок болтів, які з'єднують днище з фланцем барабана	49
6.6. Розрахунок днища на міцність	55
6.7. Розрахунок підшипника цапфи	57
7. Технологія виготовлення обладнання.....	60
7.1 Технологічний процес зборки трубного кульового млина	63

					2017.009.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Виробництво цементу потужністю 308 тис. т/рік з розробкою кульового млина			Літера	Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Белов									2	114	
Перев.	Ворох											
Н. контр.	Карцюк							СНУ Кафедра МОПП				
Затв.	Архипов											

8. Ремонт та монтаж обладнання	66
8.1. Монтаж та налагодження обладнання	66
8.2. Ремонт обладнання	68
8.3. Пуск після ремонту та експлуатація млина	72
9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	74
9.1 Охорона праці	74
9.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях	87
10. Промислова екологія	93
10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві цементу	96
10.2 Вплив на здоров'я людини	98
10.3 Вплив промислових викидів на ґрунт і рослини	99
11. Техніко – економічні розрахунки	101
11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи	101
11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів	101
11.3 Розрахунок річної виробничої потужності	102
11.4 Аналіз зміни собівартості продукції.	105
11.5 Розрахунок техніко-економічних показників	107
Висновки	112
Використана література	113

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасне життя суспільства без ефективного функціонування будівельного комплексу просто неможливе. Рівень його розвитку впливає на формування пропорцій і темпів розвитку галузей народного господарства, розміщення продуктивних сил і розвиток регіонів. Будівництво створює нові і реконструює діючі основні фонди (будівлі і споруди, що призначені для всіх видів виробничої і невиробничої діяльності людей). Від розвитку цієї галузі залежить будівництво житла, створення нових міст і сіл, окремих мікрорайонів, постійна реконструкція житлових фондів, будівництво промислових і сільськогосподарських підприємств, транспортних об'єктів, лікарень, шкіл, торгових центрів тощо. Будівельний комплекс підтримує в належному стані обороноздатність країни, створює передумови для зростання виробництва в усіх галузях господарства.

Будівельний комплекс як одна з найбільш капіталоемних і диференційованих виробничих систем справляє вагомий вплив на визначення темпів, масштабів і розміщення виробництва. Тому при розміщенні капітального будівництва враховується наявність будівельної організації в регіоні. В той же час слабкість будівельної бази стримує промислове будівництво, створення великих комбінатів, галузевих і територіально-виробничих комплексів, фондоємної важкої промисловості, які потребують великих обсягів робіт з капітального будівництва.

Необхідність постійного здійснення капітального будівництва визначає велике значення промисловості будівельних матеріалів. Найбільш важливими її підгалуззями є: виробництво стінових матеріалів, цементна промисловість, видобуток і первісна обробка мінерально - будівельних матеріалів, склоробна промисловість, виробництво облицювальних, оздоблювальних матеріалів, виробництво санітарно-технічних виробів.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для більшості підгалузей загальною сировинною базою є нерудні корисні копалини, багато з яких зустрічаються повсюдно. За останній час у виробництві будівельних матеріалів все ширше стали використовуватися вторинні ресурси, відходи інших галузей промисловості - доменні шлаки, зола електростанцій та ін. Розміщення промисловості будівельних матеріалів визначається переважно обсягами будівельно-монтажних робіт за економічними районами.

Розповсюдженість сировинних ресурсів, дешевизна і вантажомісткість сировини і готової продукції, масовість і повсюдність їх використання обумовлюють одночасне тяжіння виробництва і до сировини, і до споживача.

Значення сировинного і споживного факторів для різних галузей, стадій технологічного процесу і типів підприємств є неоднаковим. З цієї точки зору можна розрізнити:

- галузі переважно сировинної орієнтації - перш за все це первинна обробка природних будівельних матеріалів (граніту, мармуру, бутового каменю та ін.), а також виробництво цементу, цегли, азбоцементних і шиферних виробів, вогнетривких матеріалів, скла, керамічних труб, гіпсу, вапна та ін.;

- галузі з орієнтацією переважно на споживача — виробництво бетону, залізобетонних виробів і конструкцій, м'якої покрівлі, санітарно-технічних виробів та ін.

Видобуток будівельних матеріалів, їх транспортування, виробництво будівельних металів і, нарешті, саме будівництво є джерелом забруднення повітря (наприклад, пил і гази при виробництві цементу) і порушення землі (відкриті розробки). Тому у великих центрах розміщення галузі (особливо цементної) є потреба у проведенні системи заходів з охорони навколишнього середовища.

Промисловість будівельних матеріалів об'єднує кілька тисяч підприємств, які розташовані в усіх областях України.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До будівельних матеріалів відносять природні мінеральні матеріали, такі як щебінь, гравій, галька, пісок, глина; рослинні будівельні матеріали - деревину, очерет, соломку. До штучних будівельних матеріалів відносять бетон, залізобетон, цеглу, черепицю, різаний камінь з вапняку, граніту, туфів тощо. Основою для штучних будівельних матеріалів є гіпс, вапно, цемент, глина.

Провідне місце у структурі промисловості будівельних матеріалів належить виробництву збірних залізобетонних виробів - 43% товарної продукції галузі. У цьому виробництві було 44% усього промислово-виробничого персоналу індустрії будівельних матеріалів країни.

На цементну промисловість припадає 4% товарної продукції галузі і 9% промислово - виробничого персоналу.

Цементна промисловість - матеріаломістка галузь, тому цементні заводи розміщуються в районах видобутку сировини.

Найбільші центри цементного виробництва України - Амвросіївка, Краматорськ, Єнакієве (Донецька обл.), Кривий Ріг, Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ (Дніпропетровська обл.), Балаклея (Харківська обл.), Миколаїв (Львівська обл.), Здолбунів (Рівненська обл.), Ямниця (Івано-Франківська обл.), Кам'янець-Подільський (Хмельницька обл.), Бахчисарай (Автономна Республіка Крим), Ольшанка (Миколаївська обл.), Одеса.

На початку 20 століття в Україні працювало 60 цементних заводів загальною продуктивністю близько 1,6 млн. тонн цементу. Проте після Першої світової війни більшість цементних заводів були зруйновані. З приходом радянської влади цементну промисловість України прийшлося створювати практично з нуля.

Вже в 1962 році, СРСР зайняв перше місце в світі по випуску цементу. У 1971 році випуск цементу в країні перевищив 100 млн. тонн. Цементна промисловість СРСР відрізнялася високою концентрацією виробництва. Середня потужність цементного заводу в СРСР була майже в 2 рази вище, ніж в США, і на 30% вище, ніж в Японії.

						2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
							6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Сьогодні Україна займає п'яте місце в світі по обсягах виробництва цементу, поступаючись Китаю, Індії, США і Японії.

Українська цементна промисловість знаходиться в числі самих швидкорослих світових індустрій з темпами близько 9%, при цьому найближчими роками можна прогнозувати збільшення темпів зростання.

Будівельна індустрія створює базу для розвитку всіх галузей промисловості. Постійно зростаючі вимоги до якості будівельних робіт, особливо до скорочення термінів будівництва, дають поштовх для створення нових видів будівельних матеріалів.

Для підвищення ефективності виробництва потрібно створювати устаткування, яке за техніко - економічними показниками відповідає світовим досягненням, що забезпечує значне підвищення продуктивності праці, економію матеріалів, палива й електроенергії, конкурентоспроможність на зовнішньому ринку.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Загальні відомості про трубні млини та їх класифікація

Трубні млини класифікують:

- за принципом роботи - періодичної і безперервної дії;
- за характером роботи - млини, що працюють по відкритому і замкнутому циклу, сюди відносяться кульові млини безперервної дії як мокрого, так і сухого помелу;
- за способом помелу - сухого і мокрого помелу;
- за формою робочого корпусу - барабанні циліндрові, конічні і трубні циліндрові;
- за формою тіл, що мелють, - кульові, стрижневі, самоподрібнення (без тіл, що мелють);
- за способом розвантаження - з механічним і пневматичним розвантаженням;
- по конструкції завантажувального і розвантажувального пристрою - з центральним завантаженням і розвантаженням через порожнисті цапфи, з розвантаженням через ґрати (з діафрагмою) торця, з периферійним розвантаженням через ґрати, із завантаженням і розвантаженням через люк в барабані (млини періодичної дії).

В промисловості будівельних матеріалів застосовують в більшості випадків млини безперервної дії, що працюють по відкритому або замкнутому циклу, сухим або мокрим способом.

При обертанні млина тіла, що мелють, які притиснуті відцентровою силою до стінок барабана підіймаються на деяку висоту. Під дією сили тяжіння, що долає вертикальну складову сили інерції, тіла, що мелють, падають на шар матеріалу, дроблять його і частково розмелюють.

									2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
										8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

В млинах відкритого циклу матеріал проходить через робочий простір млина тільки один раз, не класифікується і крупні частинки не повертаються в млин на домелювання. В млинах замкнутого циклу матеріал після помелу в млині прямує в класифікаційні (сепаруючі) пристрої, де розділяється на готовий продукт (подрібнений до необхідної тонкості) і більш грубий (круп), який повертається в млин на домелювання.

Робота млина по замкнутому циклу більш раціональна, оскільки готовий продукт своєчасно видаляється з робочого простору млина, буферна подушка не створюється, помел решти маси не утрудняє і матеріал надмірно не розмелюється. Млини, що працюють по замкнутому циклу, більш продуктивні і економічні.

1.2. Особливості трубних млинів

Трубні млини порівняно прості по конструкції, зручні в експлуатації, забезпечують високий ступінь подрібнення, піддаються автоматизації. Проте вони мають істотні недоліки:

- малі швидкості дії тіл, що мелють;
- в роботі подрібнення бере участь тільки частина тіл, що мелють;
- робочий простір барабана використовується всього на 35-45%;
- висока питома витрата електроенергії (35- 40 кВт год./т матеріалу);
- значний знос тіл, що мелють, і футеровки;
- велика металоємність, високий шум при роботі.

При цьому питома продуктивність складає близько 0,1 т/год на 1 т маси млина, к. к. д. 0,005-0,01.

Млини завантажують тілами, що мелють, на 28-35% їх об'єму. Масу і асортимент тіл, що мелють, підбирають шляхом випробувань млина, при яких перевіряють її продуктивність і тонкість помелу в окремих камерах. Знос тіл, що мелють, відшкодовують періодичним

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довантаженням їх через певні проміжки часу (не рідше ніж через 100 годин роботи). Через тривалий термін роботи (не рідше ніж через 1800 - 2000 годин.) тіла, що мелють, повністю замінюють.

Здатність матеріалів до подрібнення оцінюється коефіцієнтом спроможності розмелу, що є відношенням питомої витрати енергії при подрібненні еталонного матеріалу до питомої витрати енергії на подрібнення матеріалу, що зіставляється з ним, при однаковому ступені їх подрібнення. Звичайно еталоном служить цементний клінкер середнього помелу, коефіцієнт розмелоспроможності якого приймається за одиницю. Коефіцієнт розмелоспроможності для вапняку 1,2 - 1,8; для доменного шлаку (гранул) 0,8 - 1,1; для сухої глини 1,5 - 2.

Знаючи продуктивність млина при подрібненні одного матеріалу і коефіцієнт розмелоспроможності, можна визначити продуктивність цього млина при помелі іншого матеріалу.

1.3. Теоретичні відомості про подрібнення у трубних кульових млинах

Принцип дії кульових млинів оснований на тому, що при обертанні барабану матеріал в ньому піддається дії вільно падаючих тіл помелу. При обертанні барабану тіла помелу (переважно металеві кулі) підіймаються на певну висоту (рис. 1.1), а потім, відриваючись від стінки барабану при вільному падінні, подрібнюють матеріал. Матеріал у млині подрібнюється ударом та частково стиранням завдяки перекочуванню куль та їх ковзанню.

При відносно малій кутовій швидкості обертання барабану кулі та матеріал здійснюють поворот в бік обертання на певний кут і далі при тій же швидкості обертання барабану займають одне і теж положення. Кулі та матеріал безперервно циркулюють, здійснюючи рух догори за концентричними круговими траєкторіями та котіння донизу паралельними

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шарами, при цьому відбувається подрібнення матеріалу роздавлюванням та стиранням.

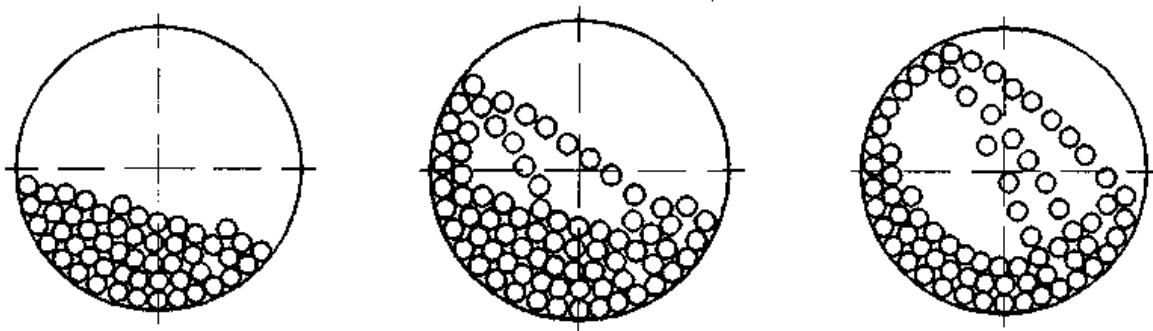


Рис. 1.1 - Рух помельних тіл у барабані млина

З підвищенням швидкості обертання барабану кут повороту завантаження (кулі та матеріал) збільшується та кулі підіймаються все вище, а потім в деякому положенні, що має назву точки відриву, залишають кругові траєкторії і далі рухаються як тіла, що кинуті під кутом до горизонту, тобто за параболічною траєкторією. При цьому режимі роботи подрібнення відбувається за рахунок удару та частково стирання.

При подальшому збільшенні кутової швидкості обертання барабану кулі та матеріал під дією відцентрової сили інерції все з більшою силою будуть притиснуті до стінки барабану. В деякий момент величина відцентрової сили інерції перебільшить силу ваги куль і вони (а отже і матеріал) будуть обертатися разом з барабаном, не відриваючись від його внутрішньої поверхні.

Отже, найбільш ефективним з точки зору процесу подрібнення матеріалу є режим роботи, при якому кулі рухаються спочатку за круговими траєкторіями, а потім переходять на параболічні і здійснюють подрібнення матеріалу.

Швидкість обертання барабану, при якій кулі зовнішнього шару притискаються до його поверхні, має назву критичної швидкості.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, зрозуміло, що швидкість обертання барабану повинна бути меншою за критичну.

Граничне число обертів барабану млина, при якому колова швидкість стає критичною, визначається з умови рівноваги сили ваги кулі та відцентрової сили інерції, що діє на кулю, яка прилягає до внутрішньої поверхні барабану.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва

Метод виробництва цементу обумовлений обраним технологічним обладнанням. Серед основного технологічного обладнання застосовується млин мокрого самоподрібнення, сировинний млин, обертова піч, молоткова дробарка, трубний млин.

До переваг млин мокрого самоподрібнення відносять:

- виключення стадій середнього і дрібного дроблення;
- економія помельних тіл (стержнів та куль);
- відсутність забруднення подрібненого матеріалу металом;
- поліпшення технологічних показників подальшого збагачення

внаслідок кращого розкриття корисної копалини і меншого шлакоутворення.

До переваг сировинного млина відносять:

- пристосовність до вимог виробництва;
- простота управління;
- безперервність виробництва;
- велика ступінь подрібнення;
- легке регулювання розміру готової продукції;
- підходить для сухого і мокрого помелу продукції;
- можливість подрібнювати і сушити одночасно.

До переваг сировинного обертової печі відносять:

- можливість проводити випал за сухим та мокрим способами;
- висока продуктивність;
- надійність в роботі;
- тривалий термін експлуатації;
- простота обслуговування.

До переваг молоткової дробарки відносять:

- простота конструкції;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- надійність в роботі;
- компактність;
- велика продуктивність;
- високий ступінь подрібнення (20 і більше);
- низькі енерговитрати.

До переваг трубного млина відносять:

- велика продуктивність;
- значна тонкість помелу;
- простота конструкції;
- надійність експлуатації.

Робимо висновок, що трубний кульовий млин добре зарекомендував себе на виробництві цементу.

2.2 Опис технологічної схеми виробництва цементу

Основними видами сировини для виробництва цементу є вапняк і глина. Комплексна розробка власних кар'єрів вапняку і глини, які розташовані у 1,5 км від підприємства, здійснюється екскаваторами різних типів. Сировина автомобільним транспортом подається у приймальний бункер 1 млина мокрого самоподрібнення ММС- 70-236 «Гідрофол» 2 без попереднього подрібнення, де здійснюється попередній помел крейдо - глиняного шламу.

Шихтування крейди і глини ведеться в кар'єрі методом зміни співвідношення подачі крейди і глини з різних забоїв. Для коректування складу сировинного шлаку застосовується залізо-змістовна добавка (піритні огарки або залізорудний концентрат). Співвідношення сировинних компонентів регулюється подачею сировини автомобільним транспортом у бункер млина «Гідрофол» з наступним контролем фізико - хімічних параметрів.

Шлам з млина «Гідрофол» перекачується насосами 3 у вертикальні

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шламові резервуари 4 на кар'єрі, а потім гідротранспортом довжиною 1,5 км подається на проммайданчик у цех випалу в резервуари 5. З цих резервуарів шлам насосами 6 подається в бункер трубних сировинних млинів.

Після сировинного млина 7 готовий шлам зливається у приямок під млином і насосами 8 подається на грохот 9 для відділення кремнієвої гальки. Далі шлам насосами подається в корегувальні резервуари 10. Після остаточного корегування складу готовий шлам складається в горизонтальних шлам басейнах 11.

Далі сировинний шлам з горизонтальних шлам басейнів 11 подається насосами через шламовий живильник 12 в обертову піч 13 випалу цементного клінкера.

У печі випалу відбувається процес дегідратації, кальцинації, декарбонізації, утворення мінералогічних кульок цементного клінкера. З обертової печі клінкер подається транспортерами 14 у клінкерний склад 15 цеху помела клінкера.

В залежності від типу і марки цементу на цементні трубні млини 20 подається клінкер, гіпс, активні мінеральні добавки у заданому співвідношенні за допомогою вагових дозаторів 19. Мінеральні добавки перед подаванням у дозатори підсушуються у сушарці 16, подрібнюються молотковою дробаркою 17 і проходять класифікацію на віброситі 18. Від трубних млинів 20 цемент транспортується пневмогвинтовими насосами 21 у цементні силоси 22.

З цементних силосів 22 цемент направляють на фасування у мішки або на завантаження у залізничні вагони.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

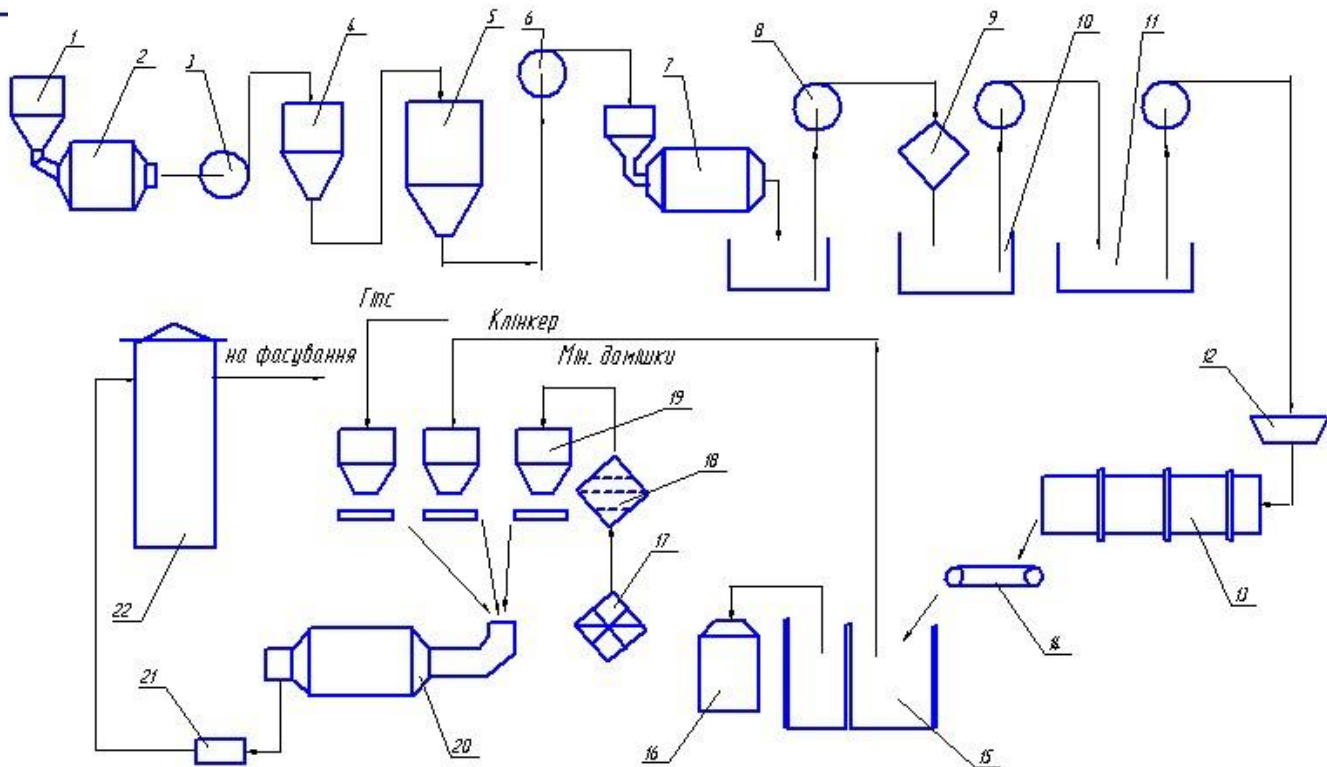


Рис. 2.1 – Технологічна схема виробництва цементу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.009.00.000 ПЗ

Арк.

16

2.3 Характеристика сировини і готового продукту

Цемент - збірна назва порошкоподібних терпких речовин, здатних при змішуванні з водою (іноді з водними розчинами солей) утворювати пластичну масу, яка одержує потім каменеподібний стан. Основні види: портландцемент, глиноземистий цемент, спеціальні види цементу (наприклад, силікатний).

Слово «цемент» належить до збірних понять - воно об'єднує різні види в'язучих матеріалів, отриманих шляхом випалу деяких гірських порід і підданих подрібненню. В'язучими їх назвали за здатність з'єднувати (зв'язувати) в єдине ціле як окремі частки дрібних наповнювачів, так і більші фрагменти. «Пов'яжуть» пісок - бетон виходить, пов'яжуть камені-валуни - плита, постамент або стіна яка-небудь виходить.

Цемент не є природним матеріалом. Його виготовлення - процес дорогий і енергоємний, проте результат коштує того - на виході отримують один з найпопулярніших будівельних матеріалів, який використовується як самостійно, так і як складовий компонент інших будівельних матеріалів (наприклад, бетону і залізобетону). Цементні заводи, як правило, знаходяться відразу ж на місці видобутку сировинних матеріалів для виробництва цементу. Без цементу не обходиться жодне будівництво, а це кращий показник його високих експлуатаційних характеристик.

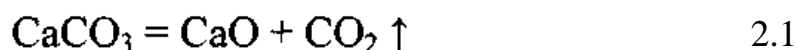
У виробництві цементу використовуються переважно легкоплавкі глини, аргіліти і глинисті сланці, що складають частину цементної шихти. Другою основною її складовою є карбонатні породи.

Сировиною для виробництва цементу служать вапняк і глина, які змішують у певному співвідношенні (75-80% вапняку і 20-25% глини), випалюють до спікання при температурі близько 1450°C. Випалювання проводять у спеціальних циліндричних печах, викладених всередині вогнетривким матеріалом. Сучасні потужні цементні печі досягають у

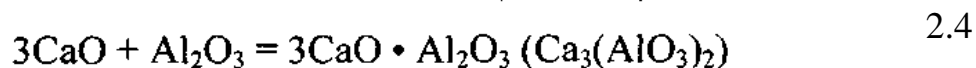
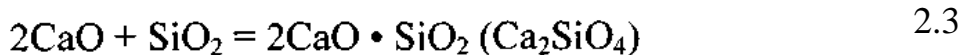
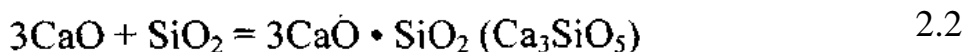
					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

довжину 185м і мають внутрішній діаметр до 5м, їх встановлюють дещо нахиленими. Шихту завантажують у верхній кінець печі. Піч повільно обертається, і завантажений матеріал, пересипаючись, рухається до нижнього кінця, назустріч розжареним газам - продуктам горіння палива (розпиленого вугілля або горючих газів).

При обпаленні в цементному матеріалі послідовно відбуваються такі головні хімічні перетворення. При 100—120°C випаровується волога. При 500°C вигоряють органічні домішки. При 800—1000°C розкладається вапняк:



При 1000-1300°C оксид кальцію взаємодіє з діоксидом силіцію SiO_2 і Al_2O_3 з глини з утворенням силікатів і алюмінатів кальцію:



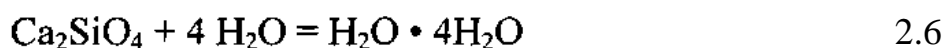
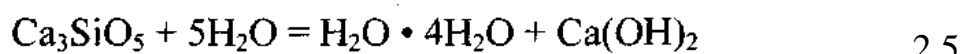
При 1300-1450°C відбувається спікання утворених силікатів і алюмінатів кальцію.

Шматки цементної маси, що спіклися (клінкер), вивантажуються з нижнього кінця печі і охолоджуються. В результаті тонкого розмелювання клінкеру в трубних млинах утворюється сіро-зелений порошок, який і називають цементом.

Склад цементу виражають звичайно процентним вмістом CaO , SiO_2 , Al_2O_3 і Fe_2O_3 . До складу цементу як домішки входять і інші речовини. Звичайний, або так званий силікатний, цемент містить: CaO (60-67%); SiO_2 (17-25%); Al_2O_3 (3-8%); Fe_2O_3 (0,3-6%).

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цемент звичайно використовують у суміші з піском. На одну частину маси цементу беруть 3-5 частин піску. З такої суміші разом з водою виготовляють напіврідку тістоподібну масу, яку називають цементним розчином. Цементний розчин через деякий час тужавіє, а потім твердне в каменеподібну речовину. Твердіння цементного розчину при звичайній температурі продовжується майже місяць. Обумовлюється це явище складними хімічними реакціями, головніші з яких можна зобразити такими рівняннями:



Змішування цементного розчину з гравієм і щебенем дає бетон. Якщо бетоном наповнити залізний каркас (залізні стрижні, дріт тощо), то тоді його називають залізобетоном. Цемент (бетон) дуже міцно зв'язується з залізом і має однаковий з ним коефіцієнт теплового розширення, при цьому бетон має високий опір до стиснення, а металоконструкція — до згину. Бетон і залізобетон мають дуже високу твердість і механічну міцність, їх широко використовують при будівництві гідроелектростанцій, мостів, каналів, заводських корпусів і в житловому будівництві.

В результаті розробки нових технологій будівельних робіт вдалося реалізувати оригінальні технології будівництва на основі сухих розчинних сумішей. На відміну від розчинів і бетонів, що приготовлені за традиційною технологією, сухі суміші доставляються на об'єкти будівництва в сухому вигляді і змішуються з водою безпосередньо перед використанням.

Для виготовлення сухих розчинних сумішей також необхідний цемент високої якості.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міцність цементу

Найбільш важливою характеристикою цементу є межа міцності при стискуванні. Залежно від міцності на стискування цемент ділиться на марки. Найбільш поширена марка цементу в будівництві - 400. Визначити марку цементу можна в лабораторних умовах при дотриманні всіх вимог ДСТУ. Для визначення марки цементу необхідно приготувати цементно-піщаний розчин із співвідношенням по масі 1:3 і відношенням води до цементу (В/Ц) рівним близько 0,4. Даний розчин необхідно укласти в форми і ущільнити. Після 1 доби зберігання в спеціальній вологій камері балочки розформовують і кладуть на подальше зберігання у воду. Через 28 діб балочки необхідно витягувати і випробувати на пресі. Межа міцності при стискуванні у віці 28 діб покаже марку цементу. Для марки цементу 400 - це означає, що міцність призми на стискування має бути не менше 400 кгс/см². Якщо фактична міцність (активність цементу) - 460 кгс/см², то це теж марка 400, лише із запасом міцності. Існують марки - 300, 400, 500 і 600.

Гідратація цементу

Портландцемент - це тонкоподрібнений порошок, що складається з безлічі часток розміром від 0,2мкм до 100мкм і вище. Варто лише додати води, як починається необоротна реакція взаємодії цементних зерен з водою - гідратація.

Клінкерні мінерали, що отримуються після випалення в печі, взаємодіють з водою і утворюють кристали, ці кристали зростають в просторі, заповненому водою, вростають один в одного і у результаті формують тверду структуру. Вода на ранньому етапі грає роль пластифікатора. Саме цим і обумовлена рухливість бетонної суміші. У міру протікання хімічної реакції простір між частками цементу заповнюється продуктами хімічної реакції. Починається процес схоплювання бетону. Цей

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

час зазвичай складає від 2 до 4 годин і більш, який залежить від погодних умов, типу цементу, умов тверднення, хімічних добавок. Через декілька днів, коли бетон окріпне, створюється відчуття того, що бетон вже затвердів, але це хибно. Просто він набрав деяку міцність, наприклад це 50-150 кгс/см². Але процеси хімічної реакції продовжуватимуться до тих пір, поки сприяють необхідні температурно-вологі умови і залишаються зерна цементу, що не прореагували.

Схоплювання цементу

Схоплювання - процес переходу цементного тіста з пластичного стану в твердий (за рахунок збільшення кількості кристалів в ході гідратації). Для цементу важливі характеристики початку і кінця термінів схоплювання. Початок термінів схоплювання - час, протягом якого необхідно приготувати бетон, розчин, доставити його на будівельний майданчик і укласти у форму. Кінець термінів схоплювання - час, після якого необхідно проводити обробку поверхні. Схоплювання цементу регулюється на цементних заводах добавкою гіпсу при помелі портландцементного клінкеру. Терміни схоплювання залежать від температури бетонування. При 20°C схоплювання настає через 1,5-2,5 години. При температурі 10°C терміни схоплювання подовжуються. Також вони залежать від температури самої бетонної суміші. Якщо в бетон потрапляє гарячий цемент (більше 60°C), використовується розжарений на сонці щебінь, пісок, використовується гаряча вода, це приведе до проблем схоплювання. У зимовий період якщо температура повітря виявиться нижчою 0°C, бетонна суміш може замерзнути. Регулювання термінів схоплювання можливе додаванням хімічних добавок (сповільнювачів або прискорювачів).

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплота гідратації

Хімічні реакції при твердненні цементу відбуваються з виділенням тепла. Наприклад, велике виділення тепла може позитивно позначитися на твердненні бетону в умовах знижених температур, але цей же ефект для масивного бетону може привести до утворення внутрішніх тріщин, оскільки виникає істотна різниця температур на поверхні бетону і усередині бетону. Температура усередині масивного бетону може підвищуватися до 60°C і вище. А ризик утворення термічних тріщин виникає тоді, коли різниця температур на їм бетону перевищує 20°C. Тому для масивного бетону необхідно застосовувати цемент з низьким тепловиділенням. В основному кількість тепла, що виділяється, залежить від марки цементу. При будівництві гребель, масивних фундаментів і інших споруд, де можливі істотні підвищення температур усередині бетону використовують марку ШПЦ ІІ/А - 400, але в зимовий період цей цемент відрізнятиметься істотним уповільненням міцності, оскільки тепла, що виділяється цементом, буде недостатньо для захисту від холоду.

Маркування цементу

Цемент маркується по двом характеристикам - це здатність витримувати певне навантаження і відсоткове співвідношення до загального об'єму цементу різних добавок. Перший параметр позначається буквами М-коду або ПЦ з цифрою, що стоїть поряд. Цифра вказуватиме максимальні якості цементу. Наприклад, маркування М-кодом 500 вказує, що даний вид цементу здатний витримати навантаження в 500кг/см². Найбільш популярні цементи з маркуванням від 350 до 500, проте зустрічаються і цементи з відміткою 700.

Другий параметр цементу, відбитий в його маркуванні, це процентний вміст добавок. Він позначається буквою Д. Наприклад, цемент з маркуванням

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Д20 міститиме 20% добавок. Ця характеристика важлива, тому що відсоток добавок впливає на пластичність і міцність цементу.

Якщо цемент має які-небудь додаткові специфічні властивості, то на це вказують спеціальні позначення. Марка цементу М-коду (ПЦ) 400 - Д20 вказує на те, що цей вид цементу має підвищену морозостійкість і водостійкість. Основна сфера вживання такого цементу - будівництво (сюди входить як житлове, так і промислове, сільськогосподарське). Його використовують при виготовленні збірного залізобетону, стінних перекриттів, фундаменту і так далі.

Практично аналогічні властивості і сферу вживання має цемент марки М-коду 500 - Д20. Окрім хорошої водостійкості і морозостійкості даний вид цементу має опірність корозійним діям. Його застосовують, як і цемент марки ПЦ 400 - Д20 для будівництва, а також для штукатурних, кладок і інших ремонтно-будівельних робіт і виготовлення різних будівельних розчинів.

Цемент марки М-коду 500 - Д20 введений до складу бетону, додає останньому такі характеристики, як: підвищена морозостійкість, водостійкість, довговічність. Він незамінний в промисловому будівництві, особливо при виконанні аварійних і відновних робіт.

Ще однією важливою характеристикою цементу є його час тверднення. Цей процес проходить у декілька етапів: перший — схоплювання (початок тверднення) цементу. Він займає 40-50 хвилин. Другий - кінець тверднення. Він настає через 10-12 годин.

Способи виробництва цементу

Виробництво цементу включає два етапи: перший - здобуття клінкеру, другий - доведення клінкеру до порошкоподібного стану з додаванням до нього гіпсу та інших добавок. Перший етап найдорожчий, саме на нього доводиться 70% собівартості цементу. Друга стадія теж складається з

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

декількох етапів. Це: дроблення клінкеру, сушка мінеральних добавок, дроблення гіпсового каменя, помел клінкеру спільно з гіпсом і активними мінеральними добавками. Проте треба враховувати, що сировинний матеріал не буває завжди однаковим, та і фізико-технічні характеристики (такі як міцність, вологість і т. д.) в сировини різні. Тому для кожного виду сировини був розроблений свій спосіб виробництва. До того ж це допомагає забезпечити хороший однорідний помел і повне перемішування компонентів.

У цементній промисловості використовують три способи виробництва, в основі яких лежать різні технологічні прийоми підготовки сировинного матеріалу: мокрий, сухий і комбінований. Для кожного способу використовується певний склад устаткування і строго певна послідовність операцій.

Мокрий спосіб виробництва використовують при виготовленні цементу з крейди (карбонатний компонент), глини (силікатний компонент) і залізовмісних добавок (конверторний шламу, залізистий продукт, піритові огарки). Вологість глини при цьому не повинна перевищувати 20%, а вологість крейди - 29%. Мокрим цей спосіб названий тому, що подрібнення сировинної суміші здійснюється у водному середовищі, на виході виходить шихта у вигляді водної суспензії - шламу - вологістю 30 - 50%. Далі шлам поступає в піч для випалення. При випалюванні із сировини виділяються вуглекислоти. Після цього кулі клінкеру, які утворюються на виході з печі, розтирають в тонкий порошок, який і є цементом.

Сухий спосіб полягає в тому, що сировинні матеріали перед помелом або в його процесі висушуються. І сировинна шихта виходить у вигляді тонкоподрібненого сухого порошку.

Комбінований спосіб, як вже виходить з назви, передбачає використання і сухого і мокрого способу. Комбінований спосіб має два різновиди.

Перший передбачає, що сировинну суміш готують за мокрим способом у вигляді шламу, потім її зневоднюють на фільтрах до вологості 16 - 18% і

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відправляють в печі для випалення у вигляді напівсухої маси. Другий варіант приготування є прямо протилежним першому: спочатку використовують сухий спосіб для виготовлення сировинної суміші, а потім, додаючи 10 -14% води, гранулюють, розмір гранул складає 10-15 мм і подають на випалення.

Кожний спосіб має свої переваги і недоліки. Найбільш розповсюджений мокрий спосіб, який відрізняється простотою подрібнення сировинних матеріалів та їх гомогенізацією. Крім того, він забезпечує кращі санітарно-гігієнічні умови роботи обслуговуючого персоналу. Але мокрий спосіб відрізняється великою електроємністю.

Сухий спосіб виготовлення клінкеру має суттєву перевагу за мокрий в тому, що витрати теплоти при обпаленні зменшуються до 40%. Недоліком цього способу є ускладнення технології і збільшення технологічного обладнання. Але за сукупності техніко-економічних показників сухий спосіб виготовлення клінкеру економічніший мокрого. Тому в нашій державі передбачається більш широке втілення цього способу.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ОБЛАДНАННЯ

Для тонкого подрібнювання матеріалів на цементному заводі застосовуються кульові млини, у яких матеріали подрібнюються у результаті ударів і стирання вільно падаючих при обертанні барабану молотильних тіл (куль, циліндрів). Барабан заповнюють ними на 25...30% об'єму і матеріал знаходиться між молотильними тілами.

Трубний млин (рис. 3.1) складається з барабана, який своїми цапфами спирається на підшипники ковзання, і з двох приводів - головного і допоміжного.

Барабан млина зварений зі сталевих листів ВСтЗсп ГОСТ 380-71 товщиною 40 мм, і внутрішньої футеровки броньовими плитами, відлитими із зносостійкої високомарганцевої сталі 110Г13Л ГОСТ 7370-98. До фланців барабана прикріплені сталеві литі завантажувальні і вихідні днища з цапфами, які опираються на цапфові підшипники, які охолоджуються водою.

Товщина стінки барабана $\delta = 40$ мм, а товщина цапф 140 мм при діаметрах цапфи 1200 мм.

Цапфи опираються на вкладиші підшипників, які заливають свинцевим бабітом БН. Цапфи вихідного днища з'єднані через розвантажувальний патрубок, вал з зубчастими муфтами і редуктор з головним електродвигуном, який обертає барабан.

Барабан млина складається з завантажувального, середнього та розвантажувального вузлів.

Завантажувальний вузол має футеровану внутрішню течку, зварену з листової сталі, і вхідне днище, відлите зі сталі 55Л ГОСТ 977-88 разом з цапфою. Днище з внутрішньої сторони футеровано зносостійкими плитами, а в цапфу днища вмонтований трубошnek.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

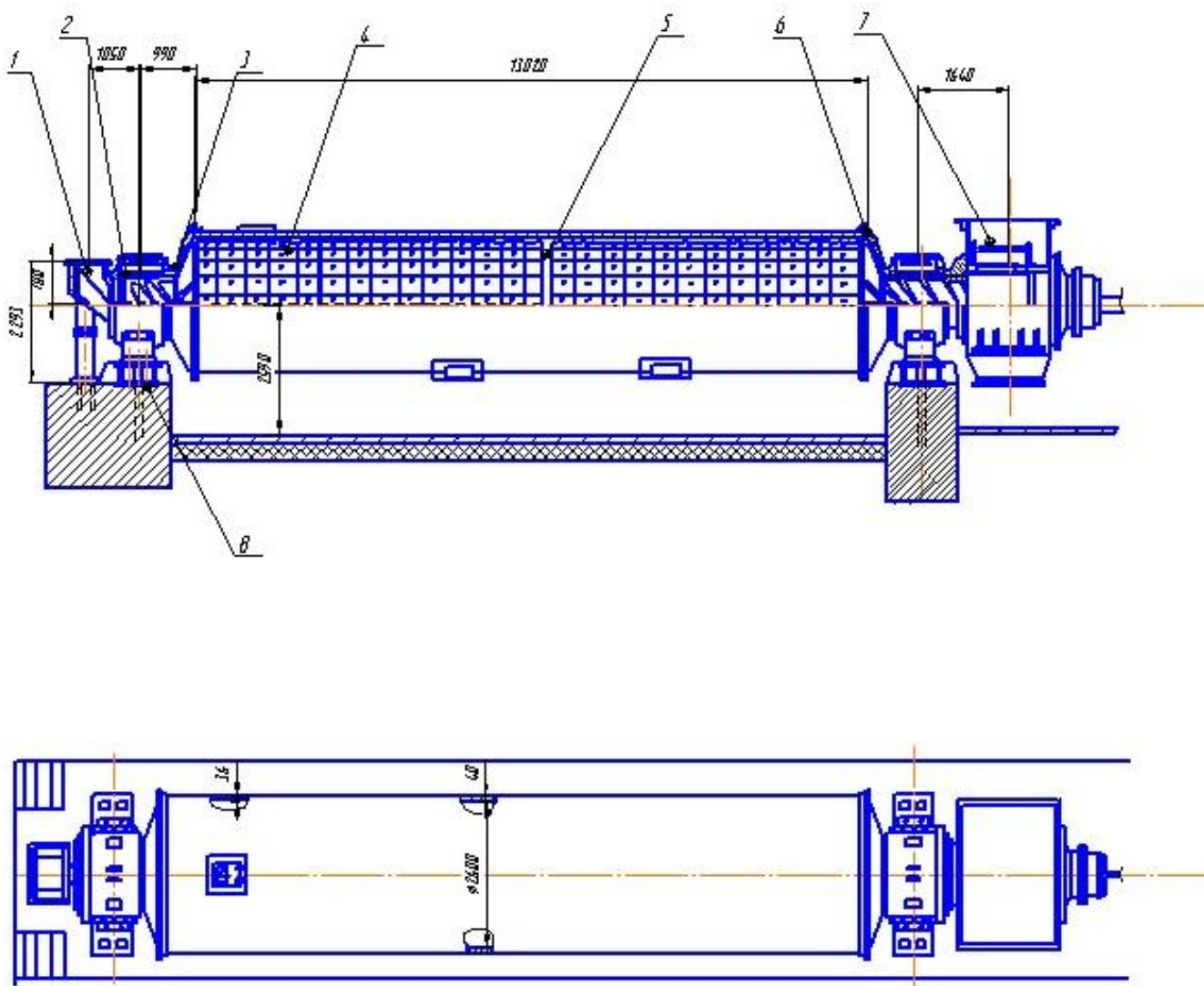


Рис. 3.1 – Трубний млин

1 – бункер, 2 – опора підшипникова, 3 – пристрій завантажувальний; 4 – барабан, 5 – ґратка розподільча, 6 – пристрій розвантажувальний, 7 – бункер, 8 – рама

Середній вузол розділяє барабан на дві камери: першу футеровану похиловстановленими самосортуючими каблучковими плитами і другу, футеровану гладенькими сходишковими плитами. Під футеровкою покладена звукоізолююча резинова перекладка.

Середній вузол має перегородку, яка розділяє дві камери, і складається з шістнадцяти сегментів з концентрично розташованими отворами шириною 10 мм. Живий перетин перегородки $0,9\text{ м}^2$, що складає 12,9% перетину млина.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ущільнення.

Система змащення цапфових підшипників, зубчастих коліс і підшипників редуктора забезпечує надійну роботу агрегату. В цапфові підшипники рідке змащення подається від станції мастила, продуктивністю 50 л/хв., а змащення зубчастих коліс редуктора, від маслостанції, продуктивністю 200 л/хв.

Привід млина центральний. Передбачений також допоміжний привід, призначений для ремонтної мети. Млин обладнаний автоматичною змащувальною системою, що включає дві станції рідкого мастила: продуктивністю 125 л/хв. для мастила корінних підшипників і продуктивністю 450 л/хв. для мастила зубчатих пар і підшипників головного редуктора, а також підшипників основного електродвигуна.

При помелі цементу млин аспірується з метою усунення пилу, видалення тепла і найдрібнішої фракції матеріалу. Аспірація здійснюється від спеціальної установки, що складається з вентилятора, рукавного фільтру або електрофільтру і осаджувальних циклонів, або аспіраційної шахти. Аспіраційна шахта - повітровід системи підключається до верхнього фланця приймальної камери, внаслідок чого весь млин знаходиться під розрідженням. Повітря засмоктується через завантажувальну тічку. Вся дрібна нещільність в місцях завантаження і вивантаження матеріалу також знаходиться під розрідженням, що усуває пил в цих місцях. В результаті застосування аспірації продуктивність млина збільшується на 8— 10%.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ВИБІР КОНСТРУКТИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

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

- достатня міцність, жорсткість та зносостійкість броньованих плит в процесі помелу;

- достатня механічна міцність та жорсткість конструкції барабана, завантажувального вузла та розвантажувального днища при заданих параметрах роботи обладнання з урахуванням специфічних вимог, що пред'являються при випробуванні і експлуатації устаткування;

- здатність матеріалу зварюватися із забезпеченням високих механічних властивостей і корозійної стійкості зварних з'єднань, можливість обробки матеріалу різанням, тиском, а також термічної обробки.

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

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

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

Це вуглецева конструкційна сталь звичайної якості, що має досить гарні механічні властивості $\sigma_b = 370$ МПа, $\sigma_T = 245$ МПа.

Для виготовлення броньованих плит використовують зносостійку високомарганцеву сталь 110Г13Л ГОСТ 7370-98.

C	Si	Mn	Ni	S	P
1.0 - 1.3	0.3 - 0.9	11.5 - 16.5	до 1.0	до 0.02	до 0.09

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.009.00.000 ПЗ				

Ця сталь має гарні механічні властивості: $\sigma_B = 735$ МПа, $\sigma_T = 355$ МПа. Використовують леговану сталь для відливок. Має високий опір зносу при одночасному впливу високих тисків та ударних навантажень.

Для виготовлення вкладишів цапфових підшипників застосовують свинцевий бабіт БН ГОСТ 1320–74.

Fe	Ni	Al	Cu	As	Pb	Zn	Sb	Bi	Sn	Cd
до 0.1	0.1 - 0.5	до 0.05	1.5 - 2	0.5 - 0.9	69.63 - 75.8	до 0.02	13 - 15	до 0.1	9 - 11	0.1 - 0.7

Механічні властивості: $\sigma_B = 130$ МПа, $\sigma_T = 74$ МПа.

Завантажувальне та розвантажувальне днище разом з цапфою виготовлять зі сталі 55Л ГОСТ 977-88.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.52 - 0.60	0.20 - 0.52	0.4 - 0.9	до 0.3	до 0.045	до 0.04	до 0.3	до 0.3

Сталь для відливок звичайна. Механічні властивості в залежності від термообробки: $\sigma_B = 600-860$ МПа, $\sigma_T = 350-470$ МПа.

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

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

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

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.009.00.000 ПЗ					

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.

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

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

Парний ПМБ (маслобензостійкий) застосовується в якості матеріалу прокладки. Матеріал дозволяє виготовляти прокладки різних форм і розмірів. Це універсальний ущільнювач плоских роз'ємів нерухомих з'єднань трубопроводів, компресорів, насосів та судин. У робочому середовищі пароніт ПМБ гарантує відмінну герметичність з'єднань.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

5.1. Розрахунок потреби сировини для виконання річної програми випуску продукції

Вихідні дані:

Спосіб виробництва - мокрий

Річна продуктивність до реконструкції - 267826 т по цементу

Річна продуктивність після реконструкції

$$267826 \cdot 1,15 = 308000 \text{ т по цементу}$$

Склад портландцементу:

Клінкер90%

Активна мінеральна добавка (АМД).....6%

Гіпс.....4%

Склад сировинної суміші:

Вапняк 77,58%

Глина.....22,42%

Природна вологість сировинних матеріалів:

Вапняк4%

Глина.....15%

Втрати при випалюванні сировинної суміші - 35,12%

Виробничі втрати:

Сировинних матеріалів.....2,5%

Клінкеру0,5%

Коефіцієнт використання печей - 92%

Продуктивність по клінкеру:

$$308000 \cdot (90/100) = 277200 \text{ т/рік}$$

З урахуванням втрат в розмірі 0,5% річна потреба клінкеру

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$277200 \cdot 100 / (100 - 0,5) = 278593 \text{ т/рік}$$

При коефіцієнті використання печей - 0,92, печі працюють протягом року

$$365 \cdot 0,92 = 337 \text{ діб}$$

або

$$337 \cdot 24 = 8088 \text{ годин}$$

Годинна продуктивність всіх печей:

$$278593 / 8088 = 34,44 \text{ т/год.}$$

Приймаємо дві печі продуктивністю по 20 т/год.

Теоретичну питому витрату сухої сировини для виробництва 1 т клінкеру визначають з урахуванням втрат при випалюванні:

$$100 / (100 - 35,12) = 1,541 \text{ т/т клінкера}$$

де 35,12% - втрати при випалюванні сировинної суміші.

Втрати сировини з вихідними газами не більші ніж 1%.Тоді розхід сухої сировини складає:

$$1,541 \cdot 100 / (100 - 1) = 1,557 \text{ т/т клінкера}$$

або

$$1,557 \cdot 34,27 = 53,36 \text{ т/год.}$$

$$1,557 \cdot 278593 = 433769,3 \text{ т/рік}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо витрати окремих компонентів сировинної суміші у розрахунку на 1т клінкеру та на річну програму випуску. Вапно

$$1,557 \cdot (77,58/100) = 1,208 \text{ т/т клінкера}$$

$$1,208 \cdot 278593 = 336540,3 \text{ т/рік}$$

$$1,208 \cdot 278593 = 336540,3 \text{ т/рік}$$

Глина:

$$1,557 \cdot (22,42/100) = 0,349 \text{ т/т клінкера}$$

$$0,349 \cdot 278593 = 97229 \text{ т/рік}$$

З урахуванням природної вологості витрати окремих компонентів сировинної суміші складають:

Вапно :

$$1,208 \cdot (100+4) / 100 = 1,256 \text{ т/т}$$

$$1,256 \cdot 278593 = 349912,8 \text{ т/рік}$$

Глина :

$$0,349 \cdot (100+15) / 100 = 0,401 \text{ т/т клінкера}$$

$$0,401 \cdot 278593 = 111715,8 \text{ т/рік}$$

З урахуванням виробничих втрат витрати окремих компонентів сировинної суміші складають:

Вапно :

$$1,256 \cdot (100+2,5) / 100 = 1,2874 \text{ т/т}$$

$$1,2874 \cdot 278593 = 358660,6 \text{ т/рік}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глина:

$$0,401 \cdot (100+2,5) / 100 = 0,411 \text{ т/т клінкера}$$

$$0,411 \cdot 278593 = 114501,7 \text{ т/рік}$$

На річну продуктивність цементу з урахуванням виробничих витрат необхідно

Гіпсу

$$308000 \cdot (100+2,5) / 100 \cdot (4/100) = 12628 \text{ т/рік}$$

Активної мінеральної добавки (діатоміту)

$$308000 \cdot (100+2,5) / 100 \cdot (6/100) = 18942 \text{ т/рік.}$$

Таким чином, для забезпечення річної програми випуску цементу 308000т необхідно переробити 358660,6 т вапна, 114501,7 т глини, 12628 т гіпсу і 18942 т мінеральної добавки.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ, СТІЙКІСТЬ

6.1. Конструктивний розрахунок основних параметрів трубного млина

Довжина млина [2, с. 78]

$$\frac{L}{D} = 3...6$$

де $D = 2,45$ м - діаметр середнього внутрішнього діаметра млина;

$$L = (3...6) \cdot D = (3...6) \cdot 2,45 = 7,2...14,5\text{м}$$

Приймаємо довжину барабана млина $L = 13\text{м}$.

При подрібнюванні цементу використовують двохкамерні або трьох камерні млини. Приймаємо двохкамерний млин.

Внутрішні розміри камер:

Перша камера $D_1 = 2600\text{мм}$ $L_1 = 6420\text{мм}$

Друга камера $D_2 = 2600\text{мм}$ $L_2 = 6350\text{мм}$

Приймаємо тип помельних тіл:

Перша камера - сталеві кулі

Друга камера - короткі сталеві циліндри (цильпеси).

Оптимальна кутова швидкість барабана [2, с. 241]

$$\omega_{opt.} = \frac{2,38}{\sqrt{R}}, \text{ c}^{-1} \quad 6.1$$

де $R = \frac{D}{2} = \frac{2,60}{2} = 1,3\text{ м}$ - середній радіус барабана;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$\omega_{\text{опт.}} = \frac{2,38}{\sqrt{1,3}} = 2,05 \text{ с}^{-1}$$

Кількість обертів барабана

$$n_6 = \frac{30 \cdot \omega_{\text{опт.}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 2,05}{3,14} = 19,58 \text{ об/хв.}$$

Оптимальна вага подрібнюючих тіл (сталевих куль) [3, с. 80]

$$G_1 = \pi \cdot R^2 \cdot K_z \cdot K_p \cdot L \cdot \rho \cdot n_6, \text{ кг} \quad 6.2$$

де $K_z = 0,26 \dots 0,32$ - коефіцієнт завантаження [3, с.80]

$K_p = 0,51$ - коефіцієнт розпушування завантажування; [3, с.80] $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ - щільність матеріалу сталевих куль;

$$G_1 = 3,14 \cdot 1,3^2 \cdot 0,3 \cdot 0,51 \cdot (6,42 + 6,35) \cdot 7850 = 76520 \text{ кг} = 746,6 \text{ кН.}$$

В першу камеру завантажуюмо сталеві кульки діаметром 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100мм (усього 40т) в другу сталеві циліндри діаметром 16, 20, 25мм та довжиною 30, 40, 10мм відповідно (36,5т). Товщина стінки барабана [2, с. 241]

$$S_0 = (0,01 \dots 0,015)D \quad 6.3$$

$$S_0 = (0,01 \dots 0,015) \cdot 2,6 = 26 \dots 39 \text{ мм}$$

Приймаємо товщину стінки барабана $S_0 = 40$ мм, а товщину броньованих плит $S_{\text{п}} = 75$ мм.

Зовнішній діаметр барабана

$$D_3 = D + 2S_0 + 2S_{\text{п}}, \text{ мм} \quad 6.4$$

$$D_3 = 2600 + 2 \cdot 40 + 2 \cdot 75 = 2830 \text{ мм}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм камер млина

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L \quad 6.5$$

$$V = \pi \cdot 1,3^2 \cdot 13 = 70,0 \text{ м}^3$$

Продуктивність трубного млина [3, с.80]

$$П = 6,45 \cdot \sqrt{D} \cdot \left(\frac{2 \cdot G_1}{V} \right)^{0,8} \cdot q \cdot K, \text{ т/год.} \quad 6.6$$

де $q = 0,06 \text{ т/(кВт} \cdot \text{ год.)}$ - питома продуктивність млина при помелі клінкера; [3, с.80]

$K = 0,86.. 1,17$ - коефіцієнт відносної ефективності помелу;

$$П = 0,645 \cdot \sqrt{2,6} \cdot \left(\frac{2 \cdot 76520}{70} \right)^{0,8} \cdot 0,06 \cdot 1 = 29,3 \text{ т/год}$$

Приймаємо продуктивність млина $П = 30 \text{ т/год.}$

6.2. Розрахунок потужності електродвигуна

Необхідна потужність електродвигуна [4, с. 22]

$$P = \frac{2,49 \cdot 1,14 \cdot m_k \cdot R \cdot n}{\eta}, \text{ Вт} \quad 6.7$$

де m_k - вага помельних тіл, Н;

$\eta = 0,9.. 0,94$ - ККД привода;

n - частота обертання барабану, об/с;

Маса матеріалу, який подрібнюється у млині, дорівнює 14% від маси помельних тіл, враховуємо це коефіцієнтом 1,14.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$P = \frac{2,49 \cdot 1,14 \cdot (76520 \cdot 9,81) \cdot 1,3 \cdot 0,3416}{0,94} = 1000060 \text{Вт} = 1000,06 \text{кВт}$$

Приймаємо до установки синхронний електродвигун СДВ-16-41-16УЗ, потужністю $P_{\text{дв}} = 1000 \text{кВт}$, кількість обертів $n_{\text{дв}} = 375 \text{об/хв}$.

6.3. Кінематичний розрахунок привода

Кінематична схема привода приведена на рис. 6.1. Для передачі обертового моменту від електродвигуна застосовуємо двоступеневий редуктор.

Передаточне число привода (зубчастої передачі)

$$u = n_{\text{дв}} / n_6 \tag{6.8}$$

$$u = 375 / 20,5 = 18,293$$

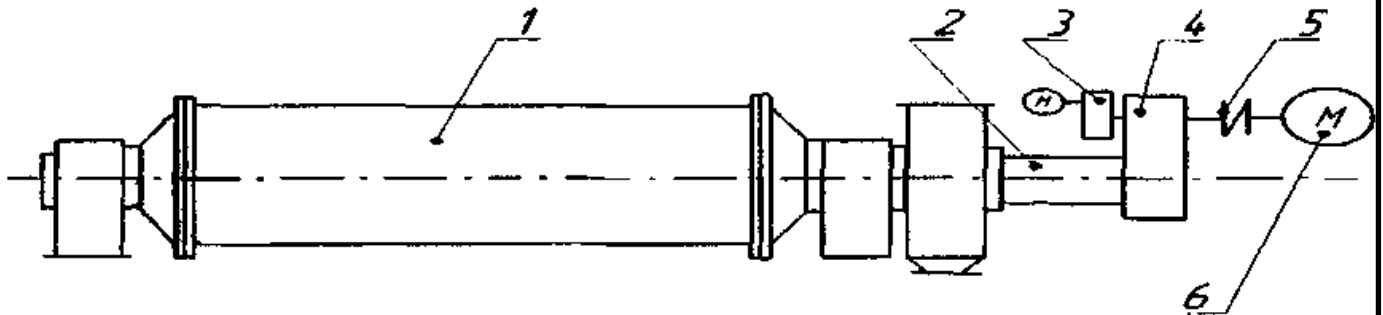


Рисунок 6.1 - Кінематична схема привода 1 - трубний млин; 2 - вал приводний; 3 - привод допоміжний; 4 - редуктор; 5 - муфта; 6 – електродвигун

Обертовий момент на валу електродвигуна

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1}, \text{ Нм} \tag{6.9}$$

де ω_1 - кутова швидкість валу електродвигуна;

						2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			40

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} \quad 6.10$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 375}{30} = 39,25 \text{ с}^{-1}$$

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} \quad 6.11$$

$$T_1 = \frac{1000060}{39,25} = 25480 \text{ Нм}$$

Обертвий момент на валу барабану

$$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta \quad 6.12$$

$$T_2 = 25480 \cdot 18,293 \cdot 0,9 = 419480 \text{ Нм}$$

6.4. Розрахунок барабана на міцність

На основі конструкції барабану складаємо розрахункову схему навантаження барабану млина.

Зовнішнім навантаженням, яке діє на деталі млина, є вага його обертової частини і відцентрова сила обертових молотильних тіл і подрібнюваного матеріалу.

Вага обертової частини млина [4, с. 128]

$$G = (1,14 \cdot G_1) \cdot 0,55 + G_2, \text{ кН} \quad 6.13$$

де 1,14 - вага помельних тіл і матеріалу для подрібнення, кН;

$G_1 = 746,6 \text{ кН}$ - вага помельних тіл;

$G_2 = 150,5 \text{ т} = 1476,4 \text{ кН}$ - загальна вага барабана з днищами, футеровкою, перегородками;

Вага кожного з днищ, яка входить до ваги барабана $O_d = 38,5 \text{ т} = 377,7 \text{ кН}$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G = 1,14 \cdot 746,6 \cdot 0,55 \cdot + 1476,4 = 1944,5 \text{кН}$$

Загальна вага барабана без днищ

$$G_{\text{заг}} = G - 2G_{\text{д}} \quad 6.14$$

$$G_{\text{заг}} = 1944,5 - 2 \cdot 377,7 = 1189,1 \text{кН}$$

Відцентрова сила обертових помельних тіл і подрібненого матеріалу [4, с.124]

$$F_{\text{ц}} = 0,356 \cdot G_1, \text{кН} \quad 6.14$$

$$F_{\text{ц}} = 0,356 \cdot 1189,1 = 423,3 \text{кН}$$

Відцентрова сила направлена вздовж радіуса, який проходить через центр ваги обертової маси.

Рівнодіюча сил ваги помельних тіл і подрібненого матеріалу та відцентрової сили [4, с. 128]

$$Q = \sqrt{F_{\text{ц}}^2 + G_{\text{шт}}^2 + F_{\text{ц}} \cdot G_{\text{шт}}} \quad 6.16$$

$$\text{де } G_{\text{шт}} = 0,672G_1 = 0,672 \cdot 746,6 = 501,7 \text{кН}$$

$$Q = \sqrt{423,3^2 + 501,7^2 + 423,3 \cdot 501,7} = 802,0 \text{кН}$$

Рівнодіюча сили C^* і загальної ваги барабана [4, с.128]

$$Q_{\text{рівн}} = \sqrt{Q^2 + G_{\text{заг}}^2 + 0,684 \cdot Q \cdot G_{\text{заг}}} \quad 6.17$$

$$Q_{\text{рівн}} = \sqrt{802^2 + 1189,1^2 + 0,684 \cdot 802 \cdot 1189,1} = 1646 \text{кН}$$

Сила $Q_{\text{рез}}$ що діє по довжині барабану, [4, с. 128]

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.009.00.000 ПЗ				

$$Q_{рез} = 0,996 Q_{рівн} = 0,996 \cdot 1646 = 1640 \text{кН}$$

При обрахуванні згинаючих моментів, діючих у перетинах барабану, приймається, що напруження від його ваги розподіляється рівномірно на його довжині.. За зосереджене напруження треба приймати також вагу кожного з днищ. Точка її прикладення приймається на вісі млина на однієї третини відстані від поверхні сполучення днища з корпусом барабана до точки прикладення реакції опори.

Питоме навантаження:

$$q = \frac{Q_{рез}}{L} = \quad 6.18$$

$$q = \frac{1640}{13,02} = 126 \text{кН / м}$$

Визначаємо опорні реакції

$$\sum M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & - G_d \cdot c - q \cdot 2 \cdot b \cdot (a + b) - G_d \cdot (2a + 2b - c) \\ & + R_B \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b) = 0 \end{aligned} \quad 6.19$$

$$\begin{aligned} & - 377,7 \cdot 0,99 - 126 \cdot 13,02 \cdot (6,51 + 1,61) - \\ & - 377,7 \cdot (2 \cdot 1,61 + 13,02 - 0,99) + R_B \cdot (2 \cdot 1,61 + 2 \cdot 6,51) = 0 \end{aligned}$$

$$R_B = 1198 \text{кН}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum M_B = 0$$

$$-R_A \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b) + G_d \cdot (2a + 2 \cdot b - c) + G_d \cdot c +$$

$$+ q \cdot 2 \cdot b \cdot (a + b) = 0 \quad 6.20$$

$$-R_A \cdot (2 \cdot 1,61 + 2 \cdot 6,51) + 377,7 \cdot (2 \cdot 6,51 + 2 \cdot 1,61 - 0,99) + 126 \cdot 2 \cdot 6,51 \cdot (6,51 + 1,61) + 377,7 \cdot 0,99 = 0$$

$$R_A = 1198 \text{кН}$$

Перевірка.

$$\sum Y = 0; \quad R_A + R_B - 2 G_d - q \cdot 2 \cdot b = 0 \quad 76.2$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

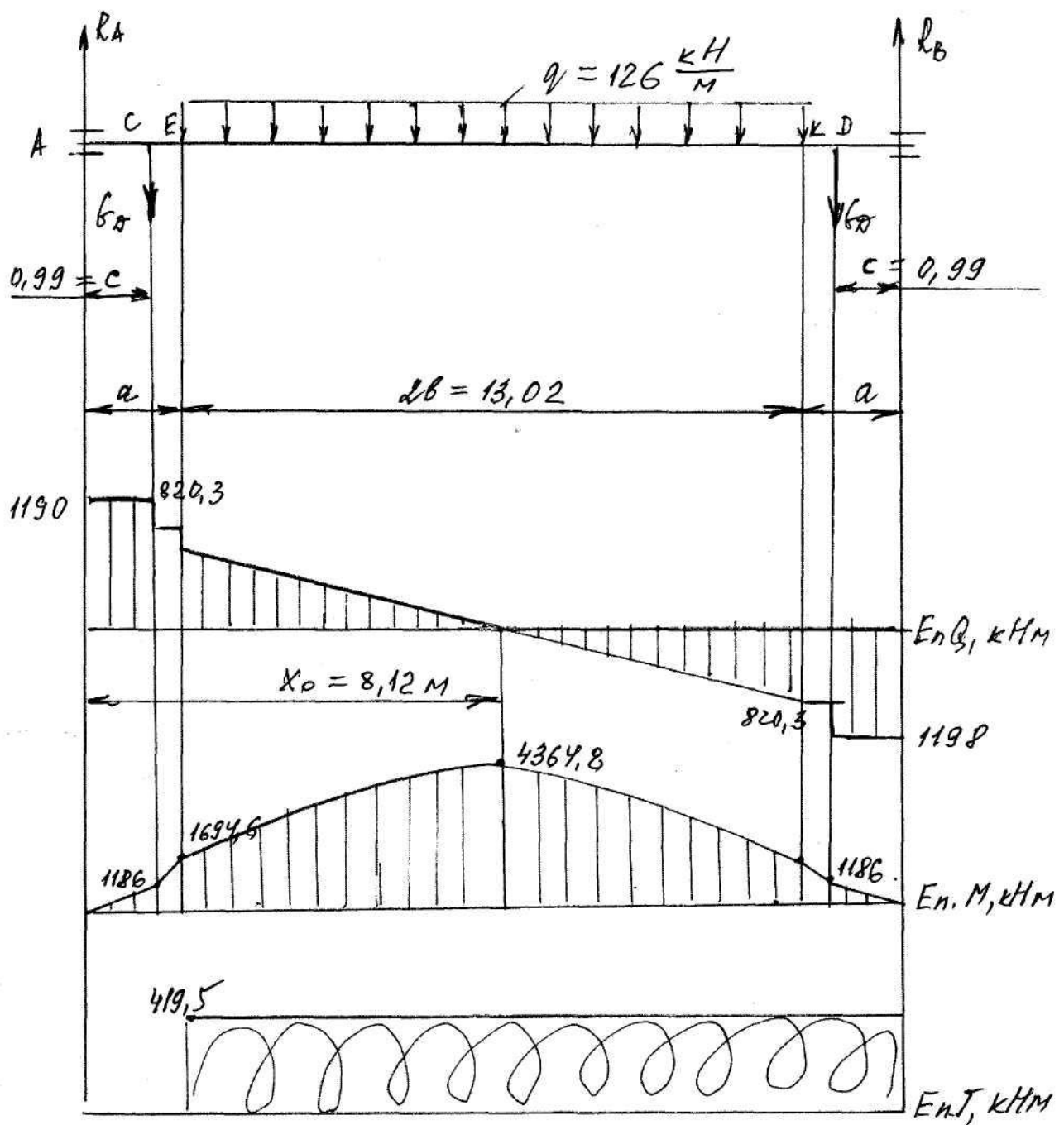


Рис. 6.2- Схема навантажень на трубний млин, епюри поперечних сил та моментів згинання і крутіння

$$1198 + 1198 - 2 \cdot 377,7 - 126 \cdot 13,02 = 2396 - 2395,9 = 0$$

Перевірка виконується.

Будуємо епюру поперечних сил $C >$.

$$\begin{aligned} Q_A &= R_A = 1198 \text{кН}; \\ Q_C &= Q_D = R_A - G_d = 1198 - 377,7 = 820,3 \text{кН}; \\ Q_E &= R_A - G_d - q \cdot 2 \cdot b = 1198 - 377,7 - 126 \cdot 13,02 = 820,3 \text{кН}; \\ Q_B &= -R_B = -1198 \text{кН}; \\ Q_K &= -820,3 \text{кН}. \end{aligned} \quad 6.26$$

Визначаємо відстань від А до точки, в якій епюра Q змінює знак. В цій точці епюра моментів згинання має максимальне значення.

$$X_0 = a + e = 1,61 + 6,51 = 8,12 \text{м.}$$

Вирахуємо значення згинаючих моментів у характерних точках перерізу і будуємо їх епюру.

$$\begin{aligned} M_A &= 0; \\ M_C &= R_A \cdot c = 1198 \cdot 0,99 = 1186 \text{кНм} \end{aligned} \quad 6.27$$

$$\begin{aligned} M_D &= R_A \cdot a - G_d \cdot (a - c); \\ M_D &= 1198 \cdot 1,61 - 377,7 \cdot 0,62 = 1694,6 \text{кНм} \end{aligned} \quad 6.28$$

$$\begin{aligned} M_B &= 0; \\ M_K &= R_B \cdot c = 1198 \cdot 0,99 = 1186 \text{кНм} \end{aligned} \quad 6.29$$

$$\begin{aligned} M_E &= R_B \cdot a - G_d \cdot (a - c); \\ M_E &= 1198 \cdot 1,61 - 377,7 \cdot 0,62 = 1694,6 \text{кНм}; \end{aligned} \quad 6.30$$

Максимальний момент згинання

$$M_{\text{макс}} = R_A \cdot X_0 - G_d \cdot (X_0 - c) - 0,5 \cdot q \cdot (X_0 - a)^2; \quad 6.31$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$M_{\max} = 1198 \cdot 8,12 - 377,7 \cdot (8,12 - 0,99) - 0,5126 \cdot (8,12 - 1,61)^2 = 4364,8 \text{ кНм.}$$

Обертвий момент який розвиває привод млина

$$T_2 = 419480 \text{ Нм} = 419,5 \text{ кНм}$$

Приведений момент

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_{\text{зг}}^2 + T_2^2} \quad 6.32$$

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{4364,8^2 + 419,5^2} = 4385 \text{ кНм}$$

Умова міцності по нормальних напруженнях, що виникають при вигині, записується таким чином:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W_x \leq [\sigma] \quad 6.33$$

де W_x - осьовий момент опору.

В даному випадку ми маємо цапфу кільцевого профілю, тоді:

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \cdot (1 - c^4) \quad 6.34$$

$$\text{де } c = d_{\text{вн}} / d$$

$$d = 1,26 \text{ м}$$

$$d_{\text{вн}} = 1,2 \text{ м}$$

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 1,26^3}{32} \cdot \left(1 - \left(\frac{1,2}{1,26}\right)^4\right) = 0,348 \text{ м}^3$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Барабан млина виготовляється із сталі ВСтЗсп ГОСТ 380-71 з характеристикою: $\sigma_B = 370 \dots 480 \text{ МПа}$. [6, с. 147]

$$\sigma_{\perp} = 0,4 \cdot \sigma_B = 0,4 \cdot (360 \dots 460) = 145 \dots 185 \text{ МПа}$$

Припустиме напруження у перетинах барабана, виготовленого з цієї сталі, не повинно перебільшувати [6, с. 107]

$$[\sigma_n] = \frac{\sigma_{\perp}}{S}, \text{ МПа} \quad 6.35$$

де S - коефіцієнт запасу міцності; [6, с. 108]

$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot S_4, \quad 6.36$$

де $S_1 = 1,3$ - коефіцієнт відповідальності деталі великої вартості;

$S_2 = 1,2$ - коефіцієнт, враховуючий надійність матеріалу;

$S_3 = 1,2$ - коефіцієнт режиму роботи для симетричного циклу;

$S_4 = 2,1$ - коефіцієнт, враховуючий стан поверхні деталі і концентрацію напружень.

$$S = 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 2,1 = 4$$

$$[\sigma_n] = \frac{185 \dots 145}{4} = 46 \dots 36 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\max} = 4385000 / 0,348 = 12,6 \text{ МПа} < 36 \text{ МПа}$$

Таким чином, маємо коефіцієнт запасу міцності по нормальних напругах при вигині:

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = [\sigma] / \sigma_{\max} \quad 6.37$$

$$n = 36 / 12,6 = 2,85$$

Напруження корпусу барабана від згину та крутіння [4, с. 129]

$$\sigma_{\text{екв}} = M_{\text{екв}} / (0,8 \cdot W_x) \quad 6.38$$

Коефіцієнт 0,8 введений тому, що перетин корпусу ослаблений отворами для панцирних болтів і люковими отворами.

$$\sigma_{\text{екв}} = 4385000 / (0,8 \cdot 0,348) = 15,8 \text{ МПа} < [\sigma_n] = 36 \text{ МПа}$$

Умова міцності корпусу барабану виконується.

6.5. Розрахунок болтів, які з'єднують днище з фланцем барабана

На болти днища діють навантаження зрізу і розтягування. Зрізання болтів відбувається під дією рівнодіючої $Q = 802 \text{ кН}$ ваги обертових частин млина і відцентрової сили, а також під дією колового зусилля F , яке передається днищу від електродвигуна.

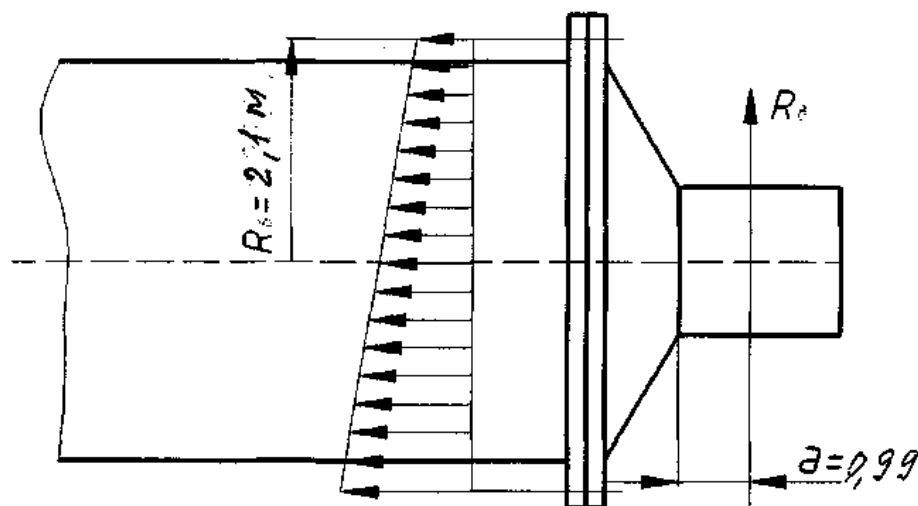


Рисунок 6.3 - Схема до розрахунку болтів

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Колове зусилля вінця, яке прикладається до болтів і зрізує болти [5, с.148]

$$F = \frac{71620 \cdot P}{n \cdot 1,4 \cdot r}, \text{Н}$$

де $r = 2100$ мм - радіус кола розташування болтів;

$$F = \frac{71620 \cdot 1000060}{20,5 \cdot 1,4 \cdot 2100} = 1188,4 \text{кН}$$

Сила $F_{зр}$ яка перерізує болти [4, с. 130]

$$F_{зр} = Q + F, \text{кН} \quad 6.39$$

$$F_{зр} = 802 + 1188,4 = 1990,4 \text{кН}$$

На зріз працюють тільки болти з гладеньким стрижнем. Напруження зрізу у матеріалі цих болтів [4, с. 130]

$$\tau = \frac{F_{зр}}{m \cdot A_б}, \text{МПа} \quad 6.40$$

де $m = 24$ - кількість болтів М56;

$A_б$ - площа перерізу болта, мм^2

$$A_б = \frac{\pi \cdot d^2}{4} : \quad 6.41$$

$$A_б = \frac{3,14 \cdot 56^2}{4} = 2461,8 \text{мм}^2$$

де $d = 56$ мм - діаметр болтів;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \frac{1990400}{24 \cdot 2461,8} = 33,7 \text{ МПа}$$

Болти виготовляються із сталі 40 з характеристикою: $a_B = 570 \text{ МПа}$
 $\sigma_T = 320 \text{ МПа}$ [5, с. 157].

Допустимі напруження зрізу

$$[\tau_{зр}] = (0,2 \dots 0,3) \sigma_T, \text{ МПа}$$

$$[\tau_{зр}] = (0,02 \dots 0,3) \cdot 320 = 64 \dots 96 \text{ МПа}$$

Умова міцності від зрізу виконується, тому що

$$\tau = 33,7 \text{ МПа} < [\tau_{зр}] = 96 \text{ МПа}$$

Розтягування болтів зумовлене згинаючим моментом, діючим у площині з'єднання днища з корпусом, і у результаті їх попереднього затягування при монтажі млина. При затягуванні болти також скручуються.

Найбільше зусилля від моменту згину [4, с.130]

$$P = \frac{M_{зг}}{m \cdot 0,75 \cdot R_6}, \text{ Н} \quad 6.42$$

де $M_{зг}$ - згинаючий момент, діючий у площині з'єднання днища з корпусом;

$$M_{зг} = M_D = 1694,6 \text{ кНм}$$

$R_6 = 2,1 \text{ м}$ - радіус болтового кола;

$0,75T$ - кількість рівномірно затягнутих болтів;

$m = 24$ - загальна кількість болтів.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{1694600}{24 \cdot 0,75 \cdot 2,1} = 44830 \text{ Н}$$

Зусилля розтягування, яке діє на болт [4, с. 130]

$$Q_p = T + \lambda \cdot P, \text{ Н} \quad 6.43$$

де P - зовнішнє навантаження на болт;

T - зусилля затягування;

$\lambda = 0,2 \dots 0,3$ - коефіцієнт основного напруження, який відображає пружні властивості з'єднувальних деталей і болта;

Найбільшому зовнішньому напруженню - зусиллю розтягнення - болт піддається тоді, коли, обертаючись разом з днищем, він проходить через крайнє нижнє положення.

Зусилля затягування болта [4, с.131]

$$T = \sigma_{\text{зат}} \cdot A_1, \text{ Н} \quad 6.44$$

де A_1 площа перетину нарізної частини болта, мм^2 ;

$\sigma_{\text{зат}}$ - напруження затягування, МПа;

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$A_1 = \frac{3,14 \cdot 50,046^2}{4} = 1966,11 \text{ мм}^2 \quad 6.45$$

$$\sigma_{\text{зат}} = (0,4 \dots 0,5) \sigma_b = 320 (0,4 \dots 0,5) = 128 \dots 160 \text{ МПа}$$

$$T = 128 \cdot 1966,11 = 251662 \text{ Н}$$

Розрахункове навантаження на болт

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_p = 251662 + 0,25 \cdot 44830 = 262870\text{Н}$$

Напруження розтягування у нарізаній частині болта

$$\sigma_1 = \frac{Q_p}{A_1}, \text{ МПа} \quad 6.46$$

$$\sigma_1 = \frac{262870}{1966,11} = 133,7\text{МПа}$$

Напруження розтягування у стрижні болта

$$\sigma_6 = \frac{Q_p}{A_6} \quad 6.47$$

$$\frac{262870}{2461,8} = 106,8\text{МПа}$$

Момент, який закручує болт

$$M_k = T \cdot d_6 \cdot k, \text{ Нм} \quad 6.48$$

де $d_6 = 0,056\text{м}$ - зовнішній діаметр нарізки болта;

$k = 1,2$ - коефіцієнт;

$$M_k = 251662 \cdot 0,056 \cdot 1,2 = 16912\text{Нм}$$

Дотичні напруження у нарізній частині болта

$$\tau_1 = \frac{M_k}{0,2 \cdot d_1^3}, \text{ МПа} \quad 6.49$$

$$\tau_1 = \frac{16912000}{0,2 \cdot 50,046^3} = 67,5\text{МПа}$$

Дотичні напруження у стрижні болта

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_6 = \frac{M_k}{0,2 \cdot d_6^3}, \text{ МПа} \quad 6.50$$

$$\tau_6 = \frac{16912000}{0,2 \cdot 56^3} = 48,2 \text{ МПа}$$

Найбільші приведені напруження у нарізаній частині болта та його стрижні

$$\sigma_{1np} = \sqrt{\sigma_1^2 + 4 \cdot \tau_1^2}, \text{ МПа} \quad 6.51$$

$$\sigma_{1np} = \sqrt{133,7^2 + 4 \cdot 67,5^2} = 190,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{6np} = \sqrt{\sigma_6^2 + 4 \cdot \tau_6^2}, \text{ МПа} \quad 6.52$$

$$\sigma_{6np} = \sqrt{106,8^2 + 4 \cdot 48,2^2} = 142,4 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу по межі текучості [5, с. 150]

- у нарізаній частині болта

$$S_1 = \frac{\sigma_T}{\sigma_{1np}} \quad 6.53$$

$$S_1 = \frac{320}{190,8} = 1,67 > [S] = 1,5$$

- у гладкому стрижні

$$S_6 = \frac{\sigma_T}{\sigma_{6np}} \quad 6.54$$

$$S_6 = \frac{320}{142,4} = 2,25 > [S] = 1,5$$

Так як болти працюють під дією перемінного навантаження, то при розрахунку їх на міцність, необхідно додатково визначити запас міцності по

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

межі втомленості. [5, с.150]

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1(\sigma)} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_B}\right)}{\sigma_a} \quad 6.55$$

Амплітуда напруження циклу

$$\sigma_a = \frac{\lambda \cdot P}{2 \cdot A_1} = \quad 6.56$$

$$\sigma_a = \frac{0,2 \cdot 268820}{2 \cdot 1966,11} = 13,7 \text{ МПа}$$

Середнє напруження циклу

$$\sigma_m = \sigma_{\text{зат}} + \sigma_a \quad 6.57$$

$$\sigma_m = 128 + 13,7 = 141,7 \text{ МПа}$$

Межа витривалості нарізаної частини болта;

$$\sigma_{-1\sigma} = \frac{\sigma_B}{K_{\sigma}} = \quad 6.58$$

$$\sigma_{-1a} = \frac{570}{3,5} = 163 \text{ МПа}$$

де $k_a = 3,5 \dots 5$ - коефіцієнт; [5, с.151]

$$S_{\sigma} = \frac{163 \cdot (1 - 141,7/570)}{13,7} = 8,94 > [S_{\sigma}] = 2,5 \dots 5$$

Умови міцності болтів виконуються.

6.6. Розрахунок днища на міцність

З досвіду експлуатації трубних млинів відомо, що небезпечним перерізом днища є перехід циліндричної частини у конічну, де можуть бути приховані ливарні дефекти (рис. 6.2). Тому у перерізі Б-Б допустимі

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруження приймають не більше $[\sigma] = 10 \text{ МПа}$ [4, с. 131].

Згинаючий момент у перерізі Б-Б $M_{зг} = 1694,6 \text{ кНм}$

Приведений момент

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг}^2 + T_2^2} \quad 6.59$$

$$M_{пр} = \sqrt{1694,6^2 + 419,5^2} = 1745,8 \text{ кНм}$$

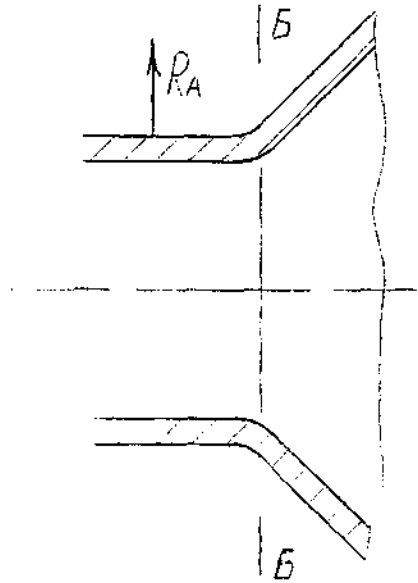


Рис. 6.4 - Перехід циліндричної частини барабана у конічну Момент опору небезпечного перерізу Б-Б

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - c^4), \text{ м}^3 \quad 6.60$$

де $c = \frac{d_{вн}}{d}$

$d = 1,5 \text{ м}$ - зовнішній діаметр;

$d_{вн} = 1,0 \text{ м}$ - внутрішній діаметр цапфи.

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 1,5^3}{32} \cdot \left(1 - \left(\frac{1,0}{1,5}\right)^4\right) = 0,2658 \text{ м}^3$$

Напруження згину цапфи у перерізі Б-Б

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.009.00.000 ПЗ

Арк.

56

$$\sigma = \frac{M_{np}}{W} \quad 6.61$$

$$\sigma = \frac{1745800}{0,2658} = 6,6 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 6,6 \text{ МПа} < [\sigma] = 10 \text{ МПа.}$$

Умови міцності днища виконуються.

6.7. Розрахунок підшипника цапфи

Розрахунок проводимо по найбільшому радіальному навантаженню $K_A = 1198 \text{ кН}$.

Виходячи із рекомендацій $l/d - 0.5 \dots 1$, вибираємо довжину вкладишу $l = 1000 \text{ мм}$ [7, с.465]

Швидкість ковзання у підшипнику

$$v_s = 0,5 \cdot \omega \cdot d, \text{ м/с} \quad 6.62$$

де $\omega = 2,05 \text{ с}^{-1}$ - кутова швидкість барабану;

$$v_s = 0,5 \cdot 2,05 \cdot 1 = 1,025 \text{ м/с}$$

Тиск у контактi цапфи і вкладиша [7, с.465]

$$P = \frac{R_b}{d \cdot l}, \text{ МПа} \quad 6.63$$

$$P = \frac{1198000}{1000 \cdot 1000} = 1,2 \text{ МПа}$$

Параметр, що характеризує нагрівання підшипника

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P \cdot v_s = 1,2 \cdot 1,025 = 1,23 \text{ МПа м/с}$$

За даними таблиці 33.1 [7, с.461] для вкладиша підшипника вибираємо матеріал - бабіт, для якого $[P] = 10 \text{ МПа}$; $v_s = 1,0 \text{ м/с}$; $[P \cdot v] = 3 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$; що забезпечує стійкість проти спрацювання вкладиша у періоди порушення режиму рідинного тертя.

Відносний зазор у підшипнику

$$\psi = \frac{28}{d} = 0,001$$

при $P < 10 \text{ МПа}$ і $v_s < 5 \text{ м/с}$.

Радіальний зазор

$$\delta = 0,5 \cdot \psi \cdot d, \text{ мм} \quad 6.64$$

$$\delta = 0,5 \cdot 0,001 \cdot 1000 = 0,5 \text{ мм}$$

Для змащування підшипника передбачається мастило - індустріальне И-30 ГОСТ 20799-85, для якого при температурі 60°C динамічна в'язкість

$$\mu = 0,015 \times 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{с/мм}^2.$$

Коефіцієнт навантаження підшипника [7, с.462]

$$\Phi = \frac{\psi^2 \cdot P}{\mu \cdot \omega} \quad 6.65$$

$$\Phi = \frac{0,001^2 \cdot 1,2}{0,015 \cdot 10^{-6} \cdot 2,05} = 39,02$$

За графіком на рисунку 33.4 [7, с.462] визначаємо відносний ексцентриситет: при $l/d = 1$ і $\delta = 0,5$ $X = 0,57$.

Розрахункова товщина шару мастила

$$h = \delta \cdot (1 - X) \quad 6.66$$

$$h = 0,5 \cdot (1 - 0,57) = 0,215 \text{ мм}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критична товщина шару мастила при параметрах шорсткості поверхонь цапфи вала $R_{A1} = 1,6$ мкм і поверхні вкладиша $R_{A2} = 3,2$ мкм

$$h_{кр} = 1,5 \cdot (R_{A1} + R_{A2}) \quad 6.66$$

$$h_{кр} = 1,5 \cdot (1,6 + 3,2) = 7,2 \text{ мкм} = 0,0072 \text{ мм}$$

Коефіцієнт запасу надійності роботи підшипника за товщиною мастильного шару

$$S_h = \frac{h}{h_{кр}} \quad 6.68$$

$$S_h = \frac{0,012}{0,0072} = 1,67 < [S_h] = 1,5$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Кульовий млин – це обладнання для тонкого подрібнення твердих речовин.

Трубний млин складається з барабана, який своїми цапфами спирається на підшипники ковзання.

Барабан млина зварений зі сталевих листів товщиною 25...40 мм. Технологія виготовлення барабану млина полягає у наступному:

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

Промислова корисність цієї технології полягає в тому, що обраний

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

У цьому млині застосована сходинкова футеровка з сортуючими броньовими плитами з рівномірно розподіленими по внутрішній поверхні виступами у вигляді напівкуль, які виготовляють з марганцевої сталі. Броньовані плити виготовляють шляхом лиття.

Технологічний процес виготовлення виливків в піщаних формах складається з наступних основних операцій: 1) розробки технології ливарної форми за кресленнями, включаючи проектування модельного оснащення; підготовки технічної документації для окремих технологічних процесів виготовлення форми, 2) виготовлення моделей і оснастки; 3) приготування формувальних і стрижневих сумішей; 4) виготовлення форми, стрижнів і складання форм; 5) заливки, затвердіння і витримки для охолодження; 6) вибивання відливок з форм, видалення літників і прибутків, очищення поверхні від землі і зачистки нерівностей на поверхні литого виробу; 7) контролю.

При виготовленні марганцевистого лиття ми використовуємо виливки з зносостійкого високомарганцевистої сталі 110М13Л аустенітного класу для виготовлення деталей, які працюють на знос в умовах ковзання, тертя і високих ударів і тисків. Сталь 110М13Л в початковому стані після здійснення гарту набуває так звану аустенітну структуру, яка має твердість 250НВ, а так само має високу в'язкість. Під впливом різних динамічних навантажень і під впливом холодної деформації сталь 110М13Л набуває міцності до твердості 600НВ. В умовах високих тисків і навантажень від удару, які викликають наклеп, зносостійкість і твердість броньованих плит ефективно зростають.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Броньові плити кріплять до барабану болтами, які мають квадратні або конусні головки.

До фланців барабану прикріплені сталеві литі завантажувальні і розвантажувальні днища з цапфами.

Цапфи опираються на вкладиші цапфових підшипників, які заливають бабітом БН. Підшипник складається з рами, корпусу підшипника, корпусу вкладиша, вкладиша з бабітовою заливкою і кришки. Рама корпусу зварна; при монтажі заливається в бетонний фундамент млина. Корпус підшипника і корпус вкладиша литі і сполучаються по сферичних поверхнях, що забезпечує самоустановку підшипника при роботі млина. Кришка підшипника зварна з листової сталі, кріпиться до корпусу вкладиша болтами.

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

Завантажувальний вузол має футеровану внутрішню течку, зварену з листової сталі, і вхідне днище, відлите зі сталі разом з цапфою.

Днище з внутрішньої сторони футеровано зносостійкими литими плитами, а в цапфу днища вмонтований трубошnek, литий разом з цапфою.

Середній вузол має перегородку, яка розділяє дві камери, і складається з шістнадцяти сегментів з концентрично розташованими отворами шириною 10 мм. Сектори перегородки литі, виконані з щілинами для проходу розмолотого матеріалу; одночасно вони запобігають віднесенню тіл, що мелють, з другої камери.

Приймальний бункер зварний з листової сталі, має ущільнення з повстяного набивання в місцях сполучення з розвантажувальним патрубком

Помельні тіла у першій камері ковани, штамповані сталеві, або чавунні

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

куль діаметром 30.. 120 мм, а в другій камері - сталеві або чавунні (з відбіленого чавуна) циліндри діаметром 16...25 мм, довжиною 25...40 мм.

Технологія отримання помельних тіл базується на методі безоблойного штампування – це обробка метала тиском, що використовується при виробництві сталевих помельних куль. Пруткову заготовку, нагріту до температури 1000-1200 °С, розрізають на мірні заготовки. Отримані мірні заготовки догрівають до температури 800-1220 °С і переміщують в штамповий блок. Проводять штампування помельних куль у відкритому штампі для безоблойного штампування. Штамп містить рухливу і нерухому плити і взаємодіючі з ними по опорним площинах верхню і нижню вставки. Вставки виконані з робочими порожнинами, що утворюють сферичну формоутворювальну поверхню. Центр радіусу сферичної поверхні зміщений від середньої лінії межштампового зазору по вертикалі в сторону рухомої плити на певну відстань. Отримані помельні кулі не містять облоя і мають підвищену міцність і ударостійкість.

7.1 Технологічний процес зборки трубного кульового млина

Монтаж кульового млина починають з установки підшипників барабана на прийнятні і підготовлені фундаменти. При відстані між підшипниками до 3 м їх вивірка проводиться за допомогою рівня і контрольної лінійки; при більшій відстані – за допомогою нівеліра або гідростатичного рівня. Точність установки підшипників по висоті відносно один одного при вивірці за рівнем – 2-3 поділки рівня з ціною поділки 0,1 мм на 1 пог. м, а при вивірці по нівеліру і гідростатичному рівню 1-1,5 мм.

Після установки підшипників проводиться монтаж барабана, укладка його цапфами у встановлені підшипники. Укладання може проводитися одним із таких способів:

- 1) мостовим або гусеничним краном;
- 2) домкратами;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) наочуванням по естакаді з подальшим опусканням в підшипники домкратами.

Якщо барабан надійшов у розібраному вигляді, то попередньо його збирають в безпосередній близькості від місця установки млину.

Після укладання барабана в підшипники проводиться кінцева вивірка установки підшипників по зазорам між цапфами і вкладишами і їх прішабрівання по цапфам.

Далі проводиться установка приводного вала з шестернею, редуктора і регулювання зубчастого зачеплення. Торцеве і радіальне биття зубчастого вінця повинні знаходитися в межах 0,3-0,4 мм при модулі до 20 мм і 0,5-0,8 мм при модулі до 40 мм. Радіальні зазори встановлюються в межах 0,2-0,3 модуля, бічні 0,8-1 мм при модулі до 20 мм і 1,5-2,5 мм при модулі до 40 мм.

Після установки приводу проводиться футерування барабану броньовими плитами. Барабан повертають, поки люк не опиниться збоку. Через люк подають броньові плити і кріпильні болти і футерують ними барабан до середини діаметру, починаючи знизу. Після цього барабан повертають на 180 ° і проводять установку інших плит. Всі кріпильні болти повинні мати контргайки або пружинні шайби, що оберігають гайки від мимовільного отвертання.

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

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

Випробування кульового млина починають з випробування редуктора,

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 РЕМОНТ ТА МОНТАЖ

8.1. Монтаж та налагодження обладнання

Специфіка роботи машин підприємств будівельних матеріалів ускладнює експлуатацію та підвищує вимоги до якості машин і їх монтажу. Машини працюють у несприятливих умовах. Перероблені матеріали характеризуються абразивністю, повітря в цехах цих підприємств значною мірою насичене пилом.

Аналіз причин незадовільної роботи і простоїв машин показує, що значна частина неполадок - це наслідок дефектів, допущених в процесі монтажу і установки. При недостатньо ретельному або невмілому монтажі, незадовільною налагодження добре сконструйовані і виготовлені машини працюють погано і часто виходять з ладу. Низька якість монтажних робіт може бути при роботі машин причиною поштовхів і ривків, що викликають зниження робочих швидкостей, підвищені знос і частий ремонт.

Якість і терміни монтажних робіт зумовлені деякими організаційними заходами, а також складанням відповідної документації. Процес монтажу підрозділяють на підготовчий і власне монтажний періоди.

Підготовчі роботи пов'язані з підготовкою до проведення монтажу машини і включає наступне:

- розробка технічної документації з монтажу;
- відвантаження машин, що підлягають монтажу, їх розвантаження на монтажному майданчику, огляд і перевірку комплектності вузлів і деталей, а також часткову підгонку; повне укомплектування вузлів перед монтажем;
- збирання окремих вузлів в укрупнені вузли, які дозволяються по масі, габаритам для даного такелажу;
- приймання споруджень фундаменту та обладнання;
- доставку підйомно-транспортних засобів.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними технічними документами для здійснення монтажних робіт є: загальні види, розрізи та плани будівель й споруджень, де буде монтаж обладнання, установчі креслення машин, загальні види машин, вузлові та робочі креслення, технічні умови на монтаж обладнання.

До проекту організації монтажних робіт включають:

- графік виконання робіт;
- технологічні карти монтажу або монтажні схеми, в яких є вказівки про послідовність, методах виконання робіт, схеми укрупнення монтажних вузлів та їх стропування тощо;
- вказівки щодо техніки безпеки.

Фундаменти для обладнання споруджують з бетону марки міцністю 10-15МПа. Вони не повинні мати тріщин, пошкоджених кутів, оголеної арматури.

Приймання фундаменту під монтаж повинно бути оформлене актом приймання, до якого додають виконавчу схему з нанесеними відмітками про розташування анкерних болтів, закладних частин та колодязів, головних та контрольних осей, їх розташування.

Виконання монтажних робіт включає наступне:

- встановлення та розміщення на монтажному майданчику транспортного устаткування;
- проведення такелажних робіт, пов'язаних з підйомом, переміщенням, установкою і кріпленням машини;
- остаточне налагодження машин після виконання монтажу або установки;
- випробування вузлів машин в цілому без навантаження і під навантаженням.

Допуски на встановлення та збирання машини наводяться в технічних умовах на монтаж і вказані у паспорті машини.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якість збирання в значній мірі зумовлює довговічність та надійність машини, тому заключним етапом монтажних робіт є перевірка роботи машини без навантаження (холоста хода) та під навантаженням.

Після регулювання обладнання на завданий режим та опрацювання під навантаженням його здають в експлуатацію.

8.2. Ремонт обладнання

При довгочасній експлуатації обладнання зношується, що приводить до поломок або ушкоджень, зниженню його продуктивності, що напряду зв'язано з випуском готової продукції.

Для забезпеченні безперебійної та високопродуктивної роботи обладнання цеху необхідно постійно вести нагляд та догляд за ним, періодично проводити технічне обслуговування і нормовані ремонти.

Організацією ремонтної служби на підприємстві займається головний механік та інженер - механік.

Ремонтна служба підприємства має бригаду слюсарів для поточного ремонту та технічного догляду.

Ремонтну бригаду очолює бригадир. Слюсарі оглядають, роблять поточний ремонт, наладку устаткування дільниці. В наявності у бригадира є необхідний запас запчастин і матеріалів, а також у нього є графік планово-запобіжних ремонтів на устаткуванні.

Ремонтна служба разом із постачальниками виконує роботи з монтажу обладнання та його ремонту.

Системи технічного обслуговування і ремонту устаткування, що існують в практиці, ґрунтуються на виконанні операцій по відновленню технічного стану і підтримки його працездатності двома способами: по потребі і планово - запобіжний.

Система планово - запобіжного ремонту (ПЗР) устаткування - сукупність робіт по експлуатації і ремонту устаткування включає заходи, які

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застерігають передчасний знос і вихід з ладу агрегатів і їх позаплановий ремонт.

Система планово - запобіжного ремонту (ПЗР) передбачає профілактичні огляди і всі види ремонтів устаткування.

Система технічного обслуговування і ремонту (СТОР) розподіляє роботи по технічному обслуговуванню і власне ремонти.

Під технічним обслуговуванням (ТО) мається на увазі комплекс повсякденних заходів , що забезпечують утримання обладнання в справному стані та його високу експлуатаційну надійність. ТО включає в себе щозмінне, періодичне обслуговування і періодичну перевірку на точність.

Щозмінне ТО (ЩТО) здійснюється виробничим персоналом і передбачає системний нагляд за станом деталей і вузлів обладнання, його очищення, огляд, змащення, перевірку кріплень деталей і усування дрібних несправностей.

Періодичне ТО (ПТО) здійснюється по графіку ПЗП через визначену кількість часу роботи обладнання. При цьому, крім робіт, які виконуються при щозмінному ТО, здійснюються роботи по регулюванню основних вузлів обладнання, заміні ущільнень, підшипників та інших дрібних деталей. Під час періодичного ТО уточнюються несправності, збираються дані й матеріали про строки служби деталей, характеру їх пошкодження, а також обсяг робіт та строки проведення і тривалість чергового планового ремонту.

Періодичне ТО здійснюється спеціальним обслуговуючим персоналом цеху - черговими слюсарями, електриками, змащувальниками тощо.

Періодична перевірка на точність здійснюється тільки для обладнання, що має клас точності. Залежно від розмірів, маси та конструктивної складності устаткування практикуються різні способи здійснення ремонтних робіт.

Найбільш досконалим є поагрегатний спосіб ремонту. Він полягає в тому, що обладнання, яке підлягає ремонту, знімається з фундаменту і

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вирушає до ремонтно - механічного цеху. Цей спосіб дозволяє різко скоротити простій технологічних установок в ремонті.

Для ремонту великогабаритного устаткування слід застосовувати крупно вузловий спосіб проведення ремонтних робіт, при якому зношені вузли замінюються новими, заздалегідь зібраними вузлами. Використання цього способу можливе лише при ретельному дотриманні принципу взаємної заміності.

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

Залежно від характеру і об'єму роботи системою передбачено періодичне технічне обслуговування, поточний, середній і капітальний ремонт устаткування.

Періодичне технічне обслуговування включає:

- зовнішній огляд, очищення і перевірку стану вузлів і механізмів з усуненням виявлених неполадок;
- перевірку справності і дрібний ремонт мастильних пристроїв, наявність масла в підшипниках і в усіх мастильних крапках ;
- перевірку, підтяжку кріплень деталей, заміну зношених;
- регулювання і наладку всіх вузлів і механізмів;
- перевірку ущільнень, підшипників, стан пальців муфт приводу та ін. швидкозношуваних деталей;
- виявлення зношених деталей, що підлягають заміні, із записом у відомість дефектів.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Поточний ремонт включає:

- всі операції планово - технічного обслуговування;
- часткове розбирання окремих вузлів і механізмів з перевіркою стану деталей;
- перевірку і заміну зношених підшипників, пальців муфт приводу;
- перевірку стану шестерні, валу, цапф, редукторів;
- перевірку ущільнень, усунення дефектів;
- збирання відремонтованих вузлів, випробування на холостому ході і під навантаженням з проведенням необхідного регулювання.

Середній ремонт включає:

- всі операції поточного ремонту;
- розбирання млина на вузли і деталі;
- промивання, протирання і огляд розібраних деталей, їх дефектування;
- уточнення раніше складеної дефектної відомості;
- розбирання редуктора, заміну зношених деталей;
- розбирання, заміну або відновлення шестерні, валу, підшипників;
- заміну зношених кріплень;
- заміну зношених муфт;
- збирання відремонтованих вузлів, перевірку правильності взаємодії вузлів і механізмів;
- випробування на холостому ході і під навантаженням.

Капітальний ремонт включає:

- всі операції поточного і середнього ремонту;
- повне подетальне розбирання всіх вузлів і механізмів;
- промивання, протирання і огляд стану розібраних деталей з їх дефектуванням;
- складання дефектної відомості;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заміну зношених деталей або відновлення відповідно дефектній відомості;
- ремонт або заміну складових частин механізмів, у тому числі і базових;
- повну заміну мастила, кріплень деталей;
- збирання відремонтованих вузлів і механізмів, регулювання;
- випробування на холостому ході і під навантаженням.

При виконанні капітального ремонту задіяний весь ремонтний персонал ремонтної служби. У разі потреби притягуються підрядні організації, що значно скорочує час ремонту і сприяє швидкому введенню устаткування в роботу і зменшує терміни простою.

Змащення обладнання здійснюється у відповідності до спеціальних карт, в яких вказано, які механізми або частини механізму необхідно змащувати, який матеріал застосований для змащення, спосіб та періодичність змащення .

Високий рівень ремонтної служби на КЦЗ «Пушка» сприяє нормальній роботі устаткування і якісному випуску електроенергії.

8.3. Пуск після ремонту та експлуатація млина

Пуск млина у роботу після ремонту здійснюється з дозволу адміністрації цеху та начальника зміни згідно з всіма пунктами інструкції.

При пуску машиніст млина повинен перевірити:

- температуру підшипників;
- тиск мастила у системах змащування підшипників барабана, привода та електродвигуна;
- відсутність вібрації і сторонніх шумів у млині, приводі та електродвигуні;
- подачу мастила на підшипники млина, привода та електродвигуна.

При обслуговуванні млина необхідно вести постійний контроль за його

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

роботою по приладам КВА та по зовнішньому вигляду.

У процесі експлуатації необхідно слідкувати за роботою станції рідинного змащування підшипників.

В системі змащення автоматично контролюється температура мастила на підшипниках млина, температура мастила після охолодження, перевіряється тиск мастила на підшипниках, рівень мастила в баку. В разі відхилень від заданих параметрів подається сигнал на пульт оператора.

Оператор при порушенні режимів роботи відключає млин відповідно до інструкції, в якій послідовно описаний порядок зупинки.

Усунення несправностей та налагоджування млина здійснюється тільки після повної зупинки млина.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

9.1. Охорона праці

9.1.1 Небезпечні й шкідливі виробничі фактори на виробництві, що проектується

У цьому розділі розглядаються питання охорони праці для умов виробництва цементу на Краматорському цементному заводі «Пушка».

Поліпшення умов праці, підвищення безпеки впливає на продуктивність праці, також призводить до зниження виробничого травматизму, професійних захворювань на виробництві.

Все основне і допоміжне устаткування для технологічного процесу передбачається встановити в будівлі цеху. Для проектного виробництва характерні наступні небезпеки:

- пил цементу;
- шум і вібрація;
- вживання електричної енергії;
- тепловиділення від печей;
- вживання підйомно-транспортного устаткування, а також устаткування з рухомими частинами (кран-балка, електротельфери, мішалки).

Цемент загальнобудівельного призначення і сировинні компоненти, що застосовуються при його виробництві, відповідають четвертому класу небезпечності за ГОСТ 12.1.005 і відносяться до речовин малонебезпечних згідно з класифікацією за ГОСТ 12.1.007. Цементний пил виявляє фіброгенну і шкіро подразнюючу дію.

Цемент загальнобудівельного призначення, як бездобавочний, так і з мінеральними добавками, є пожежо-вибухобезпечною речовиною, не утворює токсичних сполук у повітряному середовищі і стічних водах в присутності інших речовин. В стічних водах дає слаболужну реакцію.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гранично допустима концентрація (ГДК) цементного пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м^3 у відповідності з ГОСТ 12.1.005. Середньозмінний вміст пилу не повинен перевищувати величину ГДК.

9.1.2. Класифікація й категорійність виробництва і його приміщень

Основними шкідливими факторами на даному виробництві є:

- пил (піску, цементу);
- шум і вібрація.

В основному пил речовин, вживаних у виробництві цементу, надає дратівливу дію на слизисті оболонки верхніх дихальних шляхів людини і по мірі дії на організм людини відноситься до IV класу (мало небезпечні речовини). ГДК нетоксичного пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень не повинна перевищувати 10 мг/м^3 , а при вмісті в ній кварцу в кількості понад 10% - до 2 мг/м^3 . ГДК цементного пилу в повітрі робочої зони складає 6 мг/м^3 .

Згідно СН 245-71 ширина санітарно-захисної зони складає 300м, існуюча санітарно - захисна зона забезпечує вказану вимогу.

9.1.3. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Вентиляція виробничих приміщень

Оскільки у приміщенні цеху можливі значні виділення пилу, передбачається механічна вентиляція .

Місцева вентиляція у вигляді парасольок передбачається над трубними млинами та ситами.

Повітря, що видаляється, піддається очищенню в циклоні ЦН-15 Ш600. Система оснащена відцентровим вентилятором ЦЧ-70 № 3, встановленим із

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зовнішньої сторони відділення. Вихлопна труба виведена на 2м вище коника крівлі.

Робота вентиляційних установок блокується з технологічним обладнанням.

Компенсація повітря, що видаляється, здійснюється за рахунок віконних і дверних отворів.

Метеорологічні умови

По важкості робота основного персоналу відноситься до категорії На, оскільки вона відноситься до робіт, пов'язаних з постійною ходьбою і до робіт, що виконуються стоячи або сидячи, але що не вимагає переміщення тягарів.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 передбачаються метеорологічні умови для робіт середньої важкості. Для основних виробничих приміщень в холодний період року температура повітря 16-18°C, відносна вологість, не більше 75 %, швидкість руху повітря, не більше 0,3-0,4 м/с, в теплий період року— температура повітря 18-27°C, відносна вологість, не більше 75 %,- швидкість руху повітря 0,2-0,4 м/с.

Освітлення

Проектована ділянка знаходиться в IV поясі світлового клімату в зоні з нестійким сніговим покривом.

У зв'язку з механізацією і частковою автоматизацією технологічного процесу робота персоналу полягає загалом в постійному спостереженні за ходом технологічного процесу і по зоровій характеристиці відноситься до розряду VIII, підрозряду „а”.

У виробничих приміщеннях в світлий час доби передбачається природне освітлення, в темний час доби - штучне.

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

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$e^{IV} = e^{III} \cdot m \cdot c,$$

9.1

де $e^{III} = 1,5\%$ - величина КЕО для III поясу;

$t = 0,9$ - величина коефіцієнта світлового клімату; $c = 0,8$ - коефіцієнт сонячності клімату.

$$e^{IV} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,08\%.$$

Штучне освітлення загальне за допомогою світильників типу НПБ-200 з лампами розжарювання потужністю 200Вт. Нормована освітленість 75лк. Передбачається аварійне освітлення від автономного джерела живлення, норма освітленості не менше 5 % від загального.

Контроль освітленості проводиться не рідше одного разу на рік та після кожної групової заміни ламп.

Для забезпечення нормованої освітленості і рівномірного світлового потоку на робочі поверхні машин повинно бути передбачене місцеве освітлення стаціонарними світильниками.

Для додаткового освітлення закритих вузлів і механізмів під час огляду і ремонту в обладнанні передбачені спеціальні стаціонарні світильники або штепсельні розетки для підключення переносних ламп із закритими ковпаками.

Для місцевого освітлення застосовуються світильники з лампами розжарювання напругою не вище 42В. Допускається застосування світильників з люмінесцентними лампами напругою 127-220В за умов недопущення випадкових доторкань до їх струмовідних частин.

Світильники місцевого освітлення як з лампами розжарювання, так і з люмінесцентними лампами, повинні мати відбивачі з непрозорого матеріалу із захисним кутом не менше 30 град., а при встановленні світильника не вище рівня очей працівника - не менше 10 град.

Передбачається аварійне освітлення від автономного джерела

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

живлення, норма освітленості не менше 5 % від загального.

Шум, вібрація і заходи захисту від них обслуговуючого персоналу

Потенційними джерелами шуму і вібрації у виробництві, що реконструюється, служить наступне устаткування:

- вентилятори, насоси;
- трубні млини, живильники, сита.

Нормування шуму ведеться в двох напрямках: гігієнічне і нормування шумових характеристик машин. Захист від шуму акустичними засобами - це звукопоглинання і звукоізоляція.

Зменшення шуму методом полягає в тому, що внутрішні поверхні облицьовуються звукопоглинаючими матеріалами.

Звукоізоляція є одним з найефективніших і розповсюджених методів зниження виробничого шуму на шляху його поширення.

Допустимий рівень шуму за ДСНЗ.3.037 складає 80 Дб. Рівень шуму при роботі в цеху може досягати 100Дб, тому необхідно користуватися поглинаючими шум навушниками марки ВЦНІОТ - 2М, які дозволяють знизити рівень шуму на 10...45дБ, причому найбільше гасяться з їх допомогою шуми в області високих частот, які є найнебезпечнішими для людини.

Організаційно-технічні заходи щодо боротьби з шумом полягають у впровадженні нових мало шумних технологічних процесів, обладнанні шумових машин засобами дистанційного управління і автоматичного контролю, використанню раціональних режимів праці і відпочинку тощо.

Сила впливу вібрації, ступінь і характер її дії на організм людини залежить від кількості поглинутої енергії, найбільш адекватним виразом якої є віброшвидкість. Кількість поглинутої енергії залежить від площини контакту, часу її дії та інтенсивності вібрації, а також частотного спектру.

Під впливом вібрації низької частоти вібраційна хвороба виникає через

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8-10 років, а під впливом високочастотної - менш як через 5 років.

Основним нормативним документом у галузі вібрації є ДЕСТ 12.1.012-78 «ССБП. Вібрація. Загальні вимоги безпеки», в якому наведено гранично допустимі значення вібрації при роботі з віброуючим обладнанням.

Методи віброзахисту за організаційними ознаками поділяються на колективні та індивідуальні. Колективні методи захисту здійснюються двома способами:

1 - послаблення вібрації в джерелі її виникнення;

2 - зменшення параметрів вібрації на шляхах її розповсюдження від джерела збудження вібрації.

Віброгасіння досягається збільшенням маси агрегату чи підвищенням його жорсткості. Збільшення маси найчастіше досягається шляхом установки агрегатів на самостійні фундаменти чи масивні плити між основою і агрегатом. Фундамент добирають відповідно до маси агрегату, його розраховують так, щоб амплітуда коливань підшви фундаменту не перевищувала 0,1...0,2 мм, а для особливо відповідальних випадків 0,005мм. Для того, щоб коливання не передавались на ґрунт, навколо фундаменту створюють розриви, так звані акустичні шви без заповнення або з заповнювачем жорстко кріпити агрегати до огорожуючих конструкцій будівлі забороняється.

Правильна організація праці також може служити профілактичним заходом проти віброзахворювання. Неабияке значення мають раціональні режими праці та відпочинку. Рекомендується, щоб загальний час контакту з віброуючими машинами, вібрація яких відповідає допустимим рівням, не перевищував 2/3 тривалості робочого дня, включаючи перерви на 15...20 хвилин.

Оскільки дія вібрації ускладнюється при охолодженні, температура повітря у виробничих приміщеннях не повинна бути нижчою за 16°C при вологості 40...60% і швидкості руху повітря не більш як 0,8м/с. Якщо не можна створити такі умови праці, треба передбачити спеціальне приміщення

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для зігрівання.

Електробезпека

Електропостачання ділянки здійснюється від мережі трифазного змінного струму, робоча напруга 380/220В.

При технічній експлуатації електроустаткування підприємства електротравми можуть виникати з таких причин:

- дотик безпосередній до струмопровідних частин електроустановок, які діють під напругою. Це може статися через несправність огорожувальних пристроїв електроустановок, помилкові дії персоналу, коли роботи виконуються поблизу чи безпосередньо на струмопровідних елементах, що знаходяться під напругою, а також з появою напруги (в результаті помилкової подачі) на раніше вимкнених електроустановках і ділянках мережі. На випадковий дотик, не викликаний виробничою необхідністю і помилковою подачею напруги, в процесі ремонтів і оглядів електроустановок, припадає близько 53 % усіх електротравм;

- дотик до металевих конструктивних частин електроустановок, які не повинні знаходитися під напругою, але на корпусах, кожухах і огорожувальних пристроях може з'явитися напруга в результаті електричного пробую чи природного старіння ізоляції електроустановок, а також при замиканні оголених проводів через обрив і падіння на конструктивні частини електроустановок і при відсутності захисного заземлення, ці причини складають близько 22 % усіх травм;

- дотик інструментом і предметами, що мають малий опір, до ізоляції, до струмопровідних частин, а також до неметалевих частин електроустановок, які виявилися під напругою через заводські дефекти в конструкції, під час монтажу і виготовлення. На ці причини припадає 14 % електротравм;

- дотик до стін, підлог, будівельних конструкцій, які виявилися під кроковою напругою. Крокова напруга виникає при розтіканні електричного струму від трубопроводів, будівельних конструкцій, рейкових шляхів, на які

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перейшов електричний струм в результаті падіння проводів чи погіршення ізоляції. Такі причини складають 2-3 %;

- дія дуги при операціях із пристроями вмикання - вимикання та інші причини. Вони складають близько 6 %.

Щоб захистити людей від поразки електричним струмом при випадковому дотику їх до струмоведучих частин струмоприймачів і при ушкодженні ізоляції, корпуса електроустановки заземлюють. Для заземлення в першу чергу використовують природні заземлювачі - металокаркаси споруджень, арматури залізобетонних конструкцій, трубопроводи й інше устаткування, що має надійну сполуку з землею.

При робочій напрузі 220В и вище необхідно заземлювати: корпуси електричних машин, обладнання, світильників і ін.; приводи електричних обладнання вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму й напруги; каркаси розподільних пристроїв, щитів, пультів, щитків і шаф з електроустановкою; опорні кабельні конструкції, корпуси кабельних муфт, металеві оболонки силових і контрольних кабелів, проводів, сталеві труби електропроводки й інші металокаркаси, пов'язані з установкою електроустановки, у тому числі пересувних і переносних електро приймачів.

Опір заземлюючого пристрою для заземлення електроустановки повинен бути не більшим ніж 4 Ом. Для заземлення електродвигунів напругою 380В і пускової апаратури використовується нульовий захист.

За станом мережі заземлення організується регулярний нагляд. Зовнішню частину заземлюючої проводки оглядають одночасно з поточними й капітальними ремонтами.

На підприємстві не рідше 1 разу на рік вимірюють опір заземлюючих пристроїв, для чого застосовують спеціальні прилади - вимірники заземлення.

Крім захисного заземлення корпусів електроустановок, передбачаються наступні заходи захисту персоналу від поразки електричним

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струмом:

- кабелі прокладені в металевих трубах і метало рукавах;
- технологічне обладнання в основному поставлене в комплекті з пуско - регулюючою апаратурою;
- проводка для освітлення виконується приховано;
- струмовий і тепловий захист;
- використання інструменту з ізольованими рукоятками, діелектричні рукавички і покажчики напруги;
- попереджувальні плакати про небезпеку наближення до частин, що перебувають під напругою.

Санітарно-побутове і медичне обслуговування трудящих.

Питне водопостачання

Згідно СНП 2.09.04-87 цеху з виробництва цементу відноситься до групи 16 виробничих процесів, оскільки присутній пил малотоксичних речовин, що викликає забруднення рук, спеціального одягу, а в окремих випадках і тіла.

Санітарно-побутове обслуговування працюючих забезпечується існуючими побутовими приміщеннями, що знаходяться в будівлі побутового комбінату підприємства, розташованого на відстані 20м від ділянки.

До складу побутових приміщень входять:

- вбиральні робочого і домашнього одягу;
- душові ;
- вмивальні;

Пожежна безпека технологічного процесу

Організація, проведення пожежно-профілактичних заходів і контроль за дотриманням протипожежного режиму покладені на керівників служби підприємств. Керівники служби зобов'язані:

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- встановити на кожному об'єкті служби відповідний протипожежний режим і зобов'язати суворо дотримуватися його всіма працівниками служби;
- вжити заходів щодо негайної ліквідації виявлених недоліків з пожежної безпеки і забезпечити інструктаж з пожежної безпеки для всіх робітників і службовців;
- проводити постійну роз'яснювальну роботу з питань пожежної безпеки.

Випадки виникнення пожежі ретельно аналізуються комісією, що призначається керівником підприємства. На основі матеріалів розслідування розробляються профілактичні протипожежні заходи.

Потенційними джерелами виникнення пожежі може бути електроустаткування, паливо - мастильні матеріали.

Пожежа може виникнути при несправності і аварії в електроустановках, удару блискавки.

Приміщення цеху з виробництва цементу відноситься до категорії „Д”, оскільки в ньому обертаються речовини, що не згорають.

Приміщення сушильно - пічного відділення відноситься до категорії „Г”, оскільки в ньому знаходяться речовини в розжареному стані і газ, що спалюється для одержання сушильного агента.

Промислова будівля виконана із збірних залізобетонних конструкцій павільйонного типу, одноповерхова і відноситься до II ступеня вогнестійкості за СНП 2.01.02-85.

У будівлі устаткування розміщується на робочих майданчиках. На ділянці є евакуаційний вихід і один прохід між відділеннями. Віддалення робочих місць від евакуаційних виходів не перевищує 30 м.

Проведення робіт з застосуванням відкритого вогню при ремонті можливе тільки по письмовому дозволі, узгодженому з пожежною охороною. На місці проведення робіт необхідно підготувати первинні засоби пожежогасіння. По закінченню вогневих робіт необхідно забезпечити пильну перевірку місця проведення робіт на протязі 3-5 годин після їх закінчення.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливе значення для забезпечення пожежної безпеки мають чистота території, справність обладнання, шляхи евакуації працюючих.

Головною та необхідною умовою для забезпечення пожежної безпеки є безумовне і точне виконання персоналом вимог по експлуатації обладнання, інструкції по технології, дотримання трудової дисципліни.

Засоби гасіння і виявлення пожеж

Передбачені наступні засоби гасіння пожежі:

- зовнішній пожежний водопровід з пожежними гідрантами, розташований по периметру будівлі на відстані 5 м від стін;
- внутрішній пожежний водопровід з пожежним краном, встановленим на висоті 1,35 м від підлоги. Довжина пожежного рукаву - 20 м, діаметр 50мм;
- пожежний щит з протипожежним інвентарем (відра, багри, лопати тощо);
- вогнегасники типу ВП-10 та ВВ-5.

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

Захист від блискавки

Захист від прямих ударів блискавки будівлі здійснюватиметься стрижневими блискавковідводами, встановленими на даху виробництва, що реконструюється.

Першим контактує із блискавкою блискавковідвід - він приймає основний удар.

Після того, як блискавковідвід отримав порцію струму, він передає його струмовідводам. Основні вимоги до струмовідводів - малий спротив,

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічна міцність і стійкість до корозії, оскільки їх часто псує вітер, дощ, перепади температур. Виготовляють струмовідводи, як правило, із дроту - катанки діаметром не менше 8мм.

Наступним елементом схеми є заземлення, мета якого - пропустити електричний струм у землю. Основними елементами заземлення є заземлювачі або розташовані у ґрунті струмопровідні елементи, призначені для безпечного проходження струму.

Тип ґрунту - суглинок.

Опір розтіканню струму промислової частоти складає 6Ом для даного типу ґрунту.

Згідно РД 34.21.122-87 очікуване число ударів блискавкою в рік в будівлю цеху визначимо з формули:

$$N = [(A + 6 \cdot h) \cdot (B + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad 9.2$$

де $B = 36$ м - ширина будівлі; $A = 34,35$ м - довжина будівлі; $B_x = 12$ м - висота будівлі;

n - число ударів блискавки в 1 км^2 земній поверхні, для даного регіону $n = 5,5$ [14, таблиця 116];

$$N = [(34,35 + 6 \cdot 12) \cdot (36 + 6 \cdot 12) - 7,7 \cdot 12^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,057$$

Оскільки $N < 1$ необхідний тип зони захисту будівлі - зона «Б». Захист від прямих ударів блискавки будівлі здійснюватиметься стрижневим блискавковідводом, встановленим безпосередньо біля виробничої будівлі.

Радіус зони захисту на висоті B_x :

$$R_x = \sqrt{B^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2} = \sqrt{36^2 + \left(\frac{34,35}{2}\right)^2} = 40\text{м}$$

Необхідна висота блискавковідводу

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h = \frac{(R_x + 1,63 \cdot h_x)}{1,5} = \frac{(40 + 1,63 \cdot 12)}{1,5} = 39,7\text{м}$$

Блискавкоприймач з круглої сталі діаметром 12мм та довжиною 2м приварений до верху металевої опори.

Для розтікання струму на глибині 0,8м від поверхні встановлений штучний заземлювач у вигляді трьох електродів, з'єднаних горизонтальною смугою. Висота електродів 2,5м, відстань між ними 6м.

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

Передбачається проведення ремонтів і оглядів устаткування відповідно до графіків виконання робіт і планово - запобіжних оглядів.

Огляди проводяться щомісячно обслуговуючим персоналом. Перед проведенням ремонту проводиться інструктаж по техніці безпеки з ремонтними бригадами.

При проведенні ремонтних робіт повинні дотримуватися загальні заходи безпеки:

- роботи проводяться бригадою в складі не менше двох чоловік з кваліфікацією не менше 4-6 розрядів;
- робітники мають бути забезпечені захисними засобами і запобіжними пристроями;
- роботи повинні вестися при відключеному від електричної мережі устаткуванні.

Для зупинки на ремонт, пуску в роботу після ремонту сушарки, яка працює на природному газі, оформляється наряд-допуск з вказівкою осіб, що відповідальні за проведення ремонту, а також об'єму і термінів виконання робіт.

Засоби проведення ремонтів залежать від характеру та величини пошкоджень, а також від технічного устаткування ремонтної служби

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємства.

Для механізації ремонтних робіт передбачається використання мостових кранів, електрифікованого інструменту і ремонтних пристосувань.

При виборі конструкційних матеріалів враховувалося, що устаткування працюватиме в умовах, що вимагають підвищеної механічної міцності, оскільки використовується сировина має абразивні властивості. Основне устаткування передбачається виконати із Ст.3, вали та відкриті зубчасті передачі - з легованих сталей.

Для захисту від корозії устаткування і комунікації покриваються емаллями та масляними фарбами.

Герметичність устаткування забезпечується за рахунок фланцевих з'єднань з ущільненнями із пароніту і гуми. Для ущільнення валів передбачені сальникові ущільнення.

У виробництві передбачені наступні засоби запобіжної техніки:

- обгородження рухомих частин устаткування кожухами;
- сходи, оглядові майданчики і монтажні отвори мають перила висотою 1 м з відбортовкою 0,15м;
- обмежувачі підйому і гальмівні пристрої при роботі кран-балки і електротельферів;
- звукова і світлова сигналізація для контролю за роботою устаткування.

9.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях

9.2.1. Організаційна структура цивільної оборони виробництва цементу

Заходи Цивільної оборони поширюються на всю територію України, всі верстви населення, а розподіл за обсягом та відповідальністю за їх виконанням здійснюються за територіально-виробничим принципом.

Завдання Цивільної оборони:

1. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС) техногенного походження.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат при аваріях, катастрофах, через великі пожежі та стихійні лиха.

3. Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій.

4. Оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний часи та постійне інформування його про наявну обстановку;

5. Захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;

6. Організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;

7. Організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;

8. Створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення та зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженнями, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часів;

9. Підготовка і перепідготовка керівного складу Цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Для виконання цього завдання здійснюються наступні заходи:

- завчасно розробляються й проводяться інженерно-технічні заходи Цивільної оборони (ІТЗ ЦО) для зменшення ризику виникнення НС та захисту населення від впливу їх наслідків;

- готується науково обґрунтований прогноз наслідків можливих НС;

- ведеться безперервне спостереження за станом потенційно небезпечних об'єктів та навколишнього середовища;

- утримуються в готовності засоби оповіщення та інформації населення;

- створюються локальні системи виявлення й оповіщення;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- створюються спеціальні формування й здійснюються їх професійна підготовка;
- ведеться будівництво захисних споруд відповідно до норм ІТЗ ЦО;
- проводиться забезпечення працівників підприємств, установ та організацій індивідуальними засобами захисту;
- проводяться навчання населення щодо захисту від вражаючих факторів НС.

9.2.2. Основні технологенні небезпеки на об'єкті

Головні впливу на навколишнє середовище при виробництві цементу пов'язані з наступними чинниками:

- пил (викиди з димових труб і швидковипаровувані компоненти)
- газоподібні викиди в атмосферу (NO_x, ...SO₂, CO₂, ін)

Пил традиційно, викиди пилу (особливо від печей), як забруднює навколишнє середовище фактор цементного виробництва, який викликає найбільше занепокоєння.

В основному причиною викидів пилу є сировинні заводи, печі для випалення, клінкерні холодильники, цементні млини. Основна особливість цих процесів це те, що гарячий відпрацьований газ або відпрацьоване повітря проходить через подрібнений до стану пилу матеріал, що призводить до утворення дисперсійної суміші газу і пилу.

Основні властивості частинок залежать від початкового матеріалу, клінкеру або цементу. Пилоутворення з розосереджених джерел на території заводу, може відбуватися в результаті зберігання і вантаження, тобто в транспортній системі, складських запасах, під час руху підйомного крана, упаковки в мішки, і т.д., і в процесі транспортування, під час руху транспорту по ґрунтових дорогах. Оскільки хімічний і мінералогічний склад цементного

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пилу подібний природному каменю, його вплив на здоров'я людини вважається шкідливим, але не токсичним.

Газоподібні виділення від системи печей, що викидаються в атмосферу, є проблемою номер один у боротьбі із забрудненням навколишнього середовища при виробництві цементу сьогодні. Основні гази, які викидаються в атмосферу це NO_x і SO_2 . Інші менш шкідливі сполуки - CO , аміак, HCl , і важкі метали. Формування NO_x є неминучим наслідком високотемпературних процесів горіння.

Сірка, що надходить в печі разом з сировиною і паливом, значною мірою поглинається продуктами печі. Однак, сірка, яка містилася в сировині як сульфіди - легко випаровується при низьких температурах (тобто $400-600$ $^{\circ}\text{C}$), що може призвести до значних випарам SO_2 через димові труби. Інші легко випаровуються небажані речовини, що надходять в систему печей або ефективно руйнуються при високотемпературному горінні, або майже повністю поглинаються продуктом.

Невід'ємною частиною процесу в печах для випалу цементу є незначні виділення газів, таких як HCl , HF , NH_3 або важкі метали. Наявність органічних компонентів в природному сировину може істотно підвищити рівень вуглеводню і викиди CO . Виділення хлорвмісних вуглеводнів типу діоксинів і фуранів зазвичай значно нижче існуючих граничних норм.

Інші леткі компоненти, такі як ртуть - ретельно контролюються, щоб запобігти небажані викиди в атмосферу. Як результат випалення вихідної сировини і згоряння викопного палива виділяється вуглекислота. Виділення вуглекислого газу, як результат споживання палива, було прогресивно знижено у результаті впливу сильного економічного стимулу до мінімізації споживання паливної енергії.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2.3. Індивідуальні й колективні засоби захисту

Спецодяг, спецвзуття, індивідуальні захисні засоби

Передбачається забезпечення основного персоналу наступним спецодягом, взуттям і захисними засобами:

- костюм бавовняний;
- черевики робітничі;
- рукавиці брезентові;
- окуляри захисні;
- респіратори проти пилу типу „Пелюстка“;
- навушниками марки ВЦНІОТ - 2М.

Після закінчення роботи засоби індивідуального захисту необхідно очистити, провітрити, висушити.

Спеціальний одяг повинен зберігатись окремо від особистого одягу працівників в індивідуальних шафах у спеціально виділеному приміщенні, яке потрібно провітрювати.

Організаційні заходи по попередженню виробничого травматизму

Для роботи в цеху допускаються чоловіки і жінки у віці не молодше 18 років, що пройшли попередній медичний огляд і визнані годними до виконання робіт по даній спеціальності, пройшли навчання і перевірку знань за правилами експлуатації обладнання, веденню технологічного процесу і охорони праці, інструктаж і допущені до самостійної роботи.

Роботодавець зобов'язаний організувати проведення попереднього та періодичного медичних оглядів працівників, які зайняті на важких роботах, роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці, а також щорічного огляду осіб віком до 21 року.

Перелік працівників, які підлягають медичному огляду, визначається відповідно до Порядку проведення медичних оглядів працівників певних

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року N 246, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 23 липня 2007 року за N 846/14113.

Обладнання, що експлуатується, повинно бути справним і не мати несправних або вимкнених пристроїв аварійного вимикання, блокувань, захистів та сигналізації.

Елементи обладнання, арматуру та прилади, що потребують періодичного огляду, розміщені у зручних місцях, які забезпечують вільний прохід для їх обслуговування.

Елементи обладнання, арматуру, пристрої для вимірювання, керування і регулювання, а також прилади, розміщені на висоті понад 1,3м від рівня підлоги (робочого майданчика), обслуговуються із стаціонарних майданчиків із застосуванням огорожень та драбин.

Відстань від рівня майданчика до верхнього перекриття не менше ніж 2м.

Сходи та майданчики повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-52:2008 "Конструкції будинків і споруд. Сходи маршеві, площадки та огорожі сталеві. Технічні умови".

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

Однією з найбільш актуальних проблем, що хвилюють сьогодні людство, стала проблема охорони природи регіонального використання природних багатств. В Україні охорона навколишнього середовища й регіонального використання природних ресурсів завжди належала до важливих кліматичних, екологічних і соціальних завдань. Особлива відповідальність у справі охорони навколишнього середовища лягає на сучасні інженерно-технічні кадри. Вони повинні використати зроблену техніку й нову технологію виробництва з урахуванням збереження навколишнього середовища, повного комплексного використання неживої природи й забезпечення ресурсів живої природи.

В Краматорському цементному заводі "Пушка" розроблені заходи щодо охорони природи, мета яких здійснювати подальше економічне і промислове зростання підприємства без негативної дії на навколишнє середовище.

Природоохоронна діяльність на підприємстві включає:

- охорону повітряного басейну;
- охорону водного басейну;
- охорону земельних ресурсів;
- збір, зберігання, утилізація і знешкодження промислових, токсинних і побутових відходів.

Шляхом цільових планових і поточних обстежень здійснюється контроль за використанням і правильною експлуатацією, пилогазовловлюючого устаткування, роботою локальних систем очищення стоків, дотриманням правил зберігання і знешкодження промислових і токсичних відходів.

Для охорони водного басейну в першу чергу потрібне здійснення заходів, які не потребують значних капітальних витрат, але можуть дати позитивний результат:

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробка та додержання технологічних норм водоспоживання та водовідведення на підприємстві;
- підтримання в належному технічному стані та дотримання технології експлуатації діючих водоохоронних споруд;
- розробка та прийняття дійових заходів щодо недопущення аварійних ситуацій.

Одночасно необхідно вирішити наступні задачі:

- реконструкція очисних споруд господарсько - побутових стоків і каналізаційних мереж;
- будівництво та реконструкція очисних споруд промислових стоків і систем зворотного водопостачання.

Промисловими відходами підприємства є: металобрухт, дрантя, виробниче сміття, відходи деревини і ін. Виробниче сміття складається на підприємстві, а решта відходів здається і утилізується у виробництві. Токсичні відходи (ртутні лампи, акумуляторні батареї, шини) вивозяться на переробні підприємства.

В даний час природоохоронна діяльність підприємства ґрунтується на адміністративно-правових заходах: встановленні стандартів якості навколишнього середовища - ГДК, ПДС, ПДВ, норм проектування і експлуатації об'єктів з урахуванням екологічних вимог, проведення екологічної експертизи.

Перевищення нормативів скидань і викидів на підприємстві немає. Кількість забруднюючих речовин в газах, що відходять, і стоках - в межах встановлених лімітів.

Механічними і енергетичними джерелами забруднення в цеху є обладнання для подрібнення глини, а також ділянка пересіву.

Проектом передбачається поліпшити герметизацію устаткування. З метою кращого очищення повітря перед витяжною вентиляцією встановити циклон для сухого очищення повітря типу ЦН - 15.

Оскільки у виробничому приміщенні можливе значне виділення пилу,

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачається механічна вентиляція.

Господарчо-побутові стоки подаються в напірний кільцевий колектор, а потім в очисні споруди.

Питна вода до заводу з міської системи водопроводу. Питна вода використовується тільки для господарчо-побутових цілей.

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

Основна мета екологічної політики підприємства - постійне зниження та попередження негативних впливів на навколишнє середовище та населення. Для досягнення позитивних результатів підприємству необхідно безперервно вдосконалювати систему керування природоохоронною діяльністю, розглядаючи її як одну з складових стійкої конкурентної переваги.

Для скорочення та передбачення всіх видів впливу необхідно розробляти та впроваджувати заходи, пов'язані зі зниженням вживання природних та енергетичних ресурсів, викидів забруднюючих речовин, утилізацією раніше накопичених та наново утворених відходів.

Українські екологи пропонують до уваги уряду і парламенту свій економічний механізм захисту довкілля.

Він, зокрема, передбачає:

- формування комплексних територіальних кадастрів природних ресурсів;
- комплекс фінансово - кредитних важелів: пільгову податкову і кредитну політику;
- платежі за користування природними ресурсами, забруднення довкілля;
- розробка ціноутворення на продукцію, зокрема екологічно чисту; створення системи екологічного страхування.

Ці й інші ідеї спрямовані на одне - сталий розвиток України.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві цементу

При виробництві цементу виділяються в основному тверді забруднюючі речовини. Серйозною проблемою для районів, які оточують цементні заводи, є великі кількості пилу, які викидаються із заводів. Висока запиленість характерна як для найбільш технологічного процесу, так і для робіт з сипким матеріалом. Для виробництва 1т цементу необхідно роздрібнити, розмолоти, обпалити і перевезти майже 3т вихідний кусковий або грубо подрібнений матеріали, які в процесі виробництва повністю перетворюються на дрібний пил.

Сировина для виробництва цементу - це вапняк, силікати, алюмінати кальцію, сланець, мергель, доменний шлак, клінкер, зола, гіпс, вугільний пил, кокс і руда.

При випаленні (як правило, в печах, що обертаються) розмолотих кальцієвих мергелів і вапняку, ґрунту, карбонату кальцію і інших добавок (вугільного пилу, коксу і т.п.) одержують цементний клінкер, причому або сухим методом, або після флотації у воді (мокрый спосіб).

Тверді забруднення від цементних заводів і вапняних печей по хімічному складу переважно є сумішшю карбонату кальцію (CaCO_3), оксиду кальцію (вапно CaO) і ряду інших з'єднань. Хімічний склад викидів приблизно відповідає складу сировинних матеріалів, тобто це вапняк, вапно, сировинні складові цементу, цементний клінкер, шлак, цемент і т.п.

Джерела пилу на цементних підприємствах можна розділити на дві групи. Перша, більш значуща група включає ті технологічні процеси, куди входять печі, що обертаються, а також шахтні печі, охолоджувачі клінкеру, сировинні і цементні млини, сушарки шлаку.

До другої групи входять джерела, що надають шкідливу дію в основному на атмосферу підприємства і його найближчих околиць. У неї включені сховища сухих матеріалів - клінкеру і шлаку, а також пов'язані з ними обробка, транспортування і складування вказаних матеріалів. Слід зазначити,

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

що особливо серйозні проблеми викликають транспортування, скидання, вантажні бункери, елеватори і стрічкові конвеєри, хоча викиди від них і малі із-за близькості цих джерел до землі.

На цементних підприємствах є наступні джерела забруднення повітря (по стадіях виробництва):

- підготовка сировини: дробарки; барабанні сушарки сировини; млини для сировини; система транспортування сировини; сховища сировини; стадія грануляції;

- випалення клінкеру: сушка вугілля; помол вугілля; печі, що обертаються; шахтні печі; охолоджувачі клінкеру; система транспортування клінкеру; сховища клінкеру;

- виробництво цементу: підготовка гіпсу; цементні млини; система транспортування цементу;

- відвантаження: сховища цементу; фасувальні машини; склади; система транспортування мішків; вапняна піч.

Утворення газоподібних викидів в процесах горіння

Найбільша частина газоподібних викидів при виробництві цементу утворюється при випаленні клінкеру в печах, що обертаються. При цьому паливо, як правило, буває хорошої якості з високою теплотворною здатністю і малим змістом сірки, як, наприклад, нафта з теплотворною здатністю 39800-41000 кДж*кг⁻¹ і змістом сірки менше 3%, кам'яне вугілля, що також характеризується малим змістом сірки, або природний газ, що є з позицій викидів діоксиду сірки практично «чистим» паливом. В той же час при випаленні клінкеру частина сірки, що міститься в паливі, адсорбується на ньому, так що викиди діоксиду сірки багато менші за тих, які можна було б чекати відповідно до вмісту сірки в паливі. При використанні палива з малим середнім змістом сірки, як правило, не виникає проблем з викидами і концентраціями діоксиду сірки в безпосередній близькості від заводу.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.2. Вплив на здоров'я людини

Цементний пил при попаданні в бронхи і далі викликає зміну легеневої тканини, що, у свою чергу, приводить до необоротних функціональних змін легенів.

Пневмоконіоз - це легеневе захворювання виникає у працівників цементних виробництв після багатьох років роботи. Симптоми і тяжкість цього захворювання визначаються типом цементу, складом сировини, рівнем запиленої на виробництві і тривалістю роботи .

Без застосування засобів захисту такі шкідливі чинники, як лужна основа цементу і висока алергенність хроматів, можуть приводити до серйозних захворювань шкіри, дихальних шляхів і слизистих оболонок носоглотки і порожнини рота.

Епідеміологічні дослідження, практичний досвід і спостереження указують на велику кількість алергічних реакцій і запальних процесів (часто - верхніх дихальних шляхів) після дії цементного пилу. Дратівливий ефект, викликаний лужним середовищем в цементному пилі, нерідко супроводжується обструкційними змінами дихальних шляхів .

Цементний пил так само вважається канцерогенною речовиною і може викликати рак горла. Дослідження показали, що у персоналу, зайнятого на виробництві цементу і в будівельній індустрії, зазвичай підвищена захворюваність раком горла.

Газоподібні викиди в процесі виробництва цементу так само роблять вплив на організм людини. Вони приводять до розвитку широкого діапазону захворювань (бронхіти, пневмонії, бронхіальна астма, серцева недостатність, інсульт, виразки шлунку) і збільшення смертності людей з ослабленим імунітетом. Особливо важко доводиться дітям. У новонароджених порушуються генні структури організму і з'являються невиліковні хвороби. У результаті збільшення дитячої смертності на 10 % у рік .

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

У здорових людей організм справляється з отруєним повітрям, але на це йде велика кількість фізіологічних сил. У результаті здорові люди втрачають працездатність, продуктивність праці падає, функції мозку погіршуються

10.3. Вплив промислових викидів на ґрунт і рослини

Величезними викидами як твердих, так і газоподібних забруднюючих речовин відрізняються підприємства з виробництва цементу. Цементний пил впливає на всі компоненти природного середовища.

Одним з основних індикаторів забруднення промислових викидів на навколишнє природне середовище є рослинність, так як вона, завдяки високій чутливості до антропогенного впливу, першою приймає на себе своєрідний удар техногенного преса. Пилові частинки, забиваючи обладнання рослин, призводять до погіршення їх життєвого стану, що відбивається в темпах росту і розвитку.

У зоні впливу викидів практично будь-якого цементного заводу на відстані до 2-х км спостерігаються зміни в хімічному складі, як снігового покриву, так і рослин. Так само відбувається зміна видового складу рослин, антропогенна трансформація рослинних угруповань вздовж фактора забруднення, а також пригнічення життєвого стану лісу визначаються ступенем впливу викидів цементного заводу.

При проведенні хімічних аналізів сніжного покриву у цементного заводу виявляється висока концентрація хімічних елементів у сніговому покриві, що пов'язано з техногенним забрудненням території в результаті впливу викидів цементного заводу та продуктів перероблення гірських порід діючого кар'єру. За ступенем забруднення сніжного покриву з урахуванням рози вітрів визначені 3 зони забруднення:

- зона сильного забруднення (до 500 м);
- зона середнього забруднення (до 1000 м);
- зона слабого забруднення (від 1000 до 2000 м).

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз проб рослин виявив високий вміст в межах санітарно-захисної зони (1000 м) вивчених хімічних елементів: ванадію, хрому, марганцю, кобальту, нікелю, міді, цинку, молібдену і свинцю. Перевищення їх змісту над фоновими показниками становить від декількох десятків до 350 разів. На відстані 2 км від цементного заводу їх вміст зменшується, але залишається вище фонових значень.

Оцінка життєвого стану (ОЖС) також показала антропогенну трансформацію рослинності. Найбільш сильне навантаження відчувають лісові ділянки, розташовані поблизу заводу, де спостерігається велика кількість сухоостою, сильна пригніченість дерев (низькорослість, суховершінність, зменшення кількості молодих пагонів, помітна зміна кольору хвої і мала густина крон) клас ОЖС яких складає 5 і 4. У міру віддалення від цементного заводу на відстань до 2 км загальне життєвий стан лісу досягає класів 1 і 0, тобто у дерев крона стає густішим і зеленішою. Органи рослин не мають зовнішніх ознак ураження або ослаблення.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

11.1. Проектовані організаційно–технічні заходи

Для забезпечення заданої продуктивності був спроектований трубний млин, який має наступні переваги велика продуктивність, значна тонкість помелу, простота конструкції, надійність експлуатації.

11.2. Загальна характеристика проєктованих заходів

Початкові дані.

За базу порівняння прийняті дані виробництва на підприємстві Краматорському цементному заводі "Пушка"

Таблиця 11.1 - Показники виробництва цементу, що діє, на підприємстві КЦЗ «Пушка».

Показник	Од. вим.	Значення
Виробнича потужність на виробництві, що діє	тис. т	282,6
Проектна виробнича потужність		308
Вартість основних виробничих фондів	грн.	16331440,9
у тому числі:		
машини і устаткування		5320194,50
будівлі, споруди передавальні пристрої		11011246,40
Спільна чисельність персоналу	осіб	202
у тому числі:		
керівники		21
фахівці		10
службовці		3
основні робітники	168	
Ціна 1 тонни продукції	грн.	1150

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

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

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

Таблиця 11.3 - Витрати на виробництво 1 тони карбаміду

Найменування статті витрат	Од.вим	Витрати на одиницю продукції	Витрати на весь випуск
Сировина і матеріали:	грн.	517,24	159609920
Допоміжні матеріали	грн.	0,04	12320
Енерговитрати	грн.	180,90	55717200
Енерговідходи	грн.	0,75	231000
Зарплата основна	грн.	7,08	2180640
Витрати на ремонт, утримання і експлуатацію устаткування	грн.	32,05	9871400
Загальновиробничі витрати	грн.	18,40	5667200
Загальногосподарські витрати	грн.	6,4	1971200
Виробнича собівартість	грн.	762,86	23496088

11.3 Розрахунок річної виробничої потужності

Річну виробничу потужність визначаємо по формулі:

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

де $M_{Г}$ – величина річної виробничої потужності;

N – кількість паралельно працюючих однойменних одиниць устаткування;

$g_{ч}$ – годинна продуктивність устаткування;

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

де m – кількість видів ремонтів в міжремонтному циклі;

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

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

Кількість капітальних ремонтів:

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

Кількість поточних ремонтів:

$$Z = \frac{T_{\text{Р.Ц}}}{T_{\text{М.Р.ц}}} - 1 = \frac{8640}{4320} - 1 = 1$$

$$n_{\text{T}} = \frac{T_{\text{кал}} \cdot Z}{T_{\text{Р.Ц.}}} = \frac{8760 \cdot 1}{8640} = 1 \text{ поточний ремонт в рік}$$

$$T_{\text{рем}} = 1 \cdot 36 + 1 \cdot 336 = 372 \text{ годин}$$

$$T_{\text{эф}} = 8760 - 372 = 8388 \text{ годин}$$

$$M_{\Gamma} = 1 \cdot 26,78 \cdot 8388 = 308000 \text{ т/рік}$$

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

$$Q_1 = M_{\Gamma}, \quad (11.4)$$

$$Q_1 = 308000 \text{ т/рік}$$

Індекс обсягу випуску продукції

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

$$I_Q = \frac{308000}{282600} = 1.09$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тоді

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

або

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

$$\Delta Q = (1,09 - 1) \cdot 100 \% = 9 \%$$

Розрахунок одноразових витрат на впровадження проєктованих заходів.

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

Таблиця 11.4 – Прейскурантна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Кількість одиниць	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Всього преїскурантна вартість
Трубний млин	1	2180000	2180000
Разом			2180000

Таблиця 11.5 – Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Додаткові витрати		Всього кошторисна вартість
		Транспортні витрати	Монтаж і установка	
Стрипер	2180000	98600	740000	3018600
Разом				

Вартість устаткування, що виводиться, складає 2730870 грн.

$$\Delta S_{06} = (2730870 - 2180000) = 550870 \text{ грн.}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						104
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:

$$S_{об(0)} = 8467297,40 \text{ грн.};$$

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

$$I_{рем} = I_{об} = \frac{8467297,40 + 204600}{8467297,40} = 1,024$$

Аналіз зміни собівартості продукції.

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

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

Зміна собівартості по статті «Оплата праці основних робітників».

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

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta C_{\text{опл}} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,09} - 1 \right) \cdot 0,009 = -0,074\%$$

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

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

$$\Delta C_{\text{рем}} = 100 \cdot \left(\frac{1,024}{1,09} - 1 \right) \cdot 0,0420 = -0,254\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальновиробничі витрати»

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

$$\Delta C_{\text{ц}} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,09} - 1 \right) \cdot 0,024 = -0,198\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальногосподарські витрати»

$$\Delta C_{\text{x}} = 100 \cdot \left(\frac{I_{\text{x}}}{I_{\text{о}}} - 1 \right) \cdot d, \quad (11.12)$$

$$\Delta C_{\text{x}} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,09} - 1 \right) \cdot 0,0083 = -0,068\%$$

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

Таблиця 11.6 – Зниження собівартості продукції.

Статті витрат	Витрати на виробництві, що діє		Зміна витрат		Витрати на проєктованому виробництві, грн/т
	грн/т	пит. вага	%	грн/т	
Сировина і матеріали, напівфабрикати і поворотні відходи	517,24	0,6784	0	0	517,24

					2017.009.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			106

Допоміжні матеріали	0,04	0,0002	0	0	0,04
Енерговитрати і енерговідходи	180,90	0,2381	0	0	180,90
Зарплата основна (з відрахуваннями)	7,08	0,009	-0,074	-0,095	6,98
Витрати на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування	32,05	0,0420	-0,254	-0,59	31,46
Загальновиробничі витрати	18,40	0,024	-0,198	-0,25	18,15
Загальногосподарські витрати	6,4	0,0083	-0,068	-0,1	6,3
Виробнича собівартість	762,86	1	-0,1988	-1,6	761,26

11.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Обсяг випуску продукції:
на базовому виробництві

$$Q_0 = 282600 \text{ т.}$$

або

$$Q_0 = 282600 \cdot 1150 = 235853500 \text{ грн.}$$

на проектованому виробництві

$$Q_1 = 308000 \text{ т}$$

або

$$Q_1 = 308000 \cdot 1150 = 258324500 \text{ грн.}$$

де 1150 грн. – ціна за 1 т продукції.

На виробництві працюють всього 202 осіб, у тому числі основних робітників 168 осіб.

Продуктивність праці основних робітників визначаємо по формулі:

									Арк.
									107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.009.00.000 ПЗ				

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

на базовому виробництві:

$$П_{Т0} = \frac{235853500}{168} = 1403889,88 \text{ грн. / осіб}$$

на проектованому підприємстві:

$$П_{Т1} = \frac{258324500}{168} = 1537645,83 \text{ грн. / осіб}$$

Фондовіддачу визначаємо по формулі:

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

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

$$\Phi_{осн(0)} = 16331440,9 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{осн(1)} = 16589794,4 \text{ грн.}$$

на базовому виробництві:

$$f = \frac{235853500}{16331440,9} = 14,44 \text{ грн /грн}$$

на проектованому підприємстві:

$$f = \frac{258324500}{16589794,4} = 15,57 \text{ грн /грн}$$

Собівартість одиниці продукції:

на базовому виробництві:

$$C_0 = 762,86 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$C_1 = 748,19 \text{ грн/т}$$

Прибуток на одиницю продукції:

на базовому виробництві:

$$П_0 = 1150 - 762,86 = 387,14 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$П_1 = 1150 - 748,19 = 401,81 \text{ грн/т}$$

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рентабельність витрат на виробництві:

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

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

C – собівартість, грн/т.

на базовому виробництві:

$$P_0 = \frac{387,14}{762,86} \cdot 100\% = 50\%$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = \frac{401,81}{748,19} \cdot 100\% = 53\%$$

Річний прибуток:

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

на базовому виробництві:

$$\Pi_{r0} = 282600 \cdot 387,14 = 79398542 \text{ грн.}$$

на проектованому підприємстві:

$$\Pi_{r1} = 308000 \cdot 401,81 = 90258580,3 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від зниження собівартості:

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

де ΔC – зміна собівартості, грн/т

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

$$\Delta C = 762,86 - 748,19 = 14,67 \text{ грн/т}$$

$$E_r = 14,67 \cdot 282600 = 3295322 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від збільшення прибутку:

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

$$E_{r,\text{приб}} = 401,81 \cdot 308000 - 387,14 \cdot 282600 = 4860037 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 11.7

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

основних виробничих фондів					
11. Чисельність персоналу, у т.ч. основних робітників	осіб	202	202	0	0
	осіб	168	168	0	0
12. Фонд оплати праці	млн.грн.	1,452	1,452	-	-
13. Продуктивність праці основних робітників	т/особа	1682	1833	151	8,2
14. Економічний ефект, у т.ч. від зниження собівартості продукції	грн.		4860037		
			3295322		
15. Строк окупності капітальних витрат	років		2,1		

Розрахунки показують, що введені заходи є економічно ефективними. Річний економічний ефект складає 4860037 грн.

									Арк.
									111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.009.00.000 ПЗ				

ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект - «Виробництво цементу потужністю 308 тис. т/рік з розробкою трубного млина».

В проекті приведена характеристика цементу, визначена технологічна схема виробництва, основне технологічне обладнання, розрахована потреба сировини для забезпечення річної програми випуску цементу. Розроблена конструкція трубного млина для помелу клінкера, виконані кінематичні і силові розрахунки млина, виконані розрахунки для перевірки міцності барабану та окремих вузлів і деталей барабану.

Розглянуті питання монтажу та ремонту основного технологічного обладнання.

В розділі «Охорона праці» розроблені заходи техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки для умов цеху з виробництва цементу.

В дипломному проекті значна увага приділена увага екологічним питанням.

Розраховано техніко-економічні показники базового і проектного виробництва.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Таймасов Б.Т. Технология производства портландцемента: Учеб. пособие.- Шышкент, Изд-во ЮКГУ, 2003. - 297 с.
2. Назаренко І.І., Туманська О.С. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів. - К.: Вища школа, 2004. - 590с.
3. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. - М.: Высшая школа, 1971.-382с.
4. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. - М.: Стройиздат, 1970. - 488 с.
5. Борщевский А.А., Ильин А.С. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий.- М., 1987. - 368 с.
6. Білецький В.С., Смирнов В.О. Переробка і якість корисних копалин. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2005.- 324 с.
7. Печные агрегаты цементной промышленности / С.Г. Силенок, Ю.С. Гризак, В.Н. Лямин и др. - М.: Машиностроение, 1984. - 166 с.
8. Чорнобильський І.І. і ін. Машини і обладнання хімічних виробництв. - М : Машинобудування, 1974. - 456 с.
9. Чистяков В.С. Краткий справочник по теплотехническим измерениям. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 320с.
10. Н.Гузенков П.Г. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1982. - 351 с.
11. Дзюндзюк Б.В., Іванов В.Г. та ін. Охорона праці. Збірник задач: Навч. Посібник. - Харків: ХНУРЕ, 2006. - 244с.
12. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. - Львів: Афіша, 2003. - 560 с.
13. ДСН 3.36.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - К.: Держстандарт, 1999. -31с.
14. ЗАКОН України "Про охорону праці". - К.: Основа, 1993. - 40 с.
15. Охорона праці: Навчальний посібник / За ред. В. Кучерявого.-Львів: Оріяна-Нова, 2007.-368с.

										2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
											113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

16. Лисюк М. Навчання з питань охорони праці на підприємстві [Текст] //
Справочник кадровика. К. - №12. - 2005. - с. 61-66.

					2017.009.00.000 ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		