

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

Міщенко Павло Валерійович  
виконавець

1. Тема проекту

*Виробництво вугільного пилу потужністю 1,5 млн. т/рік з розробкою кульового млина.  
Керівник проекту (роботи) доцент Ворох А.О.*

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

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

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
*Зміст визначається "Методичними вказівками до виконання дипломного проекту" та  
методичними вказівками до виконання відповідних обов'язкових розділів проекту*

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

*5.1. Технологічна схема – 1 лист формату А1*

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

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

*5.4. Креслення складних деталей – до 2 листів формату А1*

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 16.03.2017 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проектування	Строк виконання етапів	Примітки
1.	Аналітичний огляд	20.03.2017 р.	
2.	Технологічна частина	25.03.2017 р.	
3.	Конструкція та принцип дії апарата	29.03.2017 р.	
4.	Вибір конструкційних матеріалів	31.03.2017 р.	
5.	Параметричні розрахунки апарата (матеріальний баланс, технологічний розрахунок, гідравлічний розрахунок, тепловий баланс, тепловий розрахунок)	11.04.2017 р.	
6.	Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість)	24.04.2017 р.	
7.	Технологія виготовлення апарата	27.04.2017 р.	
8.	Ремонт та монтаж апарата	03.05.2017 р.	
9.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	04.05.2017 р.	
10.	Промислова екологія	10.05.2017 р.	
11.	Техніко-економічні розрахунки	18.05.2017 р.	
12.	Креслення:		Креслення виконуються поетапно протягом часу 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 \_\_\_\_\_ Міщенко П.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_ Ворох А.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз.	Примітки		
1								
2			<u>Документація загальна</u>					
3								
4	A1	544.032.00.000 ВЗ	Млин кульовий	1		A1		
5	A1	2017.032.00.000 ТЗ	Схема технологічна	1		A1		
6								
7	A4	2017.032.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	119		A4		
8								
9								
10								
11			<u>Документація</u>					
12			<u>за складальними одиницями</u>					
13								
14	A1	544.032.01.000 ВЗ	Барабан кульового млина	1		A1		
15	A1	544.032.02.000 ВЗ	Установка приводної шестерні	1		A1		
16	A1	544.032.02.001 ВЗ	Вал	1		A1		
17	A1	544.032.02.002	Кришка наскрізна	1		A1		
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
Взам. Инв. №								
					2017.032.00.000ПЗ			
	3	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Міщенко			Виробництво вугільного пилу потужністю 1,5 млн. т/рік з розробкою кульового млина	Літ	Лист	Лист
	Пров.	Ворох				Д	1	1
	Н.контр.	Каршук				СНУ Кафедра МОПП		
	Затв.	Архипов						

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 вугільного пилу потужністю 1,5 млн. т/рік з  
розробкою кульового млина*»

Виконав: студент групи ОХП-163с

Міщенко П.В.

(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Ворох А.О.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Тараненко Г.В.

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сєверодонецьк - 2017

## Зміст

<b>Вступ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Аналітичний огляд .....</b>	<b>7</b>
1.1. Характеристика сушильних установок.....	6
1.2 Характеристика основного технологічного обладнання.....	9
<b>2. Технологічна частина .....</b>	<b>16</b>
2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва .....	16
2.2 Опис технологічної схеми виробництва .....	17
2.3. Характеристика сировини.....	19
<b>3. Конструкція та принцип дії обладнання .....</b>	<b>21</b>
<b>4. Вибір конструкційних матеріалів .....</b>	<b>25</b>
<b>5. Параметричні розрахунки обладнання .....</b>	<b>32</b>
5.1. Розрахунок необхідної кількості вугілля.....	29
5.2 Розрахунок кількості та вибір основного технологічного обладнання.....	31
<b>6. Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість .....</b>	<b>34</b>
6.1 Конструктивний розрахунок основних параметрів кульового млина.....	34
6.2 Розрахунок потужності електродвигуна.....	36
6.3. Кінематичний розрахунок приводу.....	37
6.4. Розрахунок міцності деталей млина.....	37
6.5 Розрахунок відкритої зубчастої передачі.....	55
<b>7. Технологія виготовлення обладнання.....</b>	<b>63</b>
7.1 Технологічний процес зборки трубного кульового млина.....	66
<b>8. Ремонт та монтаж обладнання.....</b>	<b>69</b>
8.1. Організація ремонтної служби.....	69
8.2. Ремонт обладнання.....	70

	8.3.	Пуск після ремонту та експлуатація млина.....	75				
2017.032.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					Виробництво вугільного пилу потужністю 1,5 млн т/рік з розробкою кульового млина		
Розроб.		Міщенко			Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ворох			2	119	
Н. контр.		Карпюк			СНУ Кафедра МОПП		
Затв.		Архипов					

<b>9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....</b>	<b>77</b>
9.1 Охорона праці .....	77
9.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях .....	93
<b>10. Промислова екологія .....</b>	<b>97</b>
10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві вугільного пилу.....	97
10.2 Вплив на здоров'я людини.....	103
10.3 Вплив вугільного пилу на ґрунт і водні ресурси.....	104
<b>11. Техніко – економічні розрахунки .....</b>	<b>105</b>
11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи .....	105
11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів .....	105
11.3 Розрахунок річної виробничої потужності .....	106
11.4 Аналіз зміни собівартості продукції. ....	109
11.5 Розрахунок техніко-економічних показників .....	111
<b>Висновки .....</b>	<b>116</b>
<b>Використана література .....</b>	<b>117</b>

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ВСТУП

Україна грає важливу роль в енергетичній політиці ЄС, враховуючи географічне положення і наявність могутніх транзитних магістралей для транспортування електроенергії, і сприяє подальшому руху у бік інтеграції з внутрішнім енергетичним ринком ЄС.

В Україні створена достатньо ефективна енергетична база, галузева інфраструктура з могутньою і налагодженою системою обслуговування і забезпечення. Цей могутній енергетичний потенціал забезпечує повне покриття власного споживання і експорт в країни Європи.

Енергетичний комплекс України - найважливіша складова національної безпеки і економічного зростання держави. Від злагодженої і надійної роботи енергетичного комплексу залежить функціонування всієї економіки держави, забезпечення її самодостатності, створення умов для її подальшого розвитку.

Напрями розвитку енергетики в цілому відображені в Національній енергетичній програмі України до 2030 року. Питання розвитку ТЕС має і матиме пріоритетне значення ще досить довго.

Енергетичною стратегією України до 2030 року передбачено значне зростання (в 2,2 рази) споживання електроенергії в країні - до 395 млрд. кВт. год. в рік, крім того передбачається можливість експорту електроенергії до 25 млрд. кВт. год. в рік після 2020 року.

Надійне і безперебійне задоволення попиту на електроенергію, що збільшується, можливо тільки за умови відповідного випереджаючого розвитку потужностей, що генерують енергію, та ліній електричних передач ОЕС України. Одним з пріоритетів Енергетичної стратегії України до 2030 року є інтеграція з'єднаної енергосистеми України в європейську з подальшим збільшенням експорту електроенергії.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Свій внесок у загальне виробництво електроенергії дає Слов'янська ТЕС.

Слов'янська ТЕС, що є структурною одиницею ВАТ «Донбасенерго», розташована поблизу центрів електричних навантажень і призначена для покриття базисних навантажень енергосистеми: Вона забезпечує електроенергією заводи хімічної, металургійної, машинобудівної промисловості Донецької області, а також електроенергія ТЕС йде на продаж населенню.

У зв'язку із збільшенням споживання електроенергії промисловими підприємствами, а також плануванням постачання електроенергії закордонним споживачам, необхідне збільшення потужності Слов'янської ТЕС і відповідно збільшення продуктивності пилоприготувального цеху ТЕС на. В результаті збільшення виробництво вугільного пилу має скласти 1,5 млн. т/рік.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5



# 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

## 1.1. Характеристика сушильних установок

Конструкції сушарок дуже різноманітні і відрізняються за рядом ознак: за способом підведення тепла (конвективні, контактні), за видом теплоносія, що використовується (повітряні, газові, парові), за величиною тиску в сушильній камері (атмосферні і вакуумні), за способом організації процесу (періодичні і безперервні), а також за взаємним напрямом руху матеріалу і сушильного агенту в конвективних сушарках (прямотечія, протитечія, перехресна течія).

Порівняємо типи сушарок, які можуть бути використані або знаходять застосування в процесі сушки вугілля.

Камерні сушарки є апаратами періодичної дії, що працюють при атмосферному тиску. Матеріал в цих сушарках сушиться на лопатках, встановлених на стелажах або вагонетках, що знаходяться всередині сушильної камери. Сушарка призначена для сушки сипких зернистих матеріалів. Сушка матеріалу в шарі відбувається при обмиванні його потоком нагрітого повітря. Безперервне пересипання матеріалу забезпечує досить інтенсивне і рівномірне висушування його. До недоліків сушарки слід віднести складність механізмів подачі в неї матеріалу і повернення пластин в горизонтальне положення, а також заклинювання пластин при сушці матеріалу з поганими сипкими властивостями. Обслуговування камерних сушарок вимагає великих витрат ручної праці, що також є істотним недоліком.

В стрічкових сушарках сушка матеріалів проводиться безперервно при атмосферному тиску. Стрічкова сушарка є коридором, в якому розміщені один над іншим стрічкові транспортери. Коридор розділений

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на секції; в них залежно від процесу подається агент сушки при різних температурах. Стрічкові сушарки можуть працювати з рециркуляцією газів і без неї; можливий також внутрішній багатократний підігрів повітря. Як агент сушки використовують топкові гази і нагріте повітря, а іноді перегріту пару. В однострічкових сушарках з суцільною стрічкою звичайно спостерігається нерівномірне висушування матеріалу, більш ефективно застосування багатострічкових сушарок із стрічками з металеві сітки. Стрічкові сушарки громіздкі і складні в обслуговуванні головним чином через перекося і розтягування стрічок; їх питома продуктивність невелика, а питомі витрати тепла досить високі.

Турбінні сушарки застосовують для висушування і прожарення різних сипких матеріалів (вугілля тощо). Вони відрізняються доброю герметичністю, тому що за агент сушки можна використовувати інертні гази. Турбінна сушарка є нерухомим металевим кожухом, щільно обшитим листовою сталлю. Усередині сушарки є кругла рама, що обертається навкруги вертикальної осі. На рамі укріплені тарілки, що складаються з секторів. Під час роботи сушарки рама з тарілками скоює приблизно 2 об/хв. Усередині обмеженого рамою простору розташовано декілька турбін, які обертаються та переміщують газ в сушарці. Газ поступає в сушарку знизу. Відпрацьований газ виходить зверху через витяжну трубу, а в деяких випадках частина його прямує в камеру змішувача топки для зниження температури газоподібних продуктів горіння до допустимої межі. На нерухомому корпусі сушарки над кожним рядом тарілок укріплені розрівнюючі шкребки і за ними скидувачі. Матеріал поступає в сушарку зверху через завантажувальний отвір і шлюзові затвори, що перегороджують доступ повітря в сушарку. При обертанні рами матеріал через зазори між секторами зсипається з тарілки на тарілку і надходить на нерухоме дно. Звідси шкребками переміщається до розвантажувального жолоба. Далі матеріал конвейером подається в бункер. Перевага турбінної сушарки в тому, що температуру

										2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
											7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

газу в будь-якій її крапці можна підвищити за допомогою розташованих усередині неї нагрівальних пристроїв або шляхом додаткової подачі гарячого газу.

Барабанні сушарки широко застосовуються для безперервної сушки при атмосферному тиску кускових, зернистих і сипких матеріалів. Барабанна сушарка має циліндровий барабан, встановлений з невеликим нахилом до горизонту, і спирається за допомогою бандажів на ролики. Барабан приводиться в обертання електродвигуном через зубчасту передачу і редуктор. Матеріал подається в барабан живильником, заздалегідь підсушується, перемішуючись лопатями приймально - гвинтової насадки, а потім подається на внутрішню насадку, розташовану уздовж майже всієї довжини барабана. Насадка забезпечує рівномірний розподіл і добре перемішування матеріалу по перетину барабана, а також його тісне зіткнення при пересипанні з сушильним агентом - толочними газами. Газу і матеріал особливо часто рухаються прямотечею, що допомагає уникнути перегріву матеріалу, оскільки в цьому випадку найгарячіші газу стикаються з матеріалом, що має найбільшу вологість. Щоб уникнути посиленого віднесення пилу з газами останні просмоктуються через барабан вентилятором з середньою швидкістю. Перед викидом в атмосферу відпрацьовані газу очищаються від пилу в циклоні. На кінцях барабана встановлюють пристрої ущільнювачів, що утрудняють витік сушильного агента. У розвантажувального кінця барабана є підпирний пристрій у вигляді суцільного кільця, що підтримує певний ступінь заповнення барабана матеріалом. Висушений матеріал видаляється з камери через розвантажувальний пристрій, за допомогою якого герметизується камера і запобігає надходження в неї повітря ззовні. Типи промислових барабанних сушарок різноманітні: сушарки, що працюють при протитечії сушильного агента і матеріалу, з використанням повітря як сушильний агент, контактні барабанні сушарки .

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільше застосування на Слов'янській ТЕС отримала парова панельна сушарка, яка була модернізована на основі барабанної трубчастої сушарки.

## 1.2 Характеристика основного технологічного обладнання

Технічні характеристики сушарки, кульового млина, живильника, грохоту, елеваторів, циклонів приведені у таблицях 1.1 - 1.7.

### Парова панельна сушарка, кульовий млин

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика панельної сушарки

№ пп	Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Величина
1	Кількість	шт	3
2	Продуктивність по сирому вугіллю	т/год.	50 - 150
3	Продуктивність по випареній волозі	т/год.	15
4	Вологість вугілля до сушки	%	До 11
5	Вологість вугілля після сушки	%	3
6	Кут нахилу барабана сушарки	град	2,5
9	Тиск пари	кгс/см <sup>2</sup>	3,8 - 4,2
10	Температура пари	°С	150 - 185
11	Частота обертання сушарки	об/хв	0 - 10

Парова панельна сушарка призначена для сушки сирого вугілля, що надходить з бункерів сирого вугілля через барабанні грохоти і подальшої його подачі в елеватори млинових систем.

У вхідну частину барабана по тічці здійснюється завантаження сирого вугілля і подача гарячої пари, а з вихідної частини барабана, яка заведена в розвантажувальний короб, здійснюється відсмоктування паро-пилоповітряної суміші вентилятором відсмоктування і вивантаження підсушеного вугілля в бункер сушини.

									2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.2 - Технічна характеристика кульового млина

№ п/п	Найменування параметра	Одиниці вимірювання	Величина
1	Кількість	шт.	6
2	Розміри барабана: внутрішній діаметр внутрішня довжина	мм мм	3400 14600
3	Продуктивність по АШ	т/год.	70
4	Швидкість обертання	об/хв.	17
5	Вага куль	т	125
6	Діаметр куль	мм	40
7	Вологість вугілля, що надходить	%	2-3
8	Розмір шматків вугілля, що надходить	мм	до 25
9	Тип електродвигуна		СДС3-2000-100
10	Потужність електродвигуна	кВт	2000
11	Швидкість обертання	об/хв.	100
12	Тип приводу млина		зубчастий
13	Передаточне число приводу	<i>i</i>	5,787

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.032.00.000 ПЗ

Арк.

10

## Стрічковий живильник сирого вугілля

СЖСВ є транспортуючим пристроєм безперервної дії. Тяговий і несучий орган - гнучка нескінченна стрічка. Верхню робочу і нижню холосту гілки стрічки підтримують роликоопори.

Матеріал (вугілля), що транспортується, завантажується на стрічку через завантажувальну воронку бункера сирого вугілля, а розвантажується в бункер вивантаження СЖСВ і далі поступає на завантаження до барабанного грохоту.

Таблиця 1.3 - Технічна характеристика СЖСВ

№ пп	Параметри	Од.вим.	Величина
1	Кількість	шт	6
2	Продуктивність	т/год.	50-150
3	Швидкість стрічки	м/с	0,21(при 730 об/хв)
4	Ширина стрічки	мм	1400
5	Тип стрічки		Гумово-тросова
6	Довжина	м	15
8	Тип редуктора		КЦ2-1300
9	Передавальне число	<i>i</i>	182
10	Тип електродвигуна		АО93-12-8-6-4
11	Потужність електродвигуна	кВт	25
12	Число обертів електродвигуна	об/хв.	730

## Барабанний грохот

Барабанний грохот призначений для дозованої подачі сирого вугілля розмірами частинок не більше 25 мм в парові панельні сушарки.

Барабанний грохот набраний з прутків та кілець, що чергуються, між завантажувальною і розвантажувальною циліндровими обичайками.

Вугілля з бункера вивантаження СЖСВ поступаючи на завантажувальну сторону барабанного грохоту, що обертається, просівається, дрібні фракції крізь кільця прутів сиплюються в бункер завантаження сушарки,

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а крупні - шматки вугілля, породи, тріски - скочуються на конвеєр трісок.

Таблиця 1.4 - Технічна характеристика барабанного грохоту

№ пп	Параметри	Од.вим.	Величина
1	Кількість	Шт.	6
2	Продуктивність	т/год.	75
3	Число обертів	об/хв.	21
4	Довжина	м	2,1
5	Тип редуктора		ЦДН-5
6	Передавальне число	i	45
7	Тип електродвигуна		АТ
8	Потужність електродвигуна	кВт	17
9	Число обертів електродвигуна	об/хв.	980

### Сепаратори

Сепаратори призначені для розділення по зерновому складу і помелу вугілля, що поступає з елеваторів, і видачі готового вугільного пилу в бункери пилу, а крупної фракції-на помел в млини.

Циклони пилу винесені на окремий майданчик по чотири на кожний сепаратор.

Циркуляція повітря створюється виносним вентилятором, по одному на кожний сепаратор, який встановлений зовні сепаратора і сполучений з ним і з циклонами коробами.

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 ПЗ					

Таблиця 1.5 - Технічна характеристика сепаратора

№ пп	Параметри	Од. вимірювання	Величина
1	Продуктивність	т/год.	35
2	Діаметр сепаратора	м	3,5
3	Кількість лопаток	Шт.	12
4	Число обертів ротора	об/хв.	0-200
5	Потужність електродвигуна	кВт	85
6	Максим.число обертів ел. Двигуна	об/хв.	800
7	Тип вентилятора		Д-18; ДН-19
8	Продуктивність вентилятора	м <sup>3</sup> /год.	120000
9	Натиск	Мм вод. ст.	250
10	Потужність ел. двигуна вентилятора	кВт	160
11	Число обертів	об/хв.	735
12	Діаметр циклону	мм	1300
13	Продуктивність циклону	м <sup>3</sup> /год.	20000
14	Тип вживаного мастила підшипників сепаратора		літол

### Елеватор вертикальний ковшовий

Ковшові елеватори призначені для транспортування підсушеного в паровій сушарці вугілля і продукту помелу млинів розмірами частинок 0- 25 мм, в сепаратори розмельних систем ППЦ.



Таблиця 1.6 - Технічна характеристика елеватора

№ пп	Параметри		Од.вим.	Величина
1	Матеріал, що транспортується : ...вугілля розмір шматків вологість насипна вага температура		мм % т/м <sup>3</sup> °С	Марка АШ 0-25 2-3 0,78 85
2	Продуктивність	т/год.		405
3	Швидкість ковшової стрічки	м/с		0.73
4	Кут нахилу	град		90
5	Ковш: кількість ширина місткість	Шт. мм л		136 960 140
6	Тяговий ланцюг: тип крок		мм	Пластинчатий вту- лочно-роликовий 500

7	Привод: Електродвигун: тип потужність число обертів Редуктор: тип передат.число		кВт об/хв.   <i>i</i>	АО2-91-4 75 1470 ЦТНД-630 100 I-40
8	Гальмівний пристрій			ТКГ-300
9	Висота елеватора по осях	м		32

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.032.00.000 ПЗ

Арк.

14

## Циклони НДЮГАЗ

Для уловлювання вугільного пилю з вентиляційних викидів сушарок, млинів, елеваторів, пилових бункерів і відділення готового пилю в сепараторах встановлені циклони НДЮГАЗ, з яких очищене повітря (окрім виносних циклонів) прямує в електрофільтр пилоприготувального цеху.

Таблиця 1.7 - Технічна характеристика циклонів

№ пп	Параметри	Од.вим.	Величина
1	Продуктивність по повітрю	м <sup>3</sup> /год.	17000-20000
2	Діаметр корпусу	мм	1300
3	Ступінь очищення	%	50
4	Початкова заповишеність	г/м <sup>3</sup>	25
5	Кінцева заповишеність	г/м <sup>3</sup>	10
6	Гідравлічний опір	мм вод. ст.	150
7	Загальна кількість	шт.	77

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва

Метод виробництва вугільного пилю обумовлений обраним технологічним обладнанням. Серед основного технологічного обладнання застосовується барабанний грохот, парова панельна сушарка, кульовий млин.

Кульовий барабанний млин із зубчастим приводом призначений для подрібнення підсушеного в парових сушарках вугілля, відділення з потоку вугільного пилю з тониною помелу 7-9% на ситі.

До переваг кульового млина відносять:

- велика продуктивність;
- значна тонкість помелу;
- простота конструкції;
- надійність експлуатації;
- гарна зносостійкість;
- можливість регулювання тонкості помелу.

Барабанний грохот призначений для дозованої подачі сирого вугілля розмірами частинок не більше 25 мм в парову панельну сушарку. До переваг барабанного грохоту відносять:

- простота конструкції;
- простота обслуговування;
- рівномірність обертання;
- низький рівень шуму;
- висока продуктивність;
- надійність в роботі;
- довговічність.

Парова панельна сушарка призначена для сушки сирого вугілля, що надходить з бункерів сирого вугілля через барабанні грохоти і подальшої його подачі в елеватори млинових систем. До переваг парової панельної

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сушарки відносять:

- повна ізоляція матеріалу від теплоносія;
- простота конструкції;
- економічність;
- висока пропускна здатність;
- висока швидкість сушіння;
- низька металоємність.

## 2.2. Опис технологічної схеми виробництва

Сире вугілля (вологістю до 11%) естакаді транспортером поступає на пересипний вузол будівлі ППЦ. Вугілля, зсипаючись по тічці, прямує на транспортер .

За допомогою плужкових скидувачів з транспортера паливо розподіляється по бункерах сирого вугілля. З бункера сирого вугілля паливо поступає на стрічковий живильник сирого вугілля, і за допомогою відсікаючого шибера шару вугілля в дозованій кількості транспортується конвеєрною стрічкою в барабанний грохот, встановлений під приводним барабаном стрічкового живильника сирого вугілля і над бункером завантаження сушарки. Відокремлені в барабанному грохоті крупні фракції вугілля, тріски та інші відходи поступають на конвеєр трісок і далі в піввагон, а дрібне вугілля (менше 25 мм) просипається в бункер завантаження сушарки і далі по тічці в барабан парової панельної сушарки (ППС).

В барабані ППС встановлені нагрівальні панелі, в які подається пара від редуційно-охолоджувальної установки (РОУ) тиском 0,4 МПа і температурою 150 - 185°C. В міжпанельному просторі вугілля пересипається, контактує з гарячими поверхнями панелей і висушується, а пара, що віддала своє тепло, конденсується і по трубах видаляється в конденсатний бак.

Пропускна спроможність панельної сушарки і вологість підсушеного вугілля в основному залежать від параметрів пари, вологості сирого вугілля і

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

числа обертів сушарки.

За рахунок того, що сушарка встановлена під нахилом  $2,5^\circ$ , при обертанні барабана сушарки вугілля поступово переміщується і рухається до виходу барабана.

Пилопароповітряна суміш, що утворилася в процесі сушки вугілля, відсмоктується із барабану сушарки через циклони пилу вентилятором відсмоктування. Пройшовши попереднє очищення в циклонах, пилопароповітряна суміш прямує на повне очищення в електрофільтр.

Із ППС підсушений антрацитний штиб АШ (вологістю до 3%) надходить в бункер сушини, звідки по тічці з електроприводним шиберам подається в шахту елеватора. Ковшами елеватора паливо підіймається на відмітку 29,0 м, зсипається в завантажувальний короб, звідки по двох тічках вугілля, розділене на два потоки ділільним шиберам, самопливом поступає на два відцентрових механічних сепаратора.

В сепараторах відбувається розділення палива на тонку і грубу фракцію. Тонка фракція (готовий пил) виноситься потоком повітря, що створений виносним вентилятором, в циклони пилу, де відокремлюється від повітря і відводиться через тічки в основні шнеки пилу і шнеками транспортується в бункер пилу № 1 (млинові системи №1 і №2) або через тічки безпосередньо в бункери (млинові системи №3 і №4 - в бункер пилу №1, млинові системи №5 і №6 - в бункер пилу №2).

Крупні частки із сепараторів по тічках прямують в барабан кульового млина з двох протилежних сторін через завантажувальну горловину («А» і «Б»). В млині паливо рухається від торця до центру, розмелюється і підсушується теплом куль і .броні від 3% до 1%. Із робочих камер млина продукт помелу надходить до розвантажувальної камери і далі по тічці в шахту елеватора, де змішується з підсушеним вугіллям, що поступає із бункера сушарки, ковшами підіймається на відмітку 29,0 м і зсипається в сепаратори. Далі рух палива відбувається по циклу описаному раніше.

Для досягнення потрібної дрібності помелу (6 - 9% на ситі  $P_{90}$ ), в

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 ПЗ				

розмельній системі паливо проходить декілька циклів. Кількість циклів напряду залежить від якості палива і дрібності помелу.

Щоб уникнути надмірного подрібнення палива в барабані млина, передбачена слаба вентиляція з відсмоктуванням суміші млиновим вентилятором по коробу відсмоктування через циклони, із видачею потоку на вхід і вихід сушарки і на циклони вентилятора відсмоктування сушарки і далі на електрофільтр.

Із електрофільтру очищене повітря і пара димовсмоктувачами викидаються через витяжну трубу в атмосферу, а пил, уловлений в електрофільтрі, прямує в бункер пилу №2.

Під бункером пилу №1 встановлено 6 пневмогвинтових насосів, під бункером пилу №2 - 4 шт.

Вугільний пил з бункеру пилу самопливом через шибер завантаження ПВН поступає в завантажувальну камеру насоса, звідки вал - шнеком транспортується в змішувальну камеру .

### 2.3. Характеристика сировини

Для пилоподібного спалювання на Слов'янській ТЕС використовують вугілля марки АШ (антрацитний штиб), промпродукт всіх марок по ДСТУ 3472 із розміром шматків 0 ...25мм по ГОСТ 19242-84.

Вугілля - тверда горюча порода, що утворилася переважно з відмерлих рослин в результаті їх біохімічних, фізико - хімічних і фізичних змін.

Антрацит - вугілля високої стадії метаморфізму, вихід летючих речовин менше 8%.

Технічні вимоги:

- нижня теплота згорання на робочий стан палива - 20,097... 22,609 МДж/кг (4800.. .5200 ккал/кг);

- загальна волога на робочий стан палива 9,0%;

- масова частка мінеральних домішок (породи) - не більше 2,5%;

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

- зольність антрациту - не більше 31,5%;
- зольність проміжного продукту вуглезбагачувальних фабрик - не більше 45%.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ОБЛАДНАННЯ

Кульовий барабанний млин із зубчастим приводом призначений для подрібнення підсушеного в парових сушарках вугілля, відділення з потоку вугільного пилу з тониною помелу 7-9% на ситі Код.

Подрібнення вугілля проводиться сталевими кулями твердістю не нижче 400НВ.

Млин складається з барабану, закритого по боковинах кришками з порожнистими цапфами, якими барабан опирається на підшипники ковзання.

По довжині барабан поділений діафрагментними ґратками на три камери, з яких крайні камери робочі, а середня камера - розвантажувальна.

У робочих камерах паливо подрібнюється і підсушується і далі через діафрагментні ґратки пересипається у розвантажувальну камеру, яка застосовується для видачі продукту помелу через розвантажувальні вікна у корпусі барабана і далі по коробу в елеватор.

Кожух розвантажування своєю нижньою частиною з'єднується з башмаком елеватора, а верхньою - з коробом відсосу млинового вентилятора.

Розвантажувальні діафрагментні ґратки передбачають своєю конструкцією підтримування постійного рівня пилу у барабані для зменшення зношення куль і панцирних плиток.

Циліндрична внутрішня частина робочих камер барабана покрита хвилястими панцирними плитами, до того ж кожен кільцевий пояс плит кріпиться двома діаметрально розташованими затяжними клинами, а торцеві стінки покриті гладким торцевим панциром, кожний з них закріплений двома болтами до торцевої кришки.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для зменшення шуму і теплоізоляції корпусу барабану панцир укладений на азбестову підкладку товщиною 6... 10мм.

Зовні барабан покритий теплозвукоізоляцією, яка закрита захисним кожухом. У робочі камери завантажені сталеві кулі міцністю ~ 400НВ.

У корпусі барабана є два люки - по одному у кожній робочій камері - для доступу у робочі камери.

Корені підшипника служать опорами обертового барабана млина, які тільки у нижній своїй половині мають бабітову заливку.

Правий підшипник - опорно-упорний, розташований з сторони електродвигуна млина сприймає як радіальні, так і осьові зусилля завдяки наявності упорних бортів на цапфах торцевої кришки барабана. Лівий підшипник - опорний, сприймає тільки радіальні зусилля.

Конструктивно ці підшипники виконані однаково за виключенням конфігурації бабітового заливу. Підшипники складаються з трьох частин: верхньої кришки, корпусу підшипника і опорної плити, яка кріпиться до фундаментної плити.

У верхній кришці і корпусі підшипника з двох сторін є повстяні ущільнення. У кришці підшипника, у її верхній частині, є бризкало, яке розташоване уздовж вісі цапфи з висвердленими отворами по всій довжині, через які здійснюється змашування шейки цапфи, а також є люк для контролю на відчуття і візуально за температурою цапфи і наявність мастила.

Корпус підшипника у нижній частині має випуклу сферичну поверхню, яка опирається на опорну плиту. Опорна плита має відповідну западину сферичної форми, що дозволяє при обертанні млина компенсувати неточність виготовлення і монтажу.

У тілі корпусу підшипника є канали для водяного охолодження, а також кришки, через які підводиться і відводиться охолоджуюча вода. Для контролю за температурою бабітового заливу установлюються термометри опоруз двох сторін.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завантажувальні патрубки (горловини) мають конструкцію еліптичної форми, на яких є люки для доступу у середину барабана. Ущільнення патрубоків щільникове.

Зовнішня поверхня порожнистих цапф, яка ковзає по поверхні бабітового заливу, полірована.

Всередині порожнистих цапф є конусні втулки, які розширюються у середину млина з привареними металевими рейками гвинтоподібної форми - перетрушувачами, які під час роботи млина виконують функцію поліпшення процесу завантажування паливом і повертають назад кулі і шматки палива, які випадають із барабана у завантажувальні горловини.

Кінематична схема кульового млина представлена на рис. 3.1.

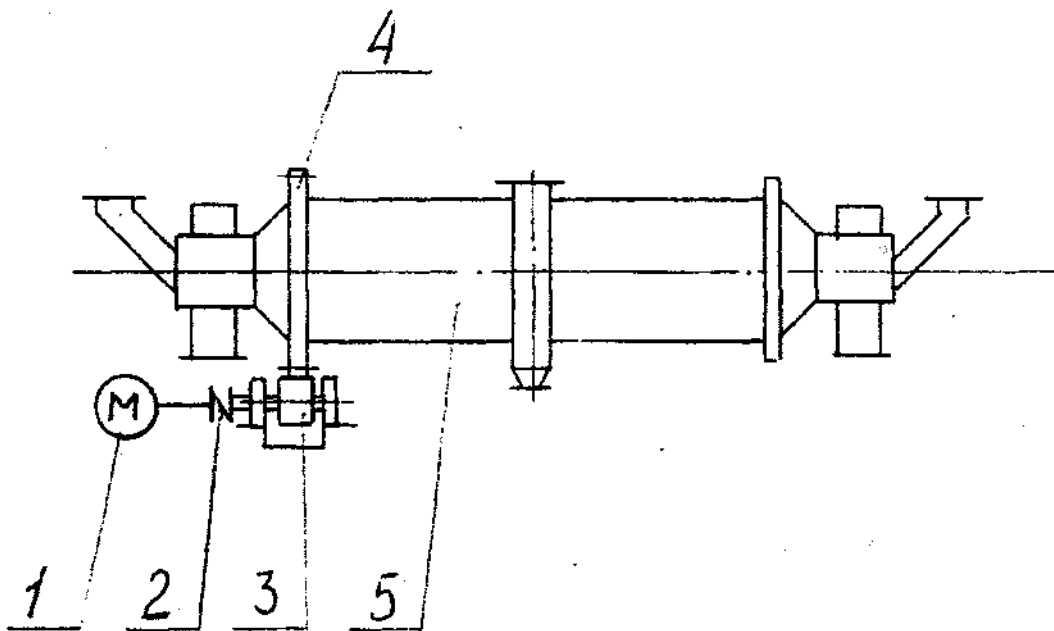


Рисунок 3.1 - Кінематична схема приводу кульового млина 1 - електродвигун; 2 - муфта; 3 - приводна шестерня; 4 - ведене зубчасте колесо; 5 - барабан млина

Головний привод млина складається з зубчастого вінця, закріпленого на торцевій кришці барабану, приводної шестерні, напресованої на вал, який з'єднується з валом електродвигуна за допомогою муфти.

Для обертання барабану млина з малою швидкістю, з протилежної сторони від головного приводу, установлений допоміжний привод: електродвигун, черв'ячний редуктор і кулачкова муфта. З'єднання допоміжного приводу з валом головного приводу, блокують вимикачем включення головного приводу.

У систему змащування млина і електродвигуна входять два види змащення: рідинний циркуляційний з гідропідпором для корінних підшипників барабана і електродвигуна і густе змащення для зубчастого приводу і підшипників приводної шестерні.

Млин укомплектований станцією рідинного змащування мастилом МНМД-2АБ, насосами гідропідпору НГП-2, насосною установкою густого змащення НГС-2.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ 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  $\sigma_b = 360-460$  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.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 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 цапф застосовують сталь 35Л ГОСТ 977-88 для відливок звичайної якості.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.32 - 0.40	0.20 - 0.52	0.4 - 0.9	до 0.3	до 0.045	до 0.04	до 0.3	до 0.3

Механічні властивості в залежності від термообробки:  $\sigma_B = 500-550$  МПа,  $\sigma_T = 255-350$  МПа.

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.

Зубчаста передача має значні навантаження, для обох зубчастих коліс приймаємо сталь з високою твердістю робочих поверхонь зубців – сталь 40ХН ГОСТ 4543-71 з однаковою термообробкою – поліпшення з загартуванням ТВЧ для твердості поверхонь зубців 49...54НКС; механічні характеристики  $\sigma_B = 920$  МПа;  $\sigma_T = 750$  МПа. Хімічний склад:

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36 - 0.44	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	1 - 1.4	до 0.035	до 0.035	0.45 - 0.75	до 0.3

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

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 ПЗ					

високої і рівномірної твердості, забезпечує підвищену зносостійкість.

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

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

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

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

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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

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.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 5. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

### 5.1. Розрахунок необхідної кількості вугілля

Розрахунок виконуємо на підставі таких вихідних даних:

- фактична продуктивність пилоприготувального цеху - 1,305 млн. т/рік;
- збільшення продуктивності - 15%;
- вологість вугілля, що поступає, - 6,5%;
- вологість вугілля після сушки - 3%;
- вологість вугільного пилу після подрібнення в кульових млинах - 2%;
- виробничі втрати по технологічних переділах - 80 кг на 1 тону готового вугільного пилу (або 8% від готового вугільного пилу).

Продуктивність пилоприготувального цеху з урахуванням збільшення продуктивності на 15%

$$A_p = 1,15A_{\phi} = 1,305 \cdot 1,15 = 1,5 \text{ млн. т}$$

Вміст води у вугіллі, що надходить на переробку складає  $W_p = 6,5\%$ , а після процесу сушіння і розмелювання вологість шихти становить  $W_k = 2\%$ .

Кількість випареної води знаходять по формулі [2, с.56]

$$W_v = W_p - W_k, \% \quad 5.1$$

де  $W_v$  - кількість випареної води, %.

$$W_v = W_p - W_k = 6,5 - 2 = 4,5\% \quad 5.2$$

Розрахуємо кількість води в розрахунок на одну тону вугілля ( $A_v = 1000\text{кг}$ ):

- у вугіллі

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$B_n = \frac{1000 \cdot 6,5}{100} = 65 \text{ кг}$$

- у готовій шихті

$$B_k = \frac{1000 \cdot 2}{100} = 20 \text{ кг}$$

- випарена волога

$$B_v = B_n - B_k = 65 - 20 = 45 \text{ кг} \quad 5.3$$

Отже, з однієї тони вугілля отримуємо шихти

$$A_{ш} = A_b - B_v = 1000 - 40 = 960 \text{ кг.} \quad 5.4$$

Виробничі втрати по технологічних переділах складають 8% від готового вугільного пилу, або

$$A_{втр} = \frac{960 \cdot 8}{100} = 76,8 \text{ кг}$$

Вихід готової шихти на одну тону вугілля

$$A_{гш} = A_{ш} - A_{втр} = 960 - 76,8 = 883,2 \text{ кг} \quad 5.5$$

Витратний коефіцієнт сировини на 1 тону готової продукції:

$$K = A_b / A_{гш} = 1000 / 883,2 = 1,1322 \quad 5.6$$

На річну програму виробництва шихти  $A_p = 1,5$  млн. т необхідна кількість вугілля

$$A_{вр} = A_p \cdot K = 1,5 \cdot 1,1322 = 1698370 \text{ т.} \quad 5.7$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2. Розрахунок кількості та вибір основного технологічного обладнання

Загальний річний фонд робочого часу при 365 робочих днях на рік

$$Ч_3 = 365 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0,9 = 7884 \text{ години,}$$

де 365 - число днів в році;

8 - час роботи однієї зміни, год.;

3- кількість змін;

0,9 - коефіцієнт роботи обладнання.

Кількість вугілля, яку необхідно переробити за одну годину, є визначальним показником для вибору необхідного технологічного обладнання.

$$A_{\text{год}} = 1698370 / 7884 = 215,4 \text{ т/год}$$

Технологічна схема виробництва складається з трьох сушильно - розмельних систем. До сушильно - розмельної системи входять сушильна установка та дві млинові установки, тобто три сушарки та шість кульових млинів.

Мінімальна продуктивність кульового млина складає

$$G_{\text{суш}} = 215,4 / 3 = 71,8 \text{ т/год.}$$

Мінімальна продуктивність кульового млина

$$G_{\text{мл}} = 215,4 / 6 = 35,9 \text{ т/год.}$$

У відповідності до розрахованої продуктивності вибираємо основне технологічне обладнання.

До сушильної установки відносяться:

- два бункери сирого вугілля по 450 м<sup>3</sup> (на СРС №3 два бункери по 270 м<sup>3</sup>);

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- два стрічкових живильника сирого вугілля (СЖСВ) продуктивністю від 50 до 150 т/год.;
- два барабанні грохоти продуктивністю 75 т/год.;
- парова панельна сушарка (ППС) продуктивністю від 50 до 150 т/год.;
- дві редуційно - охолоджувальні установки (РОУ) (на всі три СРС) продуктивністю по 60 тонн пари в годину;
- чотири конвеєри трісок (на всі три СРС) продуктивністю від 40 до 60 т/год.;
- циклони попередньої очистки заповненого повітря, після сушарки в кількості 5 шт. НДІОГАЗ діаметром 1300 мм, продуктивністю по повітря по 20000 м<sup>3</sup>/год.;
- вентилятор відсмоктування заповненого повітря з ППС (ВВПС) продуктивністю по повітря 100000 м<sup>3</sup>/год.;
- електрофільтр типу УГ-2-3-53 для тонкого очищення від пилу повітря, що викидається, систем цеху (один на всі три СРС), продуктивністю по газах 200000 м<sup>3</sup>/год.;
- три паралельно підключених відсмоктувача диму (на всі три СРС) для відсмоктування повітря, що викидається, через електрофільтр, продуктивністю по повітря від 100000 м<sup>3</sup>/год. до 160000 м<sup>3</sup>/год.;
- бункер сухого вугілля після сушарки.

**До млинової установки відносяться:**

- кульовий барабанний млин (КМ) типу МН 3,4х14,6 продуктивністю 150 тонн пилу за годину;
  - елеватор вертикальний ковшовий ЕВК-10 продуктивністю 405 т/год.;
  - два відцентрові механічні сепаратори пилу діаметром 3,5 м продуктивністю по 25 тонн пилу в годину, з циклонами пилу діаметром 1300 мм (4 шт. на кожний сепаратор) і двома виносними вентиляторами (по одиниці на кожний сепаратор) продуктивністю по повітря 120000 м<sup>3</sup>/год.;
- система аспірації з млиновим вентилятором продуктивністю

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

по повітрю 60000 м<sup>3</sup>/год., двома циклонами пилу НДІОГАЗ діаметром 1300 мм.

Готовий пил з СРС №1 подається в бункер пилу №1 ємністю 260м<sup>3</sup> двома основними шнеками пилу діаметром 600мм продуктивністю по 80 т/год. і одним 500 мм продуктивністю 60 т/год.

Від СРС №2 пил поступає в бункер пилу №1 з виносних циклонів сепараторів самопливом; від СРС №3 і електрофільтру пил поступає самопливом в бункер пилу №2 ємністю 170 м<sup>3</sup>.

Система пневмотранспорту складається з: двох компресорів типу К-450-41-1 продуктивністю 27000 м<sup>3</sup>/год, чотирьох збірників повітря об'ємом по 100 м<sup>3</sup> , десяти пилових пневмогвинтових насосів діаметром 300 мм продуктивністю 70 т/год. ,десяти пилопроводів з труб

0325x10 мм для транспортування вугільного пилу в бункери пилу блоку №7.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ, І СТІЙКІСТЬ

### 6.1 Конструктивний розрахунок основних параметрів кульового

млина

Довжина млина [2, с. 78]

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

де  $D = 3,4$  м - діаметр середнього кола хвилеподібного панциру млина;

$$L = (3 \dots 6) \cdot D = (3 \dots 6) \cdot 3,4 = 10,2 \dots 20,4 \text{ м}$$

Приймаємо довжину барабана млина  $L = 14,6$  м.

При подрібнюванні вугілля використовують однокамерні млини, які з'єднані у одну конструкцію з установкою двох діафрагментних ґраток між камерами, які утворюють третю камеру довжиною  $l_3 = 900$  мм.

Тоді довжина робочої камери млина [2, с.80]

$$l_1 = l_2 = \frac{(L - l_3)}{2} = \frac{14600 - 900}{2} = 6850 \text{ мм.} \quad 6.1$$

Оптимальна кутова швидкість барабана

$$\omega_{\text{opt}} = \frac{2,38}{\sqrt{R}}, \text{ c}^{-1} \quad 6.2$$

$$\text{де } R = \frac{D}{2} = \frac{3,4}{2} = 1,7 \text{ м - радіус барабана;} \quad 6.3$$

$$\omega_{\text{opt.}} = \frac{2,38}{\sqrt{1,7}} = 1,825 \text{ c}^{-1}$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість обертів барабана

$$n_6 = \frac{30 \cdot \omega_{\text{опт}}}{\pi} = \frac{30 \cdot 1,825}{3,14} = 17,44 \text{ об/хв.} \quad 6.4$$

Оптимальна вага подрібнюючи тіл (сталевих куль) однієї камери [3, с.80]

$$G_1 = \pi \cdot R^2 \cdot K_z \cdot K_p \cdot L \cdot \rho, \text{кг} \quad 6.5$$

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;

$$G_1 = 3,14 \cdot 1,7^2 \cdot 0,3 \cdot 0,51 \cdot 6,85 \cdot 7850 = 74658 \text{ кг} = 746,6 \text{ кН.}$$

Об'єм однієї камери млина;

$$V_1 = \pi \cdot R^2 \cdot \ell = 3,14 \cdot 1,7^2 \cdot 6,85 = 62,2 \text{ м}^3 \quad 6.6$$

Загальний об'єм робочих камер

$$V = 2 \cdot V_1 = 2 \cdot 62,2 = 124,4 \text{ м}^3 \quad 6.7$$

Продуктивність кульового млина [3, с.80]

$$П = 6,45 \cdot \sqrt{D} \cdot \left( \frac{2 \cdot G_1}{V} \right)^{0,8} \cdot q \cdot K, \text{ т/год.} \quad 6.8$$

де  $q = 0,04 \dots 0,06 \text{ т/(кВт} \cdot \text{год.)}$  - питома продуктивність млина; [3, с.80]

$K = 0,86 \dots 1,17$  - коефіцієнт помелу;

$$П = 6,45 \cdot \sqrt{3,4} \cdot \left( \frac{2 \cdot 74658}{124,4} \right)^{0,8} \cdot 0,045 \cdot 0,95 = 149,28 \text{ т/год.}$$

Приймаємо продуктивність млина  $П = 150 \text{ т/год.}$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.2 Розрахунок потужності електродвигуна

Необхідна потужність електродвигуна [4, с. 122]

$$P = \frac{2,49 \cdot 1,14 \cdot m_k \cdot R \cdot n}{\eta}, \text{Вт} \quad 6.9$$

де  $m_k$  - вага помельних тіл Н;

$\eta = 0,9 \dots 0,94$  - ККД привода;

$n$  - частота обертання барабану, об/с;

$$n = \frac{n_b}{60} = \frac{17,44}{60} = 0,291 \text{с}^{-1} \quad 6.10$$

$$m_k = 2 \cdot G_1 \cdot g = 2 \cdot 74658 \cdot 9,81 = 1464,8 \text{кН} \quad 6.11$$

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

$$P = \frac{2,49 \cdot 1,14 \cdot 1464790 \cdot 1,7 \cdot 0,291}{0,94} = 1961231 \text{ Вт} = 1961,2 \text{ кВт}.$$

Приймаємо до установки синхронний електродвигун СДСЗ-2000-100, потужністю  $P_{\text{дв.}} = 2000$  кВт, кількість обертів  $n_{\text{дв.}} = 100$  об/хв., напругою  $V = 6000$ В, масою  $G = 51000$  кг.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 6.3. Кінематичний розрахунок приводу

Кінематична схема приводу приведена на рис. 6.1. Передаточне число приводу (зубчастої передачі)

$$u = \frac{n_{ос}}{n_6} = \frac{100}{17,44} = 5,734 \quad 6.12$$

Обертний момент на валу електродвигуна

$$T_1 = \frac{P}{\omega}, \text{ Нм} \quad 6.13$$

де  $\omega$  - кутова швидкість;

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{ос}}{30} = \frac{\pi \cdot 100}{30} = 10,47 \text{ с}^{-1} \quad 6.14$$

$$T_1 = \frac{1961231}{10,47} = 187319 \text{ Нм}$$

Обертний момент на валу барабану

$$T_2 = T_1 \cdot u \quad 6.15$$

$$T_2 = 187319 \cdot 5,734 = 1074088 \text{ Нм}$$

### 6.4. Розрахунок міцності деталей млина

#### Розрахунок барабана на міцність

Розробляємо конструкцію барабана і на її основі складаємо розрахункову схему навантаження барабану млина.

Зовнішнім навантаженням, яке діє на деталі млина, є вага її обертової частини і відцентрова сила обертових молотильних тіл і подрібнюючого

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



матеріалу.

Вага обертової частини млина [4, с. 128]

$$G = (1,14 \cdot G_1) \cdot 0,55 + G_2 + G_3, \text{кН} \quad 6.16$$

де  $1,140 G_1$  - вага помельних тіл і матеріалу для подрібнення, кН;

$G_1 = 1464,8 \text{кН}$  - вага помельних тіл;

$G_2 = 150,5 \text{т} = 1476,4 \text{кН}$  - загальна вага барабана з днищами, футеровкою, перегородками (дані з регламенту ППЦ СловТЕС);

Вага кожного з днищ, яка входить до ваги барабана  $G_{\text{д}} = 47,6 \text{т} = 467 \text{кН}$  (дані з регламенту ППЦ СловТЕС);

$G_3 = 38,5 \text{т} = 377,7 \text{кН}$  - вага зубчастого веденого колеса (дані з регламенту ППЦ СловТЕС);

$$G = 1,14 \cdot 1464,8 \cdot 0,55 + 1476,4 + 377,7 = 2772,5 \text{кН}$$

Загальна вага барабана без днищ

$$G_{\text{заг}} = G - 2G_3 = 2772,5 - 2 \cdot 467 = 1838,5 \text{кН}$$

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

$$F_{\text{ц}} = 0,356 \cdot G_1, \text{кН} \quad 6.17$$

$$F_{\text{ц}} = 0,356 \cdot 1464,8 = 521,5 \text{кН}$$

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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Q = \sqrt{F_{ц}^2 + G_{мт}^2 + F_{ц} \cdot G_{мт}} \quad 6.18$$

$$\text{де } G_{мт} = 0,672G_1 = 0,672 \cdot 1464,8 = 984,3 \text{ кН}$$

$$Q = \sqrt{521,5^2 + 984,3^2 + 521,5 \cdot 984,3} = 1324,4 \text{ кН}$$

Рівнодіюча сили Q загальної ваги барабана [4, с. 1 28]

$$Q_{рівн} = \sqrt{Q^2 + G_{заг}^2 + 0,684 \cdot Q \cdot G_{заг}} \quad 6.19$$

$$Q_{рівн} = \sqrt{1324,4^2 + 1838,5^2 + 0,684 \cdot 1324,4 \cdot 1838,5} = 2607,6 \text{ кН}$$

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

$$Q_{рез} = 0,996 Q_{рівн} = 0,996 \cdot 2607,5 = 2597 \text{ кН}$$

При обрахуванні згинаючих моментів, діючих у перетинах барабану, приймається, що напруження від його ваги розподіляється рівномірно на його довжині, а зосередженим напруженням є вага зубчастого колеса. 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:

$$q = \frac{Q_{рез}}{L} = \frac{2597}{14,6} = 177,9 \text{ кН / м} \quad 6.20$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Визначаємо опорні реакції

$$\sum M_A = 0$$

$$\begin{aligned} & - G_d \cdot c - G_3 \cdot a - q \cdot 2 \cdot b \cdot (a + b) - G_d \cdot (2a + 2b - c) + \\ & + R_B \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b) = 0 \end{aligned} \quad 6.21$$

$$\begin{aligned} & - 467 \cdot 0,883 - 377,7 \cdot 1,325 - 177,9 \cdot 14,6 \cdot (7,3 + 1,325) - \\ & - 467 \cdot (2 \cdot 1,325 + 14,6 - 0,883) + R_B \cdot (2 \cdot 1,325 + 2 \cdot 7,3) = 0 \end{aligned}$$

$$R_B = 1795 \text{кН}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$\begin{aligned} & - R_A \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b) + G_d \cdot (2a + 2 \cdot b - c) + G_3 \cdot (a + 2b) + G_d \cdot c + \\ & + q \cdot 2 \cdot b \cdot (a + b) = 0 \end{aligned} \quad 6.22$$

$$\begin{aligned} & - R_A \cdot (2 \cdot 1,325 + 2 \cdot 7,3) + 467 \cdot (2 \cdot 7,3 + 2 \cdot 1,325 - 0,883) + 377,7 \cdot (2 \cdot 7,3 + \\ & 1,325) + 177,9 \cdot 2 \cdot 7,3 \cdot (7,3 + 1,325) + 467 \cdot 0,883 = 0 \end{aligned}$$

$$R_A = 2113,3 \text{кН}$$

Перевірка.

$$\sum Y = 0; \quad R_A + R_B - 2 G_d - G_3 - q \cdot 2 \cdot b = 0 \quad 6.23$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q = \frac{Q_{\text{рез}}}{L} = \frac{2597}{14,6} = 177,9 \text{ кН / м} \quad 6.24$$

Визначаємо опорні реакції

$$\sum M_A = 0$$

$$- G_d \cdot c - G_3 \cdot a - q \cdot 2 \cdot b \cdot (a + b) - G_d \cdot (2a + 2b - c) + R_B \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b) = 0 \quad 6.25$$

$$- 467 \cdot 0,883 - 377,7 \cdot 1,325 - 177,9 \cdot 14,6 \cdot (7,3 + 1,325) - 467 \cdot (2 \cdot 1,325 + 14,6 - 0,883) + R_B \cdot (2 \cdot 1,325 + 2 \cdot 7,3) = 0$$

$$R_B = 1795 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$- R_A \cdot (2 \cdot a + 2 \cdot b) + G_d \cdot (2a + 2 \cdot b - c) + G_3 \cdot (a + 2b) + G_d \cdot c + q \cdot 2 \cdot b \cdot (a + b) = 0 \quad 6.26$$

$$- R_A \cdot (2 \cdot 1,325 + 2 \cdot 7,3) + 467 \cdot (2 \cdot 7,3 + 2 \cdot 1,325 - 0,883) + 377,7 \cdot (2 \cdot 7,3 + 1,325) + 177,9 \cdot 2 \cdot 7,3 \cdot (7,3 + 1,325) + 467 \cdot 0,883 = 0$$

$$R_A = 2113,3 \text{ кН}$$

Перевірка.

$$\sum Y = 0; \quad R_A + R_B - 2 G_d - G_3 - q \cdot 2 \cdot b = 0 \quad 6.27$$

$$2113,3 + 1795 - 2 \cdot 467 - 377 - 177,9 \cdot 14,6 = 3908,3 - 3908,34 = 0$$

Перевірка виконується.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

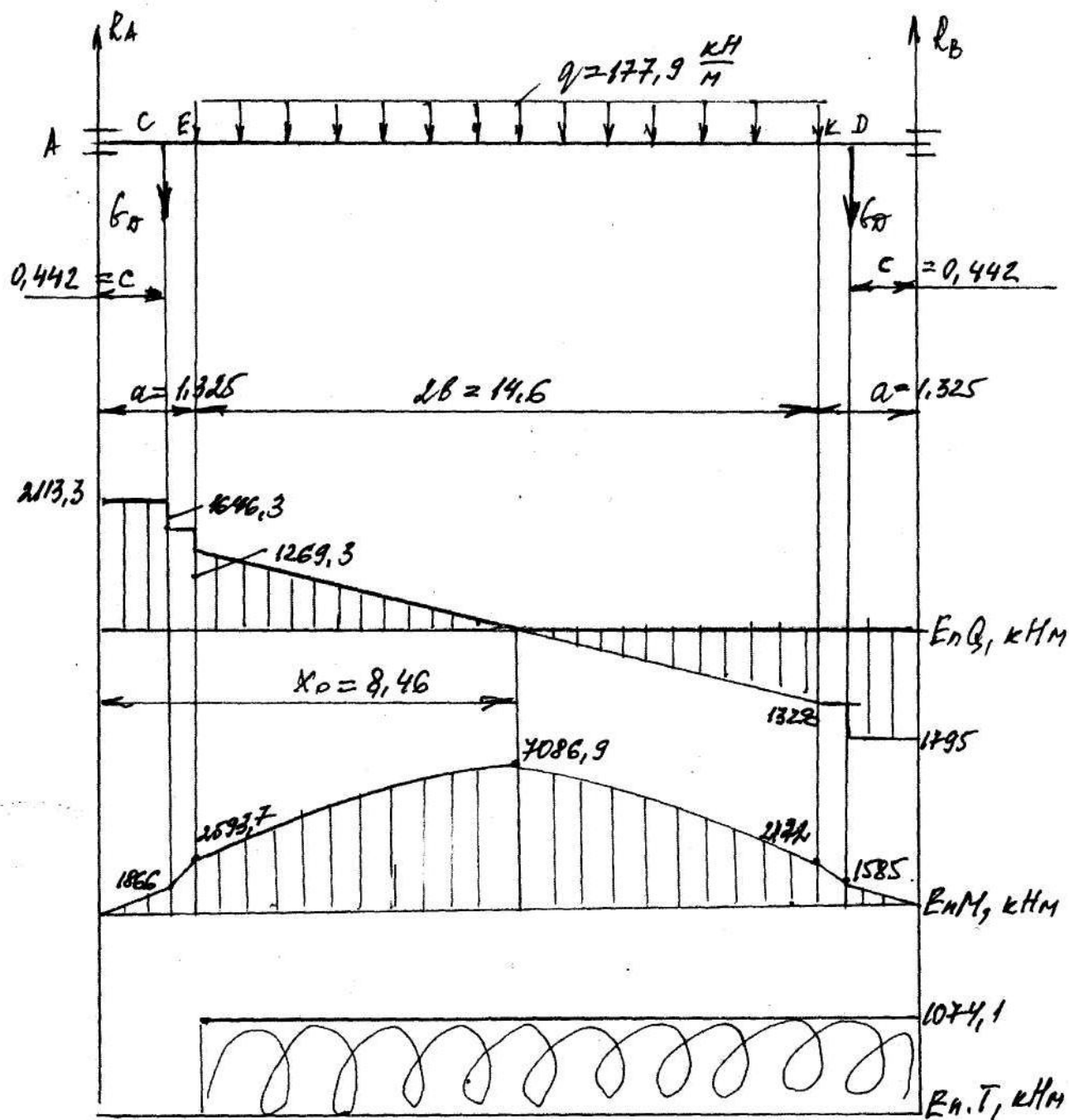


Рисунок 6.1 - Схема навантажень на кульовий млин, епюри поперечних сил та моментів згинання і крутіння

Будуємо епюру поперечних сил  $Q$ .

$$Q_A = R_A = 2113,3 \text{ кН}; \quad 6.28$$

$$Q_C = R_A - G_d = 2113,3 - 467 = 1646,3 \text{ кН}; \quad 6.29$$

$$Q_E = R_A - G_d - G_3 = 2113,3 - 467 - 377 = 1269,3 \text{ кН};$$

$$Q_K = R_A - G_d - G_3 - q \cdot 2 \cdot b = 2113,3 - 467 - 377 - 177,9 \cdot 14,6 = -1328 \text{ кН}; \quad 6.30$$

$$Q_B = -R_B = -1795 \text{ кН};$$

$$Q_K = -R_B + G_d = -1795 + 467 = -1328 \text{ кН};$$

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

$$X_0 = 1,325 + 1269,3 / 177,9 = 8,46 \text{ м.}$$

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

$$M_A = 0; \quad 6.31$$

$$M_c = R_A \cdot c = 2113,3 \cdot 0,883 = 1866 \text{ кНм}$$

$$M_E = R_a \cdot a - G_d \cdot (a - c); \quad 6.32$$

$$M_E = 2113,3 \cdot 1,325 - 467 \cdot 0,442 = 2593,7 \text{ кНм}$$

$$M_K = R_a \cdot (a + 2\vartheta) - G_d \cdot (a - c + 2\vartheta) - G_3 \cdot 2\vartheta - 0,5 \cdot q \cdot (2\vartheta^2); \quad 6.33$$

$$M_K = 2113,3 \cdot 15,925 - 467 \cdot 15,483 - 377,7 \cdot 14,6 - 0,5 \cdot 177,9 \cdot 14,6^2 = 2172 \text{ кНм}$$

$$M_B = 0; \quad 6.34$$

$$M_d = R_b \cdot c = 1795 \cdot 0,883 = 1585 \text{ кНм}$$

$$M_K = R_b \cdot a - G_d \cdot (a - c); \quad 6.35$$

$$M_K = 1795 \cdot 1,325 - 467 \cdot 0,442 = 2172 \text{ кНм};$$

Максимальний момент згинання

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{\max} = R_a \cdot X_0 - G_d \cdot (X_0 - c) - G_3 \cdot (X_0 - a) - 0,5 \cdot q \cdot (X_0 - a)^2; \quad 6.36$$

$$M_{\max} = 2113,3 \cdot 8,46 - 467 \cdot (8,46 - 0,883) - 377,7 \cdot (8,46 - 1,325) - 0,5 \cdot 177,9 \cdot (8,46 - 1,325)^2 = 7086,9 \text{ кНм.}$$

Обертовий момент який розвиває привід млина

$$T_2 = 1074088 \text{ Нм} = 1074,1 \text{ кНм}$$

Приведений момент

6.37

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

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{7086,9^2 + 1074,1^2} = 7167,8 \text{ кНм}$$

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

$$\sigma_{\max} = M_{\max} / W_x \leq [\sigma] \quad 6.38$$

де  $W_x$ - осьовий момент опору.

В даному випадку ми маємо цапфу кільцевого профілю, тоді:

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \cdot (1 - c^4) \quad 6.39$$

$$\text{де } c = d_{\text{вн}} / d \quad 6.40$$

$$d = 2\text{м}$$

$$d_{\text{вн}} = 1,7\text{м}$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_x = \frac{3,14 \cdot 2^3}{32} \cdot \left( \left( 1 - \left( \frac{1,7}{2} \right)^4 \right) \right) = 0,3752 \text{ м}^3$$

Барабан млина виготовляється із сталі ВСт3сп ГОСТ 380-71 з характеристикою:  $\sigma_B = 360 \dots 460 \text{ МПа}$ . [6, с. 147]

$$\sigma_{\cdot 1} = 0,4 \cdot \sigma_B = 0,4 \cdot (360 \dots 460) = 145 \dots 185 \text{ МПа}$$

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

$$[\sigma_n] = \frac{\sigma_{\cdot 1}}{S}, \text{ МПа} \quad 6.41$$

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

$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot S_4, \quad 6.42$$

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.

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

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

$$\sigma_{\text{max}} = 7167800 / 0,3752 = 19,1 \text{ МПа} < 36 \text{ МПа}$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

$$n = [\sigma] / \sigma_{\max} = 36 / 19,1 = 1,885 \quad 6.43$$

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

$$\sigma_{\text{екв}} = M_{\text{екв}} / (0,8 \cdot W_x) \quad 6.44$$

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

$$\sigma_{\text{екв}} = 7167800 / (0,8 \cdot 0,3752) = 23,9 \text{ МПа} < [\sigma_n] = 36 \text{ МПа}$$

Умова міцності корпусу барабану виконується.

### Розрахунок болтів, які з'єднують днище з фланцем барабана

Найбільш навантажені болти того днища, до якого приєднаний вінець зубчастого колеса, при цьому болти зрізаються і розтягуються. Зрізання болтів відбувається під дією рівнодіючої  $Q = 1324,4 \text{ кН}$  ваги обертових частин млина і відцентрової сили, а також під дією колового зусилля  $F$ , яке передається днищу від електродвигуна.

Колове зусилля вінця, яке прикладається до болтів і зрізує болти

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

де  $r = 2100 \text{ мм}$  - радіус кола розташування болтів;

$$F = \frac{71620 \cdot 1961231}{17,44 \cdot 1,4 \cdot 2100} = 2739,5 \text{ кН}$$

Сила  $F_{\text{зр}}$ , яка перерізує болти [4, с130]

$$F_{\text{зр}} = Q + F, \text{ кН} \quad 6.45$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$F_{зр} = 1324,4 + 2739,5 = 4063,9 \text{ кН}$$

На зріз працюють тільки болти з гладеньким стрижнем.

Напруження зрізу у матеріалі цих болтів [4, с. 130]

$$\tau = \frac{F_{зр}}{m \cdot A_b}, \text{ МПа} \quad 6.46$$

де  $m = 24$  - кількість болтів М56;

$A_b$  - площа перерізу болта,  $\text{мм}^2$

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

де  $d = 56$  мм - діаметр болтів;

$$\tau = \frac{4063900}{24 \cdot 2461,8} = 68,8 \text{ МПа}$$

Болти виготовляються із сталі 40 з характеристикою:  $\sigma_b = 570 \text{ МПа}$

$\sigma_T = 320 \text{ МПа}$  [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

$$\tau = 68,8 \text{ МПа} < [\tau_{зр}] = 96 \text{ МПа}$$

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]

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{M_{зг}}{m \cdot 0,75 \cdot R_6}, \text{ Н} \quad 6.47$$

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

$$M_{зг} = M_E = 2593,7 \text{ кНм}$$

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

$0,75 \text{ м}$  - кількість рівномірно затягнутих болтів;

$m = 24$  - загальна кількість болтів.

$$P = \frac{2593700}{24 \cdot 0,75 \cdot 2,1} = 68620 \text{ Н}$$

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

$$Q_p = T + \lambda \cdot P, \text{ Н} \quad 6.48$$

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

Зусилля затягування болта [4, с.131]

$$T = \sigma_{зат} \cdot A_1, \text{ Н} \quad 6.49$$

де  $A_1$  - площа перетину нарізної частини болта,  $\text{мм}^2$ ;

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

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 50,046^2}{4} = 1966,11 \text{ мм}^2 \quad 6.50$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Розрахункове навантаження на болт

$$Q_p = 251662 + 0,25 \cdot 68620 = 268820 \text{ Н}$$

Напруження розтягування у нарізаній частині болта

$$\sigma_1 = \frac{Q_p}{A_1}, \text{ МПа} \quad 6.51$$

$$\sigma_1 = \frac{268820}{1966,11} = 136,7 \text{ МПа}$$

Напруження розтягування у стрижні болта

$$\sigma_6 = \frac{Q_p}{A_6} = \frac{268820}{2461,8} = 109,2 \text{ МПа} \quad 6.52$$

Момент, який закручує болт

$$M_k = T \cdot d_6 \cdot k, \text{ Нм} \quad 6.53$$

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

$$\tau_1 = \frac{M_k}{0,2 \cdot d_1^3}, \text{ МПа} \quad 6.54$$

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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дотичні напруження у стрижні болта

$$\tau_6 = \frac{M_k}{0,2 \cdot d_6^3}, \text{ МПа} \quad 6.55$$

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

Найбільші приведені напруження у нарізаній частині болта та його стрижні

$$\sigma_{1np} = \sqrt{\sigma_1^2 + 4 \cdot \tau_1^2}, \text{ МПа} \quad 6.56$$

$$\sigma_{1np} = \sqrt{136,7^2 + 4 \cdot 67,5^2} = 191,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{6np} = \sqrt{\sigma_6^2 + 4 \cdot \tau_6^2}, \text{ МПа} \quad 6.57$$

$$\sigma_{6np} = \sqrt{109,2^2 + 4 \cdot 48,2^2} = 145,4 \text{ МПа}$$

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

- у нарізаній частині болта

$$S_1 = \frac{\sigma_T}{\sigma_{1np}} = \frac{320}{191,8} = 1,67 > [S] = 1,5 \quad 6.58$$

- у гладкому стрижні

$$S_6 = \frac{\sigma_T}{\sigma_{6np}} = \frac{320}{145,4} = 2,20 > [S] = 1,5 \quad 6.59$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Так як болти працюють під дією перемінного навантаження, то при розрахунку їх на міцність, необхідно додатково визначити запас міцності по межі втомленості. [5, с. 150]

$$S_a = \frac{\sigma_{-1(\sigma)} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_B}\right)}{\sigma_a} \quad 6.60$$

Амплітуда напруження циклу

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

Середнє напруження циклу

$$\sigma_m = \sigma_{зат} + \sigma_a \quad 6.61$$

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

Межа витривалості нарізаної частини болта;

$$\sigma_{-1\sigma} = \frac{\sigma_B}{k_\sigma} = \frac{570}{3,5} = 163 \text{ МПа} \quad 6.62$$

де  $k_\sigma = 3,5 \dots 5$ - коефіцієнт; [5, с 151]

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

Умови міцності болтів виконуються.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Розрахунок днища на міцність

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

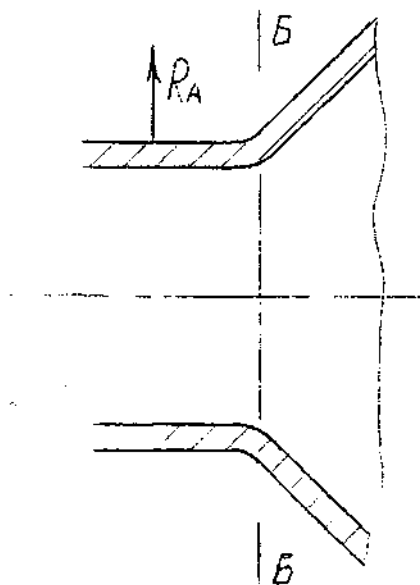


Рисунок 6.2 - Перехід циліндричної частини барабана у конічну Згинаючий момент у перерізі Б-Б

$M_{зг} = 2593,7 \text{ кНм}$  Приведений момент

$$M_{пр} = \sqrt{M_{зг}^2 + T_2^2} \quad 6.63$$

$$M_{пр} = \sqrt{2593,7^2 + 1074,1^2} = 2607,3 \text{ кНм}$$

Момент опору небезпечного перерізу Б-Б

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot (1 - c^4), \text{ м}^3 \quad 6.64$$

6.65

де  $c = d_{\text{вн}}/d$

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

$d_{\text{вн}} = 1,0\text{м}$  - 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

$$\sigma = \frac{M_{\text{np}}}{W} = \frac{2607300}{0,2658} = 9,81\text{МПа}$$

$$\sigma = 9,81\text{МПа} < [\sigma] = 10\text{МПа}.$$

Умови міцності днища виконуються.

### Розрахунок підшипника цапфи

Розрахунок проводимо по найбільшому радіальному навантаженню  $R_A = 2113,3\text{кН}$ .

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

Швидкість ковзання у підшипнику

$$v_s = 0,5 \cdot \omega \cdot d, \text{ м/с} \quad 6.66$$

де  $\omega = 1,825\text{ с}^{-1}$  - кутова швидкість барабану;

$$v_s = 0,5 \cdot 1,825 \cdot 1 = 0,91\text{ м/с}$$

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

$$P = \frac{R_s}{d \cdot l}, \text{ МПа} \quad 6.67$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53



$$P = \frac{2113300}{1000 \cdot 1000} = 2,1 \text{ МПа}$$

Параметр, що характеризує нагрівання підшипника

$$P \cdot v_s = 2,11 \cdot 0,91 = 1,92 \text{ МПа м/с}$$

За даними таблиці 33.1 [7, с.461] для вкладиша підшипника вибираємо матеріал - бабіт Б16, 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

$$\delta = 0,5 \cdot \psi \cdot d, \text{ мм} \tag{6.68}$$

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

Для змащування підшипника передбачається мастило - індустріальне И-30 ГОСТ 20799-85, для якого при температурі  $60^\circ\text{C}$  динамічна в'язкість  $\mu = 0,015 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{с/мм}^2$ .

Коефіцієнт навантаження підшипника [7, с.462]

$$\Phi = \frac{\psi^2 \cdot P}{\mu \cdot \omega} \tag{6.69}$$

$$\Phi = \frac{0,001^2 \cdot 1,92}{0,015 \cdot 10^{-6} \cdot 1,825} = 46,03$$

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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$h_{кр} = 1,5 \cdot (R_{A1} + R_{A2}) = 1,5 \cdot (1,6 + 3,2) = 7,2 \text{ мкм} = 0,0072 \text{ мм}$$

Коефіцієнт запасу надійності роботи підшипника за товщиною мастильного шару

$$S_h = \frac{h}{h_{кр}} = \frac{0,012}{0,0072} = 1,67 < [S_h] = 1,5 \quad 6.70$$

Надійність роботи підшипника достатня.

### 6.5. Розрахунок відкритої зубчастої передачі

Вихідні дані:

1. Передаточне число	$U = 5,734$
2. Обертові моменти:	
на шестерні	$T_1 = 187319 \text{ Нм}$
на барабані	$T_2 = 1074088 \text{ Нм}$
3. Кількість обертів:	
на шестерні	$n_{дв} = 100 \text{ об/хв.}$
на барабані	$n_6 = 17,44 \text{ об/хв.}$
4. Потужність	$P = 1961 \text{ кВт}$

Так як зубчаста передача має значні навантаження, для обох зубчастих коліс приймаємо сталь з високою твердістю робочих поверхонь зубців - Сталь 40ХН з однаковою термообробкою - поліпшення з загартуванням ТВЧ для твердості поверхонь зубців 49...54НКС,  $\sigma_B = 920 \text{ МПа}$ ;  $\sigma_T = 750 \text{ МПа}$ . Приймаємо однакове середнє значення твердості зубців 51НКС.

Сумарна кількість циклів навантаження зубців коліс за строк служби

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(h = 10000 год) [7,с.309]

$$N_{\Sigma 1} = \frac{1800 \cdot \omega_1 \cdot h}{\pi} \quad 6.71$$

$$N_{\Sigma 1} = \frac{1800 \cdot 10,47 \cdot 10000}{3,14} = 60 \cdot 10^6$$

$$N_{\Sigma 2} = \frac{1800 \cdot \omega_2 \cdot h}{\pi} \quad 6.72$$

$$N_{\Sigma 2} = \frac{1800 \cdot 1,825 \cdot 10000}{3,14} = 10,5 \cdot 10^6$$

Еквівалентні кількості циклів навантаження зубців шестерні і колеса на контактну витривалість  $N_{NE}$  і на витривалість згинання  $N_{FE}$  [8, с.70]

$$N_{NE} = K_{NE} \cdot N_{\Sigma} \quad 6.73$$

$$N_{FE} = K_{FE} \cdot N_{\Sigma} \quad 6.74$$

де  $K_{NE} = 0,18$ ;  $K_{FE} = 0,042$ - коефіцієнти інтенсивності режимів навантаження [8, с157]

$$N_{NE1} = 0,18 \cdot 60 \cdot 10^6 = 10,8 \cdot 10^6$$

$$N_{FE1} = 0,042 \cdot 60 \cdot 10^6 = 2,5 \cdot 10^6$$

$$N_{NE2} = 0,18 \cdot 10,5 \cdot 10^6 = 1,89 \cdot 10^6$$

$$N_{FE2} = 0,042 \cdot 10,5 \cdot 10^6 = 0,44 \cdot 10^6$$

Границі контактної витривалості зубців шестерні і колеса [8, с155]

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$\sigma_{Hlimb} = 17HRC + 200, \text{ МПа} \quad 6.75$$

$$\sigma_{Hlimb} = 17 \cdot 51HRC + 200 = 1067 \text{ МПа}$$

База випробувань для матеріалу зубчастих коліс [7, с.285]

$$N_{HO} = 30 \cdot HB^{2,4} \quad 6.76$$

$$N_{HO} = 30 \cdot 510^{2,4} = 94,5 \cdot 10^6$$

Оскільки  $N_{HO} > N_{HE1}$  і  $N_{HO} > N_{HE2}$ , то коефіцієнт довговічності для зубців шестерні і колеса

$$K_{HL} = 1$$

Допустимі контактні напруження [8, с.71]

$$[\sigma]_H = \frac{\sigma_{Hlimb} \cdot Z_R \cdot K_{HL}}{S_H}, \text{ МПа} \quad 6.77$$

де  $Z_R = 0,95$  - коефіцієнт шорсткості спряжених поверхонь; [7, с.284]

$S_H = 1,2$  - коефіцієнт запасу; [7, с.284]

$$[\sigma]_{H1} = [\sigma]_{H2} = \frac{1067 \cdot 0,95 \cdot 1}{1,2} = 845 \text{ МПа}$$

Розрахункове допустиме контактне напруження

$$[\sigma]_H = 0,45 \cdot 2 \cdot [\sigma]_{H1} = 0,45 \cdot 2 \cdot 845 = 760,5 \text{ МПа}$$

Границі витривалості для зубців зубчастих коліс для бази випробувань

$$N_{FO} = 4 \cdot 10^6 \quad [7, \text{ с.287}], \quad \sigma_{Flimb} = 600 \text{ МПа.}$$

Оскільки  $N_{FO} < N_{FE1} < N_{FE2}$  то коефіцієнти довговічності для зубців шестерні колеса  $K_{FL} = 1$

Допустимі напруження згину

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\sigma]_F = \frac{\sigma_{FlimB} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}}{S_F} \quad 6.78$$

де  $K_{FC}$  - коефіцієнт впливу напрямку прикладення навантаження на зубці;

$S_H = 1,75$  - коефіцієнт запасу при ймовірності не руйнування більше від 0,90;

[7, с.287]

$$[\sigma]_F = \frac{600 \cdot 1 \cdot 1}{1,75} = 343 \text{ МПа}$$

Міжосьова відстань косозубої передачі [8, с.71 ]

$$a_w = K_a \cdot (u + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\beta}}{\psi_{Ha} \cdot u \cdot [\sigma]_H^2}}, \text{ мм} \quad 6.79$$

де  $K_a = 430 \text{ МПа}^{1/3}$  - допоміжний коефіцієнт; [8, с160]

$K_{H\beta} = 1,03$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині зубчастих коліс; [7, с.300]

$\psi_{Ha} = 0,15$  - коефіцієнт ширини вінця для відкритої передачі; [7, с.309]

$$a_w = 430 \cdot (5,374 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{1074088 \cdot 1,03}{0,15 \cdot 5,374 \cdot 760,5^2}} = 3224,5 \text{ мм}$$

Приймаємо  $a_w = 3225$  мм

Попередньо приймаємо кут нахилу зубців  $\beta = 12^\circ$ ,  $\cos \beta = 0,978$

Приймаємо кількість зубців шестерні  $z_1 = 45$ ,

тоді  $z_2 = 45 \cdot 5,734 = 258$

Фактичне передаточне число

$$U_p = \frac{z_2}{z_1} = \frac{258}{45} = 5,733 \quad 6.80$$

Модуль зубців [7, с.307]

$$m_n = \frac{2 \cdot a_w \cdot \cos \beta}{z_2 + z_1}, \text{ мм} \quad 6.81$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_n = \frac{2 \cdot 3225 \cdot 0,978}{258 + 45} = 20,8 \text{ мм}$$

Приймаємо  $m_n = 20$  мм

Фактичний кут нахилу лінії зубців

$$\cos \beta = \frac{(z_2 + z_1) \cdot m_n}{2 \cdot a_w}, \text{град} \quad 6.82$$

$$\cos \beta = \frac{(258 + 45) \cdot 20}{2 \cdot 3225} = 0,94; \quad \beta = 19^\circ 57'$$

Попередні значення параметрів передачі. Ділильні діаметри:

$$d_1 = \frac{z_1 \cdot m_n}{\cos \beta}, \text{мм} \quad 6.83$$

$$d_1 = \frac{20 \cdot 45}{0,94} = 957,45 \text{ мм}$$

$$d_2 = \frac{z_2 \cdot m_n}{\cos \beta} = \frac{258 \cdot 20}{0,94} = 5489,55 \text{ мм} \quad 6.84$$

Діаметри вершин зубців

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n \quad \text{мм} \quad 6.85$$

$$d_{a1} = 957,45 + 2 \cdot 20 = 997,45 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = 5489,55 + 2 \cdot 20 = 5529,55 \text{ мм}$$

Діаметри западин зубців

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m_n \quad \text{мм} \quad 6.86$$

$$d_{f1} = 957,45 - 2,5 \cdot 20 = 907,45 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = 5489,55 - 2,5 \cdot 20 = 5439,55 \text{ мм}$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина зубчастих вінців колеса

$$b_2 = a_w \cdot \psi_{ba}, \text{ мм} \quad 6.87$$

$$b_2 = 3225 \cdot 0,15 = 483,75 \text{ мм}$$

Приймаємо  $b_2 = 485$  мм. шестерні

$$b_1 = b_2 + 20 \dots 30 \text{ мм} = 485 + 30 = 515 \text{ мм} \quad 6.88$$

Колова швидкість зубчастих коліс

$$v = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1 = 0,5 \cdot 10,47 \cdot 0,95745 = 5 \text{ м/с} \quad 6.89$$

За даними таблиці 22.2 [7, с.273] вибираємо 8 ступінь точності.

Еквівалентні числа зубців:

$$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta} \quad 6.90$$

$$z_{v1} = \frac{45}{0,94^3} = 54,2$$

$$z_{v2} = \frac{258}{0,94^3} = 310,6$$

Коефіцієнт торцевого перекриття

$$\varepsilon_\alpha = \left[ 1,88 - 3,2 \cdot \left( \frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cdot \cos \beta$$

$$\varepsilon_\alpha = \left[ 1,88 - 3,2 \cdot \left( \frac{1}{45} + \frac{1}{258} \right) \right] \cdot 0,94 = 1,689$$

Сили у зачепленні коліс: - колова

$$F_t = \frac{2 \cdot T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 187319 \cdot 10^3}{957,45} = 391287 \text{ Н} \quad 6.91$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- радіальна

$$F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = \frac{391287 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ}{0,94} = 151507 \text{ H} \quad 6.92$$

- осьова

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta = 391287 \cdot \operatorname{tg} 19^\circ 57' = 142030 \text{ H} \quad 6.93$$

Розрахункові коефіцієнти при розрахунку зубців на витривалість при згині:.

$Y_{F1} = 3,68$ ;  $Y_{F2} = 3,65$  - коефіцієнти форми зубців; [7, с.305]

$Y_\varepsilon = 1$  - коефіцієнт перекриття зубців;

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140^\circ} = 1 - \frac{19,95^\circ}{140^\circ} = 0,86 -$$

коефіцієнт нахилу зубців;

$K_{F\alpha}$  - коефіцієнт розподілу навантаження між зубцями;

$K_{F\beta} = 1,05$  - коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині зубчастих вінців; [7, с.309]

$K_{Fv} = 1,0$  - коефіцієнт динамічного навантаження;

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (\varepsilon_\alpha - 1) \cdot (n_{cm} - 5)}{4 \cdot \varepsilon_\alpha} \quad 6.94$$

$$K_{F\alpha} = \frac{4 + (1,689 - 1) \cdot (8 - 5)}{4 \cdot 1,689} = 2,1$$

Питома розрахункова колова сила

$$\sigma_{Ft} = \frac{F_t \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv}}{b_2}, \text{ Н/мм} \quad 6.95$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\omega_{Ft} = \frac{391287 \cdot 2,1 \cdot 1,05 \cdot 1}{485} = 1779 \text{ Н/мм}$$

Розрахункове напруження згину у зубцях шестерні та колеса

$$\sigma_{F1} = \frac{\omega_{Ft}}{m_n} \cdot Y_{F1} \cdot Y_s \cdot Y_\beta, \text{МПа}$$

6.96

$$\sigma_{F1} = \frac{1779}{20} \cdot 3,68 \cdot 1 \cdot 0,86 = 281 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{F2} = \frac{1779}{20} \cdot 3,65 \cdot 1 \cdot 0,86 = 279 \text{ МПа}$$

Оскільки  $\sigma_{F1} = 281 \text{ МПа} < [\sigma] = 343 \text{ МПа}$  та

$$\sigma_{F2} = 278 \text{ МПа} < [\sigma] = 343 \text{ МПа},$$

- стійкість зубців проти втомного руйнування при згині забезпечується.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

## 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 кромek зварювальних деталей;
- 2) стропят 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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					2017.032.00.000 ПЗ	63

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 високомарганцевої сталі 110Г13Л аустенітного класу для виготовлення деталей, які працюють на знос в умовах ковзання, тертя і високих ударів і тисків. Сталь 110Г13Л 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 110Г13Л набуває міцності до твердості 600НВ. В умовах високих тисків і навантажень від удару, які викликають наклеп, зносостійкість і твердість броньованих плит ефективно зростають.

Броньові плити кріплять до барабану болтами, які мають квадратні або

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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, штаповані сталеві, або чавунні кулі діаметром 30.. 120 мм, а в другій камері - сталеві або чавунні (з

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

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 прийняті 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;

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						66
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,

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						67
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.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. РЕМОНТ І МОНТАЖ

### 8.1. Організація ремонтної служби

Ремонтна служба Слов'янської ТЕС складається з трьох ділянок:

- цех централізованого ремонту устаткування (ЦЦРУ), до якого відносяться цех по ремонту котельного устаткування (ЦРКУ);
- цех по ремонту турбінного устаткування (ЦРТУ);
- відділ підготовки виробництва (ВПВ).

ЦРКУ очолює начальник цеху. Цех проводить ремонт котельного устаткування і устаткування пілопідготовчого цеху (ППЦ). Він має в своєму розпорядженні необхідну ремонтну базу (спеціалізовані бригади по ремонту котельного устаткування і устаткування ППЦ).

ЦРТУ очолює начальник цеху. Цех проводить ремонт турбінного устаткування.

Ділянка підготовки виробництва (механічний цех) виготовляє запчастини для ремонту устаткування ППЦ, котельного і турбінного устаткування.

У кожному цеху є ремонтна база, очолювана старшим майстром цеху. Ремонтна база є бригадою слюсарів, які оглядають, роблять поточний ремонт, наладку устаткування цехів. В наявності у старшого майстра є необхідний запас запчастин і матеріалів, а також у нього є графік планово-запобіжних ремонтів на устаткуванні.

На підприємстві є 5 складів, куди поступають запчастини і матеріали, які потім прямують в цехи. Деякі запчастини виготовляються на ділянці підготовки виробництва (механічний цех), а стандартні запчастини (електродвигуни, підшипники, вентилі, засувки, вали, втулки, сальникове набивання і ін.) придбані у постачальників.

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 ПЗ				



## 8.2. Ремонт обладнання

При довгочасній експлуатації обладнання зношується, що приводить до поломок або ушкоджень, зниженню його продуктивності.

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

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 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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 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 ремонтіваних 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:

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.

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;

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

- 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;

- 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 Слов'янській ТЕС сприяє нормальній роботі устаткування і якісному випуску електроенергії.

У барабанних млинах інтенсивно зношуються захисна броня корпусу, помольні тіла, а також проміжні перегородки. Цей знос обумовлений абразивним впливом помольних тіл і співударом, що супроводжується сильним тертям. Крім того, зношуються підшипники, цапфи і деталі

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передачі. Причиною зносу може бути також вібрація підшипників і редуктора. Тому перед зупинкою млина на ремонт за допомогою віброметрів вимірюють величину вібрації найбільш відповідальних вузлів. Це дозволяє скласти уявлення про можливі несправності. Вібрацію млини перевіряють також і після закінчення ремонту.

Помольні тіла в міру зносу в процесі експлуатації поповнюють новими, переважно великих розмірів, враховуючи постійне зменшення їх розмірів від стирання.

При поточних ремонтах перевіряють стан броньових плит; зношені плити замінюють новими або наплавляють. Зазвичай броньовані плити виготовляють з вуглецевої або марганцевої сталі або з вибіленого чавуну. При ремонті сталеві плити наплавляють твердими сплавами, що значно підвищує їх зносостійкість. Якщо діаметр барабана великий, робочу поверхню броні можна наплавляти без демонтажу зношеної плити. Наплавлення проводять в нижньому положенні плити. Дуже важливо стежити за станом кріплення плит до корпусу. Конструкція кріплення залежить від форми плит. Одночасно з плитами замінюють і кріпильні болти, якщо їх головки схильні до зносу. Головки болтів доцільно наплавляти твердими сплавами.

Ремонт підшипників, цапф і деталей передач вимагає більш тривалої зупинки устаткування і проводиться в період капітального ремонту. В цей же час повністю замінюють всі броньовані плити як циліндричних, так і бічних поверхонь барабана, проміжні перегородки, шнекові живильники і т. д.

Бічні (торцеві) поверхні барабану зношуються нерівномірно (до периферії – більше, до осі – менше), тому частіше замінюють або наплавляють тільки плити, що примикають до циліндричної поверхні.

Венцові шестерні ремонтують на місці або розбирають в майстерні. Для зняття з барабана більш зручна конструкція шестерні з двох половин, скріплених між собою болтами. Після розбирання болтів спочатку знімають краном верхню половину вінця, потім барабан повертають на 180° навколо

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

осі і знімають другу половину.

Знос цапф барабана млина є результатом неточного, не співвісного виготовлення підшипників і самих цапф, а також несправності в системі мастила. При ремонті цапфи шліфують дрібнозернистим наждаковим порошком в машинному маслі. У випадку необхідності цапфи проточують на верстатах або за допомогою переносних пристосувань.

Після кожного капітального ремонту проводять центрування млина з приводом, редуктором і електродвигуном. Погане центрування і всілякі перекоси між осями, посилюючи вібрацію агрегату, викликають передчасний знос деталей, а також руйнування опорних конструкцій і фундаменту.

### 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 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.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 9.1. Охорона праці

#### 9.1.1 Небезпечні й шкідливі виробничі фактори на проектованому виробництві

В цьому розділі дипломного проекту розглядаються питання охорони праці для умов виробництва пилоприготувального цеху Слов'янської ТЕС, що реконструюється.

Технологічний процес складається з таких основних стадій:

- подача вугілля з паливно-транспортного цеху по транспортерах;
- відділення трісок;
- сушіння вугілля;
- подрібнення вугілля;
- подання вугільного пилу на теплоагрегат.

В технологічному процесі передбачається використовувати наступне устаткування:

- система транспорту;
- грохоти вугілля;
- парові панельні сушарки вугілля;
- кульові млини;
- сепаратори, вентилятори, електрофільтр;
- бункери вугільного пилу.

Все сушильно - розмельне обладнання ППЦ розміщено в приміщенні.

#### 9.1.2. Класифікація й категорійність виробництва і його проектованих приміщень

Для виробництва, що реконструюється, характерні наступні потенційні небезпеки:

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- вугільний пил;
- шум і вібрація;
- застосування транспортного устаткування і обладнання з частинами, що рухаються та обертаються (живильники, стрічкові транспортери, грохоти, сушарки, млини);
- застосування електричної енергії, пари високого тиску.

Усі гарячі частини обладнання, трубопроводи, баки та інші елементи, торкання до яких може викликати опіки, повинні мати теплову ізоляцію. Температура на поверхні ізоляції за температури навколишнього повітря +25°C не повинна перевищувати + 45°C.

Усі гарячі ділянки поверхонь обладнання і трубопроводів, що розташовані в зоні можливого попадання на них легкозаймистих, горючих, вибухонебезпечних або шкідливих речовин, слід покрити металевою обшивкою - для захисту теплової ізоляції від просочування цих речовин.

Трубопроводи агресивних, легкозаймистих, горючих, вибухонебезпечних або шкідливих речовин повинні бути герметичними.

У місцях можливого витікання (крани, вентиля, фланцеві з'єднання, сальники тощо) слід установлювати захисні кожухи, а за необхідності - спеціальні пристрої, що дозволяють зливати з них продукти витікання у безпечне місце.

Елементи обладнання, арматуру та прилади, що потребують періодичного огляду, слід розміщувати у зручних місцях, забезпечуючи вільний прохід для обслуговування їх.

Для обслуговування технологічного обладнання слід встановити постійні площадки і і сходи з поручнями заввишки понад 1,0м із суцільною обшивкою поручнів по низу понад 150мм і одного проміжного горизонтального елемента. Перехідні майданчики і сходи повинні мати поручні з обох боків. Майданчики завдовжки понад 5м повинні мати не менше двох сходів, розміщених у протилежних кінцях.

Відстань від рівня майданчика до верхнього перекриття повинна

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевищувати 2м.

. Усі пускові пристрої і арматуру необхідно пронумерувати і нанести написи відповідно до технологічної схеми.

На маховиках керування арматурою повинні бути стрілки, що показують напрямок обертання, і літери "В" - відкрито, "З" - закрито.

На пристроях керування арматурою з електричним (електромагнітним) або механічним (пневматичним) приводом повинні наноситись написи щодо їхнього призначення і слова, що показують напрямок ходу, - "відкр.", "закр.".

Пристрої аварійного вимикання обладнання (кнопки, важелі) повинні бути червоного кольору, мати написи про їхнє призначення і бути легкодоступними для працівників, що обслуговують обладнання.

Перебування працівників поблизу люків, лазів, а також біля запірної, регулювальної та запобіжної арматури і фланцевих з'єднань трубопроводів, що перебувають під тиском, дозволяється тільки у разі виробничої необхідності.

При виборі конструкційних матеріалів враховувалося, що вони будуть працювати в умовах, що вимагають підвищеної механічної міцності, оскільки сировина володіє абразивними властивостями, і підвищених вимог до якості вугільного пилу (відсутність домішок заліза і дерева). Основне обладнання передбачається виконати із Ст.3 і чавуну (станини і крупногабаритні вузли). Для захисту від корозії обладнання і комунікації покриваються емаллями і олійними фарбами.

Герметичність обладнання забезпечується за рахунок з'єднань з ущільненням з гуми. Для ущільнення валів передбачені сальникові ущільнення.

Працівники будь-якого цеху у разі виявлення свищів у паропроводах, живильних трубопроводах і корпусах арматури тощо повинні негайно повідомити про це начальника зміни для вжиття необхідних заходів.

Під час проведення ремонтних робіт, пов'язаних з монтажем або демонтажем обладнання та трубопроводів, а також із заміною елементів

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання, слід виконуватися передбачену технологічною картою послідовність операцій щодо забезпечення стійкості елементів обладнання, що залишились або щойно встановлюються, і запобігання падінню його демонтованих частин.

У виробництві, що реконструюється, передбачені такі запобіжні засоби:

- огорожа рухомих і обертаючихся частин устаткування кожухами ; - стрічкові транспортери мають троса аварійної зупинки;
- звукова і світлова сигналізація для контролю за роботою обладнання.

### **9.1.3. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів**

#### **Вентиляція виробничих приміщень**

Оскільки у виробничих приміщеннях пилоприготувального цеху можливе виділення вугільного пилу, передбачається механічна загально обмінна і локальна вентиляція.

Загально обмінна вентиляція передбачається припливно - витяжною. Локальна вентиляція у вигляді парасольки передбачається біля дробильно-розмельного устаткування.

#### **Метеорологічні умови**

Оскільки проектом прийнята комплексна механізація і часткова автоматизація технологічних процесів, робота персоналу по важкості відноситься до категорії II а фізичних робіт середньої важкості. Вказані роботи пов'язані з постійною ходьбою і вимагають певного фізичного навантаження.

У виробничих приміщеннях передбачається підтримка таких

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрів мікроклімату згідно ДЕСТ 12.1.005-88:

Холодний період року

- Температура повітря 17 - 23°C;
- Відносна вологість, 75 %;
- Швидкість руху повітря не більше 0,3 м/с.

Теплий період року

- Відносна вологість, не більше 75%;

Температура повітря 18-27°C;

Припустима найвища температура повітря у робочій зоні в теплу пору року не повинна перевищувати:

а) на постійних робочих місцях:

- плюс 28°C - у разі виконання легких робіт;
- плюс 27°C - у разі виконання робіт середньої важкості;

б) на тимчасових робочих місцях:

- плюс 30°C - у разі виконання легких робіт;
- плюс 29°C - у разі виконання робіт середньої важкості.

Вказані мікрокліматичні умови підтримуються за допомогою загально обмінної вентиляції. В холодний період року опалюванню підлягає диспетчерський пункт і адміністративно - побутові приміщення. В теплий період року мікрокліматичні умови підтримуються штучною вентиляцією і кондиціонуванням повітря.

## Освітлення

Місто Миколаївка знаходиться в IV поясі світлового клімату в зоні із нестійким сніговим покривом. У зв'язку з повною механізацією і частковою автоматизацією технологічного процесу робота персоналу полягає в загальному постійному спостереженні за перебігом технологічного процесу і по зоровій характеристиці відноситься до розряду НІ, підрозряду «а».

У виробничих приміщеннях і транспортерних галереях в світлий час

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

добі передбачається природне освітлення бічне стрічкове, а в темний час доби - штучне.

Для освітлення приміщень, до яких можливе проникнення горючого газу, пари вибухонебезпечних речовин, використовується вибухозахищене електрообладнання та освітлювальну арматуру.

Очищення світильників і заміну перегорілих електроламп, розміщених на висоті до 2,5м, виконують працівники технологічних цехів, які мають групу з електробезпеки не нижче II, - за умови забезпечення зручного і безпечного доступу до світильників.

Заміну плавких вставок, огляд і ремонт освітлювальної мережі, а також заміну ламп і очищення світильників на висоті понад 2,5м виконують працівники електричного цеху.

Обслуговування вибухозахищеного електрообладнання здійснюють працівники, які пройшли спеціальне навчання і перевірку знань.

У місцях, що не мають стаціонарного освітлення, обслуговування обладнання здійснюється із застосуванням достатньої кількості справних переносних акумуляторних ліхтарів та електричних світильників із захисною сіткою навколо лампи. Ці ліхтарі та світильники повинні передаватись по зміні.

У виробничих приміщеннях передбачається аварійне освітлення від автономного джерела живлення, норма освітленості не менше 5% від загального.

### **Розрахунок штучного освітлення приміщення оператора пилоприготувального цеху**

Вихідні дані:

- довжина приміщення	$A = 5 \text{ м}$
- ширина приміщення	$B = 3 \text{ м}$
- висота приміщення	$H = 3 \text{ м}$
- висота підвісу світильників	$h_c = 0$
- висота робочої поверхні	$h_p = 0,8 \text{ м}$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- коефіцієнти відбиття світлового потоку:

- від стелі  $p_c = 70\%$

- від стін  $p_{ст} = 50\%$

- від полу  $p_{п} = 10\%$

Для приміщень з пультами управління нормативна величина освітлення складає  $E_n = 400 \text{лк}$  [ 14 , с.54].

Визначаємо відстань від робочої поверхні до світильників

$$h_n = H - h_c - h_p = 3 - 0,8 = 2,2 \text{м}$$

Індекс приміщення [ 14 , с.54]

$$i = \frac{A \cdot B}{h_n \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 3}{2,2 \cdot (5 + 3)} = 0,852$$

Приймаємо для освітлення світильники ОДР з двома люмінесцентними лампами ЛБ-40 ( $n = 2$ ). Приймаємо попередньо число світильників  $N = 2$ .

Для цих світильників світловий потік лампи складає  $P = 3120 \text{лк}$ , крива сили світла Г-1, коефіцієнт використання світлового приладу  $\eta = 89\%$  [ 14, с.54].

Коефіцієнт нерівномірного освітлення для люмінесцентних ламп  $z = 1,1$  [ 14, с.54].

Коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітлення внаслідок забруднення та старіння лампи  $K_3 = 1,5$  [ 14 , с.54].

Площа приміщення

$$S = A \cdot B = 5 \cdot 3 = 15 \text{м}^2.$$

Фактична освітленість у приміщенні

$$E_\phi = \frac{N \cdot F \cdot n \cdot \eta}{S \cdot z \cdot K_3} = \frac{2 \cdot 3120 \cdot 2 \cdot 0,89}{15 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 448,8 \text{лк}$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична освітленість  $E_f = 448,8$ лк дещо більша ніж нормативна величина  $E_{нн} = 400$ лк, тобто штучне освітлення відповідає вимогам нормативних документів.

### **Шум, вібрація і заходи захисту від них обслуговуючого персоналу**

Потенційними джерелами шуму і вібрації у виробництві, що реконструюється, є таке устаткування:

- вентилятори, димососи, циклони;
- грохоти і кульові млини;
- сушарки.

Для захисту персоналу від шуму і вібрації проектом передбачаються такі основні заходи:

встановлення віброактивного устаткування (грохоти, сушарки, млини, вентилятори тощо) на масивні фундаменти з пристроями, що пригашують вібрацію ;

- забезпечення максимально віддалення робочих від джерел вібрації ( дистанційне управління вібромашинами);

- на приводі обладнання з великим рівнем шуму для звукоізоляції механізмів, що є джерелом шуму, передбачені спеціальні кожухи з внутрішнім облицюванням повстю.

### **Спецодяг, спецвзуття, індивідуальні захисні засоби**

Передбачається забезпечення основного персоналу спецодягом, взуттям і захисними засобами, а саме:

- костюм бавовняний;
- черевики робочі;
- рукавиці брезентові;

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- каска із навушниками типу ВИН;
- окуляри захисні;
- респіратори протипилові типу "Пелюстка";
- протишумні вкладиші типу "Беруші".

### **Санітарно-побутове і медичне обслуговування працівників. Питне водопостачання**

Згідно СніП 2.09.04-87 пилоприготувальний цех виробництва, що реконструюється, відноситься до групи II а виробничих процесів, оскільки виробничі процеси здійснюються за несприятливих метеорологічних умов (надлишки явного тепла, в основному конвекційного), а також до групи I б виробничих процесів, оскільки присутній вугільний пил, що призводить до забруднення рук, спеціального одягу і тіла.

Санітарно побутові приміщення передбачається розмістити в цеху.

Передбачається такий склад санітарно-побутових приміщень:

- вбиральні робочого і домашнього одягу;
- душові, вмивальні;
- туалетні;
- кімната особистої гігієни жінок;
- кімната відпочинку й приймання їжі.

У виробничих і санітарно - побутових приміщеннях передбачаються ноші та аптечки, укомплектовані перев'язувальним матеріалом та медикаментами. У кожній аптечці мають бути список необхідних матеріалів та медикаментів, а також вказівки щодо їхнього використання.

У всіх виробничих приміщеннях передбачаються фонтанчики з питною водою, а в сушильному відділенні додаткові сатуратори з газованою водою.

### **Пожежна небезпечність технологічного процесу**

Робота з організації і забезпечення пожежної безпеки на підприємстві

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк. 85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



покладається на його керівника, а в цехах, службах, відділах і дільницях наказом керівника підприємства - на відповідних керівників.

Потенційними джерелами виникнення пожежі можуть бути такі чинники:

- вугілля АШ, вугільний пил;
- електроустаткування;
- паливно-мастильні матеріали.

Головними причинами виникнення пожеж на підприємствах є:

- недбале поводження з відкритим вогнем, при електро-, газозварювальних роботах;
- несправність опалювальних систем, підігрівання мастила, відстійників і порушення правил їх експлуатації;
- несправність, перевантаження або неправильний монтаж електроустановок і мереж, що призводить до підвищеного нагрівання або короткого замикання, іскріння;
- несправність обладнання, вибух горючих сумішей в повітрі;
- розряди статичної і атмосферної електрики у разі неправильного виконання заземлень і блискавковідводів;
- куріння в пожежонебезпечних зонах.

Згідно СНІП 2.09.02-85 приміщення ППЦ відноситься до категорії «Б», оскільки в ньому є наявність горючого пилу, нижня межа вибуховості якого  $15\text{г}/\text{м}^3$ .

Правилами облаштування електроустановок ПУЕ-86 підприємства поділяються за вибухонебезпекою на класи вибухонебезпечних зон.

Приміщення ППЦ відноситься до класу В-Іа (зони розташовані в приміщеннях, де вибухонебезпечні суміші пилу утворюються тільки у зв'язку з аваріями і несправностями в роботі технологічного обладнання).

Промислова будівля виконана із збірних залізобетонних конструкцій, багатоповерхова (висота 39м), відноситься до II ступеня вогнестійкості .

В будівлі обладнання розміщується на робочих майданчиках. Із

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих майданчиків є не менше 2-х сходів або сходових прольотів.

У виробничих підрозділах передбачені місця для встановлення електрозварювального обладнання.

Під час внутрішнього огляду елементів пилоприготувальної системи, дозволяється користуватись тільки вибухозахищеними світильниками від мережі напругою до 12В або акумуляторними світильниками вибухозахищеного виконання.

Необхідно передбачати шляхи безпечної евакуації людей із зони пожежі.

Евакуація людей під час пожежі - це вимушений процес виведення людей із зони, де є можливість впливу на них небезпечних чинників пожежі.

Необхідними умовами, які забезпечують ефективну евакуацію, є:

мінімальний час, за який можна залишити приміщення при пожежах, аваріях;

найкоротша відстань від місця аварії до виходу назовні; безпечний шлях проходження людей до виходу.

Із будівлі цеху є 4 евакуаційні виходи. Віддалення робочих місць від евакуаційних виходів не перевищує 30м.

### **Засоби гасіння і виявлення пожеж**

Передбачаються наступні засоби пожежогасінні:

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

- внутрішній пожежний водопровід з пожежними кранами, встановленими на відстані 40 м один від одного, на висоті 1,35 м від підлоги.

Довжина пожежних рукавів - 20 м, діаметр - 50 мм;

- пожежні щити з протипожежним інвентарем (відра, багри, лопати і т.д.)

- азбестові полотна, ящики з піском, бочки з водою;

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вогнегасники типу ВП-10таВВ-5.

Місцезнаходження первинних засобів гасіння пожежі та пожежного інвентарю погоджено з органами пожежного нагляду.

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

### Захист від блискавки

Інтенсивність грозової діяльності в Слов'янському районі складає 60-80 годин в рік. Оскільки будівля має II ступінь вогнестійкості, а виробничі приміщення відносяться до пожежонебезпечних, передбачається III категорія щодо пристрою захисту від блискавки.

Згідно РД 34.21.122-87 очікуване число ударів блискавкою в рік в будівлі і споруди визначимо з формули:

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

де  $B = 39$  м - ширина будівлі;  $A = 120$  м - довжина будівлі;  $h = 39$  м - висота будівлі;

$n$  - число ударів блискавки в  $1 \text{ км}^2$  земної поверхні, для Слов'янського району  $n = 5,5$

$$\begin{aligned} N &= [(39 + 6 \cdot 39) \cdot (120 + 6 \cdot 39) - 7,7 \cdot 39^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = \\ &= (273 \cdot 354 - 11711,7) \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,5 \end{aligned}$$

Оскільки  $N < 1$  необхідний тип зони захисту будівлі - зона «Б». Радіус зони захисту на висоті  $h$  :

$$R_x = \sqrt{B^2 + \left(\frac{A}{2}\right)^2} = \sqrt{39^2 + \left(\frac{120}{2}\right)^2} = 71,6 \text{ м}$$

Необхідна висота блискавковідводу

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

$$h = \frac{(R_x + 1,63 \cdot h)}{1,5} = \frac{(71,6 + 1,63 \cdot 39)}{1,5} = 90,1\text{м}$$

Захист від прямих ударів блискавок здійснюватиметься стрижневим блискавковідводом заввишки 100м, встановленим безпосередньо біля виробничої будівлі.

Блискавкоприймач з круглої сталі діаметром 16мм 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 половою. Висота електродів 2,5м, відстань між ними 6м.

### **Електробезпека**

Ураження електричним струмом відносяться до небезпечних факторів, що відображаються на всьому організмі. Сила електричного струму, що протікає через людину, є основним чинником, що визначає результат ураження електричним струмом.

Ураження електричним струмом в значній мірі залежить від метеорологічних умов виробничих приміщень. Ці умови можуть сприяти збільшенню або зниженню ураження людини електричним струмом.

По небезпеці ураження електричним струмом виробничі приміщення пилоприготувального цеху відносяться до категорії особливо небезпечних, оскільки у виробничих приміщеннях є струмопровідні підлоги і вугільний пил.

Всі електротравми умовно поділяють на два основних види:

- місцеві електротравми, коли виникає місцеве ураження організму, електричний опік, електричні знаки, металізація шкіри;
- загальні електротравми, коли уражається весь організм людини через порушення нервової системи, нормальної діяльності життєво важливих органів і систем - електричний удар.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для живлення електроустаткуванні цеху, що реконструюється, передбачається застосування електричної мережі трифазного змінного струму з ізолюваною нейтраллю, робоча напруга 380-220В.

Ізоляція струмопровідних частин електроустановок перешкоджає появі струму на металевих неструмопровідних частинах електроустаткування, протіканню на землю, а також забезпечує захист людини від впливу електричного струму під час випадкового дотику її до струмоведучих частин.

Виконання, розміщення, вибір, спосіб установки і клас ізоляції застосовуваних машин, апаратів та іншого електроустаткування проводять відповідно до вимог державних стандартів і правил експлуатації електроустановок відповідно до НПАОП 40.1-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

Передбачаються такі заходи захисту персоналу від ураження електричним струмом:

- всі струмоведучі частини електроустаткування захищені, кабелі прокладені в металевих трубах і металорукавах;
- струмовий і тепловий захист;
- захисне заземлення металевих корпусів електроустаткування;
- інструмент з ізолюваними рукоятками, діелектричні рукавички і покажчики напруги.

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

Передбачається проведення ремонтів і оглядів устаткування згідно із графіком планово - запобіжного ремонту (ПЗР) та технічного обслуговування і ремонту.

Огляди проводяться щомісячно обслуговуючим персоналом. Перед проведенням ремонтних робіт проводиться інструктаж з техніки безпеки з ремонтними бригадами.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проведенні ремонтних робіт повинні дотримуватися загальних заходів безпеки:

роботи проводяться в складі не менше двох чоловік з кваліфікацією не менше 4-5 розрядів;

робітники повинні бути забезпечені захисними засобами і запобіжними засобами;

- роботи повинні проводитися при відключеному від електричної мережі, комунікацій і звільненому від продукту устаткування.

.Капітальні й середні ремонти обладнання слід проводити за проектом проведення робіт (ПЗР) або технологічною документацією (технологічними картами, інструкціями та технічними умовами на ремонт), що містять конкретні вимоги безпеки праці під час підготовки до роботи та у процесі її проведення.

У ПЗР повинні бути визначені такі вимоги:

- забезпечення монтажної технологічності конструкцій та обладнання,

- безпечне розміщення машин і механізмів;

- місця і засоби кріплення страхувальних канатів і запобіжних поясів під час проведення робіт на висоті;

- забезпечення вантажозахватними пристроями (вантажними стропами, траверсами, монтажними захватами) з урахуванням маси й габаритів вантажу, що переміщується, умов стропування і монтажу;

- забезпечення засобами тимчасового закріплення елементів, що розбираються, під час проведення демонтажу конструкцій;

Крім того, в ПЗР повинні зазначатись:

- номенклатура пристроїв, приладів і засобів індивідуального і колективного захисту працівників;

- шляхи й засоби піднімання працівників на робочі місця.

Для механізації ремонтних робіт передбачається застосування електричних талів, електрифікованого інструменту і ремонтних пристосувань.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи на обладнанні слід проводити за нарядами-допусками або за розпорядженнями.

За нарядами необхідно проводити такі роботи:

- газонебезпечні роботи;
- ремонт котельних агрегатів (робота всередині топок, барабанів, електрофільтрів, газоходів, повітроводів, систем пило приготування);
- ремонт конвеєрів, живильників, елеваторів, дробарок, грохотів;
- ремонт насосів;
- ремонт обертових механізмів;

Підготовка до ремонту обертових механізмів повинна проводитись згідно з умовами виконання робіт, зазначеними у наряді. У цьому разі механізм необхідно зупинити, напругу з електродвигуна механізму і електроприводів арматури зняти.

У разі одночасного проведення робіт на обертовому механізмі і на електродвигуні муфту необхідно розчепити. Цю роботу необхідно виконувати за нарядом на ремонт обертового механізму.

Штурвали приводів керування арматурою слід замкнути на замок з допомогою ланцюгів або інших пристроїв і пристосувань.

На виведених з роботи приводах і пусковому пристрої механізму слід вивішувати знаки безпеки про заборону подавання напруги і оперування запірною арматурою.

Під час виведення у ремонт обертових механізмів з електроприводом знімати напругу з електродвигуна і електроприводів арматури повинні працівники електричного цеху.

Під час пробного увімкнення або балансування обертового механізму необхідно оперувати кнопкою аварійного вимикання електродвигуна механізму.

Біля кнопки аварійного вимикання повинен стояти спеціально призначений працівник, який за сигналом керівника робіт повинен негайно вимкнути механізм.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед пуском обертового механізму, у тому числі й перед проведенням його випробування, слід скласти муфту зчеплення, встановити всі огороження рухомих частин, зняти знаки безпеки, прибрати інструмент, матеріали та вивести працівників з місця проведення робіт.

Під час балансування ротора обертового механізму встановлювати балансувальні вантажі дозволяється тільки після його закріплення, що унеможлиблює обертання ротора.

## **9.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **9.2.1. Організаційна структура цивільної оборони виробництва вугільного пилу**

Цивільний захист України - державна система органів керування, сил і засобів, призначенням яких є організація й забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, природного й військового походження.

Основні завдання цивільної оборони:

- навчання населення способам захити від сучасних засобів нападу, стихійних лих і катастроф;
- попередження виникнення надзвичайних ситуацій (НС);
- розробка заходів щодо усталеної роботи промислових об'єктів у надзвичайних ситуаціях;
- виявлення заражених територій радіоактивними й небезпечними речовинами;
- оповіщення населення про погрозу поразки;
- евакуація населення з небезпечних районів;
- надання населенню притулків і засобів індивідуального захисту;
- проведення аварійно-рятувальних робіт у вогнищах поразки;
- знезаражування територій і ряд інших завдань.
- основними завданнями цивільної оборони на сучасному етапі є:

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- попередження виникнення НС;
- захист населення в мирний і воєнний час від НС;
- підвищення усталеної роботи об'єктів народного господарства в умовах НС;
- ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій;
- соціальний захист громадян, що постраждали в результаті НС мирного або воєнного часу.

### 9.2.2. Основні техногенні небезпеки на об'єкті

Основні небезпеки на даному виробництві: - вугільний пил;

- шум, вібрація;

- надлишкові тепловиділення в сушарках;

вживання підйомно-транспортного устаткування, а також устаткування з рухомими частинами, які обертаються (кран - балка, електротельфери, конвеєри, млини).

Вугільний пил надає дратівливу дію на слизові оболонки дихальних шляхів людини і по ступеню дії на організм людини відноситься до IV класу небезпеки, ПДК в робочій зоні 4 мг/м<sup>3</sup>. Нижня межа вибуху - 16-15г/м<sup>3</sup>, верхня - 1700 - 2500г/м<sup>3</sup>.

Теплові електростанції по санітарній кваліфікації згідно СНІП 245-71 відносяться до 1 класу, ширина санітарної зони складає 1000 м.

### 9.2.3. Індивідуальні й колективні засоби захисту

#### Організаційні заходи щодо попередження виробничого травматизму

Посадові особи і працівники, які виконують роботи на тепломеханічному обладнанні електростанцій, при прийнятті на роботу, а також у процесі трудової діяльності повинні проходити навчання та

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірку знань «Правил безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж» ( НПАОП 40.1-1.02-01).

Для роботи у виробництві, що реконструюється, допускаються чоловіки і жінки у віці не молодше 18 років, годні за станом здоров'я, що пройшли інструктаж і допущені до самостійної роботи.

Періодичність профілактичних медичних оглядів 1 раз на рік. У зв'язку із шкідливими умовами праці передбачається видача молочних продуктів.

На підприємстві є перелік усіх газонебезпечних місць, затверджений керівництвом підприємства (структурного підрозділу).

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

На кожному постійному робочому місці повинні бути виробничі і посадові інструкції та інструкції з охорони праці в обсязі, що є обов'язковим для даного робітника.

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.

Під час пуску, обпресування та випробовування обладнання і трубопроводів під тиском поблизу них дозволяється перебувати тільки працівникам, які безпосередньо проводять ці роботи.

Працівники, які обслуговують газове господарство і установки, що працюють на природному газі, повинні знати і виконувати вимоги відповідних розділів Правил безпеки систем газопостачання України,

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 01.10.97 № 254, зареєстрованих в Мін'юсті України 15.05.98 за № 318/2758.

Під час ремонту обладнання системи пилоприготування працівники повинні бути одягнені у суконні костюми і обов'язково використовувати захисні окуляри та рукавиці.

### **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.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10 ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

Викиди в біосферу викликають екологічні наслідки, тобто здійснюють шкідливий вплив на ландшафти, тварин та рослинний світ, на людину.

В результаті впливу ряду речовин, що викидаються в навколишнє середовище, у людини з'являються нові та ускладнюються старі захворювання - генетичні, токсичні, алергічні, респіраторні, ендокринні.

Проблема забруднення атмосферного повітря залишається однією з найбільш гострих у Донецькій області.

Ситуація з інтенсивним забрудненням повітряного басейну складалася в процесі становлення і розвитку промисловості регіону протягом минулих десятиріч.

При будівництві і експлуатації промислових об'єктів області екологічному аспекту приділялася дуже незначна увага, хоч концентрація промислових підприємств-гігантів найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості (металургія, енергетика, гірничо - видобувна) в Донецькій області є найбільш високою на території України.

Основна мета екологічної політики Слов'янської ТЕС - постійне зниження та попередження негативних впливів на навколишнє середовище та населення.

### 10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві вугільного пилу

Основними джерелами забруднення району діяльності Слов'янської ТЕС є пилогазові, аерозольні викиди, що утворюються при спалюванні вугілля і мазуту. При цьому в атмосферу виносяться ртуть, нікель, барій, у меншій мірі марганець, кобальт, титан. Навіть при фоновому вмісті цих елементів в паливі при горінні в атмосферу викидаються десятки тонн металів.

Розвіювання золошлакового пилу вітром від обмежено радіусом 50-

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

100м і не має значного впливу на ґрунти.

При осадженні пилогазового аерозолі на земну поверхню утворюються ореоли техногенних змін природного геохімічного поля, що негативно впливає на стан ґрунтів, гідросфери, атмосфери.

Для визначення негативної дії Слов'янської ТЕС на усі компоненти довкілля потрібні регулярні спостереження за станом підземних і поверхневих вод, ґрунту і повітря.

Слов'янська ТЕС має наступні об'єкти і виробництва, які мають викиди в атмосферу:

- котлотурбінний цех (КТЦ);
- пилоприготувальний цех з центральним пиловодом (ППЦ);
- паливно-транспортний цех (ПТЦ), що включає:
  - вугільний склад,
  - вагоноперекидачі,
  - стрічкові конвеєри для подачі палива,
  - автотранспортний цех (АТЦ);
  - електричний цех (акумуляторні);
  - хімічний цех.

Основна сировина і паливо, що використовуються підприємством: вугілля, мазут, природний газ, бензин, змащувальні матеріали.

При зберіганні і переливанні мазуту відбувається виділення пари вуглеводнів і незначна кількість сірководню. При спалюванні мазуту в топках котлів утворюються димові гази, оксиди сірки, азоту і ванадію, а також частки летючої золи.

Природний газ надходить по газопроводу від системи Укрнафтогазу. При витoku газу через нещільність арматури в атмосферу виділяється метан - основний компонент (94 - 98 %) природного газу. При спалюванні газу утворюються оксиди азоту, вуглецю, що викидаються в атмосферу з димовими газами.

Бензин, дизельне паливо, моторні масла, змащувальні матеріали по

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хімічному складу є сумішшю вуглеводнів. При зберіганні,зливанні в ємності, відпусканні споживачам, виділяють в повітряне середовище вуглеводні нафти, пари масел.

Найбільш споживані електроди марок АНО-4, УОНІ-13-15 містять 0,35-0,6% марганцю, 0,04% сірки, 0,04% фосфору, до 0,1% вуглецю, 0,03% кремнію, 0,3% нікелю, 0,15% хрому. При електродуговому зварюванні під час ремонту устаткування, будівельних конструкцій і т.п. виділяється зварювальний аерозоль, що містить оксиди заліза, марганцю, кремнію, хрому, азоту, вуглецю тощо.

При зберіганні і використуванні вапна, кислот та інших хімічних речовин в повітряне середовище можуть виділятися пари сірчаної і соляної кислот, пил гідроксиду кальцію і т.д.

Пиловугільний блок встановленою потужністю 800МВт включає котлоагрегат для виробництва пари в кількості 2650 т/год. Котлоагрегат системою очищення від сірчистого ангідриду і оксидів азоту не обладнаний. Очищення газів, що відходять, від твердих часток (золи) здійснюється електрофільтрами шведської фірми. Перед кожним електрофільтром по ходу газів встановлені механічні гравітаційні зололовлювачі, які також виконують функції газорозподілу між електрофільтрами. Після електрофільтрів газу за допомогою димососів видаляються в трубу заввишки 250м і діаметром гирла 8м.

Центральний пилозавод забезпечує підготовку твердого палива до спалювання в топках котельного агрегату блоку. До складу пилоприготувального цеху (ППЦ) входять 3 сушильно-розмельних системи, що складаються з бункерів сирого вугілля, конвеєрів, живильників і грохотів вугілля, парових сушарок, відцентрових сепараторів і циклонів, кульових

										Арк.
										99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					2017.032.00.000 ПЗ	

барабанних млинів, бункерів пилу, пилоповітряних проводів і живильників пилу. Система очищення сушильних газів, які відходять, складається із блоку циклонів НДІГАЗ і загального для трьох пилосистем електрофільтру УГ-2-3-53. Очищені гази викидаються через трубу заввишки 100м і діаметром гирла 3м. Шкідлива речовина - вугільний пил.

Нормування якості навколишнього середовища здійснюється з метою встановлення граничних норм впливу антропогенної діяльності, що гарантує екологічну безпеку населення, збереження генофонду, забезпечує раціональне використання і відновлення природних ресурсів в умовах інтенсивної господарської діяльності.

Виділяють 5 класів небезпеки виробництв, у яких ширина санітарно - захисної зони може бути від 50м до 3000м.

Санітарно-захисні зони - ділянки землі навколо підприємств, що відокремлюють їх від житлових масивів з метою зменшення негативного впливу. Ці зони засаджують кущами і деревами, що мають бактерицидні властивості: береза, тополя, біла акація, дуб, сосна, бузина тощо.

Слов'янська ТЕС відноситься до підприємств 4 класу небезпеки. Нормована ширина санітарно - захисної зони - 100м, фактично вона досягає 500м.

Згідно зі ст. 33 Закону »Про охорону природного навколишнього середовища», система екологічних нормативів включає: нормативи екологічної безпеки, гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та іншого шкідливого фізичного впливу на навколишнє природне середовище.

До нормативів екологічної безпеки відносять:

ГДК - гранично допустимі концентрації - нормативи, що встановлюються для шкідливих речовин у розрахунку на одиницю об'єму повітря, води, ґрунту;

ГДВ - граничнодопустимі викиди (в атмосферу) - кількість шкідливих речовин, що не повинна перевищуватися під час викиду в повітря на

										2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
											100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

одиницю часу, щоб концентрація забруднювачів повітря на границі санітарної зони не була вище ГДК;

ГДЕН - гранично допустиме екологічне навантаження - застосовується для оцінки рівня забруднення. Може застосовуватися для оцінки рівня забруднення річок. Якщо ГДЕН за рядом показників перевищить норму, загине екосистема річки й порушиться екологічна рівновага;

ГДС - гранично допустимі скидання у водні об'єкти;

ТПВ - тимчасово погоджені викиди і скидання.

Норми ГДК - єдині на території України, екологічні нормативи ГДВ і ГДС - розробляють і впроваджують державні природоохоронні органи, органи охорони здоров'я в межах своєї компетенції.

Територія, що знаходиться в зоні активного впливу Слов'янської ТЕС, має високе рекреаційне значення: уздовж річки Сіверський Донець розташовані оздоровчі та учбові установи Слов'янського і Краснолиманського районів. В цій же зоні знаходиться 11 об'єктів природно-заповідного фонду.

Таким чином, до викидів підприємства пред'являються особливі вимоги, які виражаються в застосуванні значень ГДК із знижуючим коефіцієнтом 0,8.

Роботи з технічного переоснащення електрофільтрів включали: проектування; демонтаж внутрішнього механічного устаткування, виготовлення та поставку обладнання; монтаж; налагодження; випробування; передачу технічної документації та інструкцій; навчання персоналу; введення в експлуатацію.

Демонтаж і монтаж внутрішнього механічного устаткування електрофільтрів було проведено в період з липня по листопад 2006 року.

Нормативи гранично - допустимих викидів (ГДВ) для Слов'янської ТЕС розроблені на підставі Закону України про охорону атмосферного повітря, відповідно до Інструкції Мінекобезпеки України 1996 р.

Контроль за виконанням ГДК на підприємстві здійснюється органами

									Арк.
									101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				2017.032.00.000 ПЗ	



Державної санітарно-гігієнічної інспекції.

Аналіз екологічного стану водного басейну річки Сіверський Донець дає змогу визначити коло найбільш важливіших проблем, які потребують поетапного вирішення:

- високий рівень забруднення водних об'єктів, в тому числі питного водопостачання, внаслідок неефективної роботи -багатьох водоочисних споруд та систем водовідведення ( перевантаження, фізичний знос, низький рівень експлуатації);

- забруднення водних об'єктів поверхневим та дренажним стоком з територій міст, промислових площадок підприємств, сільгоспугідь та інше;

- високе антропогенне навантаження на водні об'єкти, як слідство екстенсивного засобу розвитку економіки;

недосконалість та недотримання діючого економічного механізму водокористування та здійснення водоохоронних заходів, виділення коштів на водоохоронні цілі за кінцевим принципом.

В першу чергу потрібне здійснення заходів, які не потребують значних капітальних витрат, але можуть дати позитивний результат:

- 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;

- виконання вимог водного законодавства щодо режиму використання прибережних захисних смуг та інше.

Одночасно необхідно вирішити наступні задачі:

- будівництво та реконструкція очисних споруд побутових стоків і каналізаційних мереж;

- будівництво та реконструкція очисних споруд промислових стоків і систем зворотного водопостачання.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10.2 Вплив на здоров'я людини

Пил шкідливо впливає здебільшого на верхні дихальні шляхи. При цьому його дія залежить від його природи, концентрації, дисперсності, а також розчинності.

Пил шкідливо впливає на легені працівників. Під його впливом виникає таке тяжке професійне захворювання, як силікоз (при незначних концентраціях - через 6-10 років, а при великих дозах - через 2-3 роки).

Важливою властивістю вугільного пилу є вибуховість. За певних умов (достатньо високої температури, наявності електричного розряду, полум'я, відповідній концентрації пилу у повітрі) пил здатний вибухнути. Мінімальна концентрація пилу, за якої може виникнути вибух, становить для вугілля - 30 г/м<sup>3</sup>, алюмінію - 7 г/м<sup>3</sup>, для цукру - 10 г/м<sup>3</sup>.

Заходи щодо боротьби з пилом різноманітні і, як правило, повинні вживатись у комплексі. Їх можна поділити за характерними ознаками та спрямованістю: скорочення утворення пилу, зменшення запиленості приміщень, ліквідація пилоутворення від устаткування та обмеження поширення пилу у приміщенні.

До заходів, завдяки яким скорочується утворення пилу, належать: раціоналізація технологічних процесів, мокрі способи обдирання та шліфування виливок, зволоження переробних матеріалів і підтримання чистоти приміщень та устаткування. Знижує пилоутворення і використання прогресивних технологічних процесів та устаткування (формування методом пресування, термомеханічні й механічні види зварювання, електрохімічне очищення виливок).

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 10.3 Вплив вугільного пилу на ґрунт і водні ресурси

Вугільний пил з ТЕС є своєрідним концентратом сполук кількох елементів серед яких є уран і германій. Випадання пилу з року в рік на одні і ті ж самі поля рано чи пізно підвищить їх вміст до рівня, який буде перевищувати ГДК.

Підприємства вугільної промисловості наносять великої шкоди водним ресурсам:

- 1) вичерпують підземні води при осушенні в період будівництва і експлуатації;
- 2) забруднюють поверхневі води не достатньо очищеними шахтними, кар'єрними, виробничими стічними водами із поверхневого комплексу, розрізів, збагачувальних фабрик, заводів;
- 3) господарсько-побутовими водами працівників виробництва;
- 4) комунально-побутовими водами селищ, які знаходяться на балансі вугільних підприємств.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи

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

### 11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів

Початкові дані.

За базу порівняння прийняті дані виробництва на підприємстві Слов'янська ТЕС.

Таблиця 11.1 - Показники виробництва вугільного пилу, що діє, на підприємстві Слов'янська ТЕС, м. Миколаївка.

Показник	Од. вим.	Значення
Виробнича потужність на виробництві, що діє	т	1475000
Проектна виробнича потужність		1500000
Вартість основних виробничих фондів	грн.	2898514,6
у тому числі:		
машини і устаткування		892458,5
будівлі, споруди передавальні пристрої		2056048,2
Спільна чисельність персоналу	осіб	270
у тому числі:		
керівники		25
фахівці		18
службовці		10
основні робітники	217	
Ціна 1 тонни продукції	грн.	3500

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Таблиця 11.3 - Витрати на виробництво вугільного пилу.

Найменування статті витрат	Од.вим	Витрати на одиницю продукції	Витрати на весь випуск
Сировина і матеріали:	грн.	415,12	622680000
Допоміжні матеріали	грн.	0,06	90000
Енерговитрати	грн.	101,6	152400000
Енерговідходи	грн.	1,93	5587350
Зарплата основна	грн.	7,56	11340000
Витрати на ремонт, утримання і експлуатацію устаткування	грн.	37,10	55650000
Загальновиробничі витрати	грн.	28,93	43395000
Загальногосподарські витрати	грн.	7,8	11700000
Виробнича собівартість	грн.	600,1	900150000

### 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;

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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

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

де  $T_{\text{к}} = 8760$  ч – фонд календарного часу;  
 $T_{\text{рем}}$  – планова сумарна тривалість простоїв протягом року;  
 $T_{\text{техн}} = 0$  – тривалість технологічних простоїв, що регламентується, за рік.

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

де  $m$  – кількість видів ремонтів в міжремонтному циклі;  
 $n_{\Gamma}$  – кількість кожного виду ремонтів за рік;  
 $t_{\text{рем}}$  – планова тривалість простою в кожному виді ремонтів.  
Кількість капітальних ремонтів:

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

Кількість поточних ремонтів:

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

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

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

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

$$M_{\Gamma} = 1 \cdot 178,3 \cdot 8412 = 1500000 \text{ т/рік}$$

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

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

$$Q_1 = 1500000 \text{ т/рік}$$

Індекс обсягу випуску продукції

$$I_Q = I_{\text{Т}_{\text{вб}}} \cdot I_{\text{q}} = \frac{Q_1}{Q_0} \quad (11.5)$$

$$I_Q = \frac{1500000}{1475000} = 1.03$$

						2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
							107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

тоді

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

або

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

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

Розрахунок одноразових витрат на впровадження проектованих заходів.

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

Таблиця 11.4 – Прейскурантна вартість впроваджуваного устаткування.

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

Таблиця 11.5 – Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Додаткові витрати		Всього кошторисна вартість
		Транспортні витрати	Монтаж і установка	
Кульовий конічний млин	180000	5200	7680	192880
Разом				

Вартість устаткування, що виводиться, складає 205050 грн.

$$\Delta S_{об} = (205050 - 192880) = 12170 \text{ грн.}$$

#### 11.4. Аналіз зміни собівартості продукції

Обґрунтування і розрахунок індексів зміни витрат.

З урахуванням проведення упроваджуваних заходів проводимо розрахунок індексів зміни витрат.

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

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

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

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

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

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

$$S_{об(0)} = 210000 \text{ грн.};$$

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

$$I_{рем} = I_{об} = \frac{210000 + 12170}{210000} = 1,06$$

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.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Зміна собівартості по статті «Оплата праці основних робітників».

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

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

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

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

$$\Delta C_{\text{рем}} = 100 \cdot \left( \frac{1,06}{1,02} - 1 \right) \cdot 0,062 = -0,30\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальновиробничі витрати»

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

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

Зміна повної собівартості по статті «Загальногосподарські витрати»

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

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

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

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.6 – Зниження собівартості продукції.

Статті витрат	Витрати на виробництві, що діє		Зміна витрат		Витрати на проєктованому виробництві, грн/т
	грн/т	пит. вага	%	грн/т	
Сировина і матеріали, напівфабрикати і поворотні відходи	415,12	0,69	0	0	415,12
Допоміжні матеріали	0,06	0,0009	0	0	0,06
Енерговитрати і енерговідходи	103,53	0,172	0	0	103,53
Зарплата основна (з відрахуваннями)	7,56	0,012	-0,023	-0,087	7,47
Витрати на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування	37,10	0,062	-0,30	-0,25	36,85
Загальновиробничі витрати	28,93	0,048	-0,94	-0,47	28,46
Загальногосподарські витрати	7,8	0,13	-0,25	-0,089	7,7
Виробнича собівартість	600,1	1	-0,075	-1,52	598,6

### 11.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Обсяг випуску продукції:

на базовому виробництві

$$Q_0 = 1475000 \text{ т.}$$

або

									Арк.
									111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 ПЗ				

$$Q_0 = 1475000 \cdot 3500 = 516250000 \text{ грн.}$$

на проектованому виробництві

$$Q_1 = 1500000 \text{ т}$$

або

$$Q_1 = 1500000 \cdot 3500 = 532500000 \text{ грн.}$$

де 3500 грн. – ціна за 1 т продукції.

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

Продуктивність праці основних робітників визначаємо по формулі:

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

на базовому виробництві:

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

на проектованому підприємстві:

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

Фондовіддачу визначаємо по формулі:

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

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

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

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

на базовому виробництві:

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

на проектованому підприємстві:

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

Собівартість одиниці продукції:

на базовому виробництві:

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_0=600,1 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$C_1=592,4 \text{ грн/т}$$

Прибуток на одиницю продукції:

на базовому виробництві:

$$П_0 = 3500-600,1=2899,9 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$П_1= 3500-592,4=2907,6 \text{ грн/т}$$

Рентабельність витрат на виробництві:

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

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

$С$  – собівартість, грн/т.

на базовому виробництві:

$$P_0 = \frac{2899,9}{600,1} \cdot 100\% = 48,32\%$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = \frac{2907,6}{592,48} \cdot 100\% = 49,08\%$$

Річний прибуток:

$$П_r = Q \cdot П \quad (11.16)$$

на базовому виробництві:

$$П_{r0} = 1475000 \cdot 2899,9=4277352500 \text{ грн.}$$

на проектованому підприємстві:

$$П_{r1}=1500000 \cdot 2907,6=4361400000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від зниження собівартості:

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

де  $\Delta C$  – зміна собівартості, грн/т

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

$$\Delta C = 600,1-592,4=7,7 \text{ грн/т}$$

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\Gamma} = 7,7 \cdot 1500000 = 11550000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від збільшення прибутку:

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

$$E_{\Gamma.\text{приб}} = 2907,6 \cdot 1500000 - 2899,9 \cdot 1475000 = 84047500 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 11.7

Таблиця 11.7 - Техніко – економічні показники

Показники	од.виміру	базове	проектоване	зміна показника	
				абс.	%
1. Річний обсяг виробництва продукції					
у натуральному виразі	т	1475000	1500000	25000	1,6
у вартісному виразі	млн.грн.	5162	5250	88	1,6
2. Річна собівартість виробництва продукції	млн.грн.	885,1	888,6	3,5	3,1
3. Річний прибуток від виробництва продукції	млн.грн.	4277	4361	84	1,9
4. Ціна одиниці продукції	грн./т	3500	3500	-	-
5. Собівартість одиниці продукції	грн/т	600,1	592,4	-7,7	-1,3
6. Прибуток на одиницю продукції	грн./т	2899,9	2907,6	7,7	0,26
7. Рентабельність витрат на	%	48,32	49,08	0,76	-

виробництво продукції					
8. Вартість основних виробничих фондів	млн.грн.	2898	2913	15	0,51
9. Фондовіддача	грн/грн	178,1	182,7	4,6	
10. Рентабельність основних виробничих фондів	%	69,1	73,2	4,1	
11. Чисельність персоналу, у т.ч. основних робітників	осіб	270	270	0	0
	осіб	217	217	0	0
12. Фонд оплати праці	млн.грн.	1,620	1,732	-	-
13. Продуктивність праці основних робітників	т/особа	6797	6912	115	1,6
14. Економічний ефект, у т.ч. від зниження собівартості продукції	грн.		84047500		
			1550000		
15. Строк окупності капітальних витрат	років		1,8		

Розрахунки показують, що введені заходи є економічно ефективними. Річний економічний ефект складає 84047500 грн.

											Арк.
											115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.032.00.000 ПЗ						

## ВИСНОВКИ

В технологічній частині проекту розраховані витрати сировини на річну програму виробництва вугільного пилу, підібране основне технологічне обладнання.

В спеціальній частині проекту розроблений та розрахований кульовий млин, виконані інженерні розрахунки вузлів та приводу млина.

В ремонтно - технологічній частині розглянуті питання монтажу та ремонту основного технологічного обладнання.

Проект включає автоматизацію кульового млина.

В розділі «Охорона праці» розроблені заходи техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки для умов пилоприготувального цеху.

В дипломному проекті приділена увага питанням цивільної оборони, промислової екології, наведені техніко-економічні розрахунки.

На підставі розробленого дипломного проекту робимо висновки, що проект реконструкції паливно - транспортного цеху є актуальним та його матеріали можуть бути використані на Слов'янській ТЕС та на подібних підприємствах.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регламент производства пылеприготовления пыли в ППЦ Славянской ТЭС. - Славянск: СлавТЭС, 1993. - 48с.
2. Елизаров Д.П., Теплоэнергетические установки электростанций: учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1982 - 264с.
3. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н., Парогенераторы промышленных предприятий: учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: «Энергия», 1978. - 336с.
4. Гиршфельд В. Я., Морозов Г. Н. Тепловые электрические станции : учеб.для техникумов. - 2-е изд. - М.: Энергоиздат, 1986 г.
5. Деев Л. В., Котельные установки и их обслуживание - М: Высшая школа, 1990 г.-289 с.
6. Резников М. И., Липов Ю. М., Паровые котлы тепловых электрических станций - М.: Энергоиздат, 1981 г. - 311с.
7. Назаренко І.І., Туманська О.С. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів. - К.: Вища школа, 2004. - 590с.
8. Ильевич А.П. Оборудование заводов силикатной промышленности. - М.:ГИЛСАСА, 1989.- 47с.
9. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. - М.: Высшая школа, 1971.-382 с.
- 10.Ю.Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1981. - 457 с.
- 11.Л.И. Цехнович, И.П. Петриченко. Атлас конструкций редукторов. - К.: «Вища школа», 1990. - 152 с. 12.Приображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. - М.: Энергия, 1978.-704 с.
- 12.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. - Львів: Афіша, 2003. - 560 с.
- 13.И.Дзюндзюк Б.В., Иванов В.Г. та ін. Охорона праці. Збірник задач:

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- Навч. Посібник. - Харків: ХНУРЕ, 2006. - 244с.
- 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.
- 16.Про затвердження Правил безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж. Наказ № 485 від 15.11.2001.Зареєстровано в Міністерстві юстиції 3 грудня 2001р. № 1002/6193. 19. ДСТУ 2293-93.
- 17.ССБП. Охорона праці. Терміни та визначення. - К.:Держстандарт України, 1993. -15 с.
- 18.Чистяков В.С. Краткий справочник по теплотехническим измерениям. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 320 с. 21.ДНАОП 0.00-4.26-96. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. - К.: МОЗ України, 1997. - 21 с.
- 19.ДСН 3.36.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - К.: Держстандарт, 1999. -31с. 23.Положення про медичний огляд працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 45, зареєстрованого в Мін'юсті України 21.06.94 за № 136/345.
- 20.ДБН В.2.5-27-2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд, затверджені наказом Мінбуду України від 29.03.06 № 97. .ПУЕ:2006. Правила улаштування електроустановок. Розділ 1 Загальні правила. Глава 1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки, затверджені наказом Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305.
- 21.Протоєрейський О.С. Охорона праці: Практикум для студентів усіх спеціальностей. - К.: НАУ, 2001. - 82 с.
- 22.Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. техн. наук, доцента

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В.Ц. Жидецького. - Львів: Афіша, 2000.

23.РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. 29.Боженко Л.І. Стандартизація. Метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. - Львів: Світ, 2003. - 328с.  
Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про затвердження техніко-економічного обґрунтування реконструкції I черги Слов'янської ТЕС з будівництвом дубль - блока 125 МВт з котлами ЦКШ" від 08.09.04 № 648-р.

					2017.032.00.000 ПЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		