

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

Лаврик Владислав Валерійович
виконавець

1. Тема проекту
Виробництво хімічно осадженої крейди потужністю 40 тис. т/рік з розробкою петльової сушарки. Керівник проекту (роботи) *доцент Тараненко Г.В.*

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

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

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

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

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

5.1. Технологічна схема – 1 лист формату А1

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

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

5.4. Креслення складних деталей – до 2 листів формату А1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 16.03.2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ Лаврик В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

№	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ экз.	Примітки		
1								
2			<u>Документація загальна</u>					
3								
4	A1	137.030.00.000 ВЗ	Сушарка петльова	1		A1		
5	A1	2017.030.00.000 ТЗ	Схема технологічна	1		A1		
6								
7	A4	2017.030.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	123		A4		
8								
9								
10			<u>Документація</u>					
11			<u>за складальними</u>					
12			<u>одинацями</u>					
13								
14	A1	137.030.01.000 ВЗ	Живильник	1		A1		
15	A1	137.030.02.000 ВЗ	Привід стрічки	1		A1		
16	A1	137.030.02.001	Вал проміжний	1		A1		
17	A1	137.030.03.000 ВЗ	Барабан привідний	1		A1		
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
Взам. Инв. №								
	2017.030.00.000 ПЗ							
	3	Ар	№ докум.	Підпис	Дата			
Инв. № подл.	Разраб	Лаврик			Виробництво хімічно осадженої крейди потужністю 40 тис. т/рік з розробкою петльової сушарки		Лист	Листів
	Пров.	Тараненко				Д	1	1
	Н.контр.	Карпюк				СНУ Кафедра МОПІ		
	Утв.	Архипов						
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								

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 хімічно осадженої крейди потужністю 40 тис.
т/рік з розробкою петльової сушарки**»

Виконав: студент групи ОХП-163с

Лаврик В.В.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Тараненко Г.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Табунціков В.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Зміст

Вступ	4
1. Аналітичний огляд	5
1.1 Характеристика сировини і готового продукту.....	5
1.2 Аналіз конструктивних і експлуатаційних параметрів петльової сушарки.....	7
2. Технологічна частина	11
2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва	11
2.2 Опис технологічної схеми виробництва	13
3. Конструкція та принцип дії обладнання	19
4. Вибір конструкційних матеріалів	22
5. Параметричні розрахунки обладнання	26
5.1 Матеріальний розрахунок виробництва і вибір основного і допоміжного технологічного устаткування.....	26
5.2 Матеріальний і тепловий розрахунок сушарки.....	45
6. Розрахунок елементів апарата на міцність, жорсткість та стійкість	51
6.1 Розрахунок конвеєра петльової сушарки.....	51
6.2 Кінетичний розрахунок приводу петльової сушарки.....	54
6.3 Кінетичний і силовий розрахунок кінчної передачі.....	60
6.4 Розрахунок валів приводу.....	67
6.5 Розрахунок приводного барабана.....	75
7. Технологія виготовлення обладнання.....	78
7.1 Технологічний процес зборки петльової сушарки.....	86
8. Ремонт та монтаж обладнання.....	88
9. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	91
9.1 Охорона праці	91
9.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях	99

					2017.030.00.000 ПЗ					
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Виробництво хімічно осадженої крейди потужністю 40 тис. т/рік з розробкою петльової сушарки			Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Лаврик	Тараненко						2	123	
Перев.	Карпюк				СНУ Кафедра МОПП					
Н. контр.	Архипов									
Затв.										

10. Промислова екологія	105
10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві хімічно осадженої крейди...	105
10.2 Вплив на здоров'я людини.....	106
10.3 Вплив на ґрунт.....	107
11. Техніко – економічні розрахунки	110
11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи	110
11.2 Загальна характеристика проєктованих заходів	110
11.3 Розрахунок річної виробничої потужності	111
11.4 Аналіз зміни собівартості продукції.	114
11.5 Розрахунок техніко-економічних показників	116
Висновки	121
Використана література	122

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Хімічно осаджена крейда є одним з найпоширеніших неорганічних наповнювачів. Карбонатна сировина розташована в районі цеху, що будується, тому будівництво нового виробництва економічно виправдано.

Крім поліпшення технологічних властивостей матеріалів наповнювачі знижують їх собівартість. Найважливіші переваги карбонату кальцію як наповнювача – це вогнестійкість, термостабільність, відсутність токсичних властивостей і відносна дешевизна. Хімічно осаджена крейда – дрібнодисперсний карбонат кальцію, який на Україні і у всьому світі є дефіцитним продуктом. Об'єм виробництва хімічно осадженого CaCO_3 в країнах Європи складає близько 230 тисяч тонн в рік. Хімічно осаджена крейда має високий ступінь чистоти і розвинену поверхню, завдяки чому з високою швидкістю нейтралізує слабко кислі розчини.

Крупним споживачам хімічно осадженої крейди є харчова промисловість, яка використовує його як основний компонент зубних порошків і паст.

Заводи, що в даний час діють, по виробництву хімічно осадженої крейди працюють за способом тієї, що карбонізує суспензії гідроксиду кальцію газом вапняних печей.

Потреба в продукті на Україні дуже велика. Розвиток гумовотехнічній і кабельній продукції вимагає значних кількостей синтетичного карбонату кальцію. Також крупні споживачі крейди як Укркабель, Южкабель, Дніпропетровський і Білоцерківський шинні заводи використовують з метою збільшення випуску продукту у великих кількостях хімічно осадженої крейди, тому реконструкція виробництва, що діє, в місті Слов'янську украї необхідна.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Характеристика сировини і готового продукту

Сировиною у виробництві хімічно осадженої крейди є природний карбонат кальцію. Карбонат кальцію в природі можна зустріти у вигляді осадових порід (вапняку, крейди, туфу, черепашнику, мармуру) з перемінним складом домішок. Чистий карбонат кальцію рідко зустрічається в природі.

Карбонат кальцію кристалізується в двох модифікаціях: кальцитовій і арагонітовій. Твердість кальциту за мінералогічною шкалою дорівнює 3, його щільність складає 2720-2800 кг/м³. Розчинність у воді при 18°C складає 14 мг/л, при нагріванні він розкладається при 825°C, легко розчиняється в кислотах. Кристали кальциту мають досить високу подвійну променезаломлюваність. Арагоніт утворює голчасті кристалики, а також бочкоподібні псевдогексагональні зростки – трійники. Твердість за мінералогічною шкалою 3,5-4, щільність 2900-3000 кг/м³.

На вітчизняних заводах з виробництва хімічно осадженої крейди переважно використовується вапняк наступного складу, % (мас.): CaCO₃ – 97; MgCO₃ – 1,2%; полуторних оксидів заліза і алюмінію – 0,45%; піску – 0,80%; CaSO₄ – 0,5% ; речовин, нерозчинних в соляній кислоті – 1%.

У виробництві хімічно осадженої крейди паливо витрачається для випалу вапняку і для сушіння готового продукту. В якості палива для випалу вапняку може використовуватися кокс, антрацит і природний газ, а для сушіння крейдяної пасти – природний газ. В останній час і для випалу вапняку використовують природний газ, оскільки він дешевше, легко транспортується по трубах, згоряє без утворення золи.

Природний газ представляє собою суміш граничних вуглеводнів, основним компонентом яких є метан. Вміст метану в природному газі різних родовищ коливається від 80 до 98 % (об.). Крім метану в природному газі

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міститься % (об.): 0,3 – 4,5 C₂H₆; 0,1 – 1,7 C₃H₈; 0,1 – 0,8 C₄H₁₀; 0,1 – 0,3 CO₂; 0,8 – 14,5 N₂. Теплота згоряння природного газу залежить від його складу і коливається в межах 33855 ÷ 36700 кДж/м³.

Вода в виробництві хімічно осадженої крейди використовується для: охолодження і очистки випалювальних газів, охолодження балкових пальників вапняно-випалювальної печі, гасіння вапна, очистки теплоносія стрічкових сушарок. Якість використовуваної води визначається умовами її використання. Для охолодження випалювальних газів, балкових пальників вапняно-вапняних печей застосовують воду, що не містить зважених часток і має мінімальну тимчасову жорсткість, температура води повинна бути не більше 28 °С. Вода, що використовується для гасіння вапна, повинна мати мінімальний вміст солей, які обумовлюють постійну жорсткість, оскільки це може призвести до забруднення готового продукту. Живлення парових котлів здійснюється водою, котра зовсім не містить солей жорсткості, а також розчинених газів.

Хімічно осаджена крейда CaCO₃ – білий кристалічний порошок. Молекулярна маса 100,09. У воді майже не розчиняється; при нагріванні розкладається на CaO і CO₂; реагує з кислотами з виділенням діоксиду вуглецю. Безводний карбонат кальцію існує у вигляді трьох модифікацій: арагоніту, кальциту і ватеріту.

Залежно від ступеня чистоти випускається два сорти хімічно осадженої крейди (ГОСТ 8253-79). Якісні показники хімічно осадженої крейди наведені в табл. 2.1.

Хімічно осаджену крейду упаковують у чотиришарові паперові мішки марки НМ, чотиришарові бітумовані мішки марки БМ або чотиришарові ламіновані мішки марки ПМ. Упакований в мішки готовий продукт транспортером або навантажувачем доставляється на склад готової продукції. Мішки з хімічно осадженою крейдою складаються на піддони, які штабелюються в два яруси. Відвантаження готового продукту здійснюється піддонами в криті залізничні вагони за допомогою навантажувачів.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Хімічно осаджена крейда зберігається в відкритих складських приміщеннях. Термін зберігання продукту – 12 місяців.

Таблиця 2.1 – ГОСТ 8253-79. Хімічно осаджена крейда

Найменування показника	Норма	
	I сорт	II сорт
1. Білизна, %, не менше	93	не нормується
2. Масова частка карбонатів кальцію і магнію у перерахуванні на CaCO ₃ , %, не менше	98,5	97,0
3. Масова частка вільного луку в перерахуванні на CaO, %, не більше	0,03	0,05
4. Масова частка речовин, не розчинних у соляній кислоті, %, не більше в тому числі піску, %, не більше	0,1 0,014	0,3 не нормується
5. Масова частка полуторних оксидів заліза і алюмінію, %, не більше в тому числі заліза в перерахуванні на Fe ₂ O ₃ , %, не більше	0,4 0,1	0,7 0,3
6. Масова частка марганцю, %, не більше	0,01	не нормується
7. Масова частка міді, %, не більше	0,0005	не нормується
8. Масова частка вологи, %, не більше	0,5	1,5
9. Залишок після просівання на ситі з сіткою № 0045К за ГОСТ 6613-86, (% мас.), не більше	0,4	1,0
10. Насипна щільність, г/см ³ , не більше	0,25	0,4

1.2 Аналіз конструктивних і експлуатаційних параметрів петльової сушарки

Видалення вологи з пастоподібного напівпродукту хімічно осадженої крейди є завершальною стадією технологічного процесу. Спочатку вологу з суспензії видаляють механічним способом методом фільтрації на барабанних вакуум-фільтрах. Повний зневоднення проводять методом випарювання вологи з відведенням утворюються пари, тобто за допомогою петльової

										Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.030.00.000 ПЗ					

сушарки. Цей процес широко використовується в хімічній технології. Такий комбінований спосіб видалення вологи дозволяє підвищити економічні показники виробництва крейди. За своєю фізичної сутності сушка є складним процесом фізидифузійним, швидкість якого визначається швидкістю дифузії вологи з глибини висушуваного матеріалу в навколишнє середовище.

Видалення вологи при сушінні зводиться до переміщення тепла і вологи матеріалу і їх перенесення з поверхні матеріалу в навколишнє середовище. Таким чином, процес сушіння є поєднанням пов'язаних один з одним процесів тепло і масообміну (вологообмін). У нашому випадку застосована сушка топковим газами. Це пояснюється в першу чергу тим, що температура топкових газів значно вище температури повітря, що нагрівається перед сушінням. У результаті вологопоглинаючу здатність топкових газів у багато разів більше вологопоглинаючу здатність повітря і, відповідно підвищується потенція сушіння.

В якості сушильного агента застосуємо топкові гази, одержувані при спалюванні газоподібного палива (природного газу) у топках, безпосередньо вбудованих в сушарку. Температура топкових газів безпосередньо у пальника перевищує гранично допустиму для крейди (800 °C), тому їх розбавляють повітрям.

Конструкції сушарок, які можуть бути використані для цих цілей, досить різноманітні. Це і барабанні, струменеві, вальцові, сушарки киплячого шару, розпилювальні, петльові та т.д.

В існуючому виробництві для сушіння пасти крейди застосовується петльова сушарка. У цій сушарці паста поживний подається на нескінченну стрічку, яка проходить між обігриваються паром вальцями, вдавлюють пасту всередину комірок стрічки. Стрічка з впресовані матеріалом поступає в сушильну камеру, де утворює петлі. Це досягається за допомогою шарнірно з'єднаних ланок стрічки і розташованих на ній через певні проміжки поперечних планок, що спираються на ланцюговій конвеєр.

За допомогою направляючого ролика стрічка відводиться до автоматичного ударному пристрою, за допомогою якого висушуваного

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

матеріалу скидається з стрічки і виводиться з сушарки розвантажувальним шнеком. У петльових сушарках сушка проводиться в шарі невеличкої товщини 10-12 мм (рівною товщині ланок стрічки) при двосторонньому омивання стрічки топковим газами і прогріві запресованої матеріалу металевим каркасом сітки. Конструкція сушарки забезпечує велику швидкість сушіння в порівнянні з камерними. Разом з тим, петльові сушарки відрізняються складністю конструкції і вимагають значних експлуатаційних витрат.

Барабанна сушарка має циліндричний барабан, встановлений з невеликим ухилом до горизонту і упирається за допомогою бандажів на ролики. Барабан приводиться в обертання від електродвигуна через зубчасту передачу і редуктор. Матеріал у барабан подається поживний, попередньо підсушується, перемішуючись лопастями, після чого поступає у внутрішню насадку, розташовану по всій довжині барабана. Насадка забезпечує рівномірний розподіл і хороше перемішування матеріалу по перетину барабана, а також його тісну зіткнення при пересипання з сушильним агентом - топковим газами. Ці сушарки металоємності і малопродуктивні.

У сушарках киплячого шару висушуваного матеріалу поживний подається в шар матеріалу, «киплячого» на розподільчій решітці в камері. Сушильна агент - гаряче повітря або топкові гази подають в змішувальну камеру, де він зі значною швидкістю проходить через отвори решітки, підтримуючи на ній матеріал у киплячому (псевдоожжіженом) стані. Висушуваного матеріалу зсипається по тічці, а відпрацьовані гази очищають відкритим, а потім викидають в атмосферу. Незважаючи на велику продуктивність цих сушарок, в них великий пилоунос, що вимагає складного і дорогого пилоочищуючого обладнання.

У розпилювальних сушарках досягається висока інтенсивність випаровування вологи за рахунок тонкого розпилення висушуваного матеріалу в сушильній камері, через яку рухається сушильний агент. При сушці в розпилювальному стані питома поверхня випаровування досягає

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

великих величин, процес сушіння завершується надзвичайно швидко (до 15-30 с). В умовах майже легкової сушіння температура поверхні частинок матеріалу, незважаючи на високу температуру сушильного агента, лише трохи перевищує температуру адіабатичне випаровування води. Таким чином, досягається швидке сушіння в м'яких температурних умовах. Внаслідок відносно низької напруги камери по волозі розпилювальні сушарки представляють собою досить громіздкі апарати. Крім того, обладнання сушарок є досить складним і дорогим в експлуатації.

У вальцових сушарках суспензія подається в корито, в якому занурюється обертається валок. Матеріал у ночвах ретельно перемішується і наноситься тонким шаром (товщиною 1-2 мм) на валок. Зсередини валок обігривається теплоносієм, переважно паром. Висушування матеріалу відбувається інтенсивно в тонкому шарі протягом одного неповного обороту валка. Плівка підсушеного матеріалу знімається ножом, розташованим уздовж твірної валка. Чим тонше шар матеріалу, тим швидше і рівномірніше він висушується. Однак внаслідок малої тривалості сушіння часто потрібно досушку матеріалу. Крім того, ці сушарки малопродуктивні.

На підставі вищевикладеного, найбільш раціональним методом зневоднення крейдового молока, у виробництві хімічно осадженої крейди є застосуванням барабанних фільтрів для отримання пасти крейди з вологістю 16-18% і подальше її зневоднення на пільвій сушарці. Механічне зневоднення різко знижує енергоємність процесу, а петльова сушарка з інтенсивним переміщенням теплоносія більш продуктивна і має більш високу техніко-економічні показники в порівнянні з існуючій

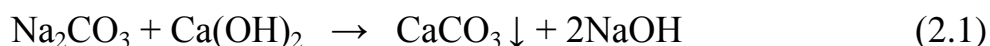
					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

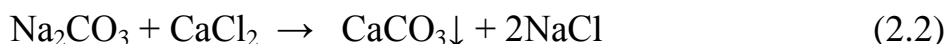
2.1 Обґрунтування обраного методу виробництва

Сучасне виробництво хімічно осадженої крейди здійснюється за нижче переліченими способами.

1. Взаємодія розчину кальцинованої соди з суспензією гідроксиду кальцію



2. Взаємодія розчину кальцинованої соди і хлориду кальцію



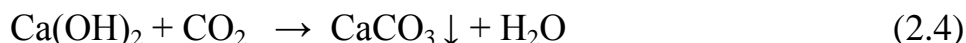
Кальцинована сода – дорогий і дефіцитний продукт, тому одержання хімічно осадженої крейди за реакціями (1.1) і (1.2) є економічно недоцільним.

3. Карбонізація розчину хлориду кальцію газом вапняних печей в присутності аміачної води



Одержання хімічно осадженої крейди обробкою хлориду кальцію аміаком і вуглекислим газом також не має практичного значення, оскільки пов'язане з необхідністю випарювання значної кількості слабких рідин, регенерації аміаку і накопичення скидних вод і шламів.

4. Карбонізація суспензії гідроксиду кальцію газом вапняно-випалювальних печей (вапняний спосіб)

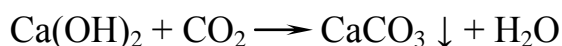


Вапняний спосіб виробництва має істотні переваги перед вказаними вище способами: застосування в якості вихідної сировини широко розповсюдженої у природі карбонатної сировини – крейди чи вапняку, а також відсутність рідких стоків, які важко утилізувати.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи переваги і недоліки існуючих способів одержання хімічно осадженої крейди, наявність сировинної бази та кількість утворюваних відходів, можна зробити висновок, що найбільш економічно вигідним способом одержання хімічно осадженої крейди є вапняний спосіб виробництва. Саме цей спосіб виробництва вибирається в дипломному проекті [2].

Вапняний спосіб виробництва хімічно осадженої крейди полягає в розкладанні карбонатної сировини при температурі 1100-1200°C у вапняно-випалювальних печах з одержанням вапна і вуглекислого газу, одержанні вапняного молока з наступною його карбонізацією газом вапняно-випалювальних печей [2]:



Випал карбонатної сировини може здійснюватися в шахтних, обертових печах і печах киплячого шару. Найбільшого застосування отримали шахтні печі, що пояснюється простотою їх конструкції і експлуатації, низькими капітальними витратами на будівництво, високою ефективністю.

За способом випалу розрізняють шахтні печі пересипні, напівгазові, на газоподібному і рідкому паливі.

Пересипні печі прості за конструкцією і надійні в експлуатації, але мають істотні недоліки: необхідність застосування тільки короткопалум'яного палива; одержуване вапно вивантажується разом зі шлаком, золою і паливом, що не згоріло, а це значно знижує якість вапна.

Мазут і газоподібне паливо мають ряд переваг перед твердим паливом: їх згорання легко регулюється, їх простіше транспортувати до печей і умови праці легше, ніж при роботі на твердому паливі. Заміна мазуту природним газом економічно вигідна, оскільки останній має нижчу вартість [3].

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

З огляду на вищевказане для випалу карбонатної сировини обирається шахтна вапняно-випалювальна піч, що працює на газоподібному паливі.

Після стадії випалу отримують вапно та вуглекислий газ. Вапно поступає на стадію гасіння. В результаті отримують вапняне молоко, яке проходить стадію карбонізації з утворенням крейдового молока. Останнє поступає на вакуум-фільтр, де відділяється крейдяна паста, що поступає на петльову сушарку.

2.2. Опис технологічної схеми виробництва

Залізничні піввагони, що поступають в цех, з вапняком подаються в двох бункерне приймальне відділення для розвантаження початкової сировини. Накочення навантажених вагонів на приймальні бункери здійснюється маневровим пристроєм. Після відкриття люків вагонів вапняк під дією своєї ваги прокидається через ґрати в приймальний бункер. Для очищення вагонів від залишків вапняку передбачена вібромішалка, що встановлюється на піввагоні. Вапняк з приймального бункера пластинчастим, стрічковим транспортером, ковшовим елеватором подається в один з шести бункерів складу вапняку. Для попередження подрібнення вапняку при падінні в бункерах встановлені похилі перегородки. З бункера вапняк стрічковим транспортером і скіповим підйомником подається в гуркіт для очищення від вапняної дрібниці з розмірами шматків менше 40 мм. При цьому відбувається очищення вапняку від піску, глини і інших забруднень з малими розмірами частинок. Вивантаження вапняку з бункера запасу і завантаження в шнек вапняної печі здійснюється за допомогою живильників, що коливаються. Виділена дрібна фракція вапняку віддаляється у відвал. Очищений вапняк, крупна фракція, з розмірами шматків від 40 мм до 120мм, стрічковим транспортером і вібролентами прямує в скіповий підйомник, що завантажує вапняно-випалювальну піч.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Випал вапняку

Випал вапняку проводиться в шахтних печах. Як паливо для випалу використовується природний газ. У зоні випалу відбувається розкладання вапняку за рахунок тепла, що поступає від згорання природного газу. Процес випалу здійснюється по реакції:



При випалу розкладається також MgCO_3 , присутній як домішка у вапняку:



Щоб реакція 2.1 була направлена у бік утворення CaO , зменшують парціальний тиск CO_2 , видаляючи його з печі, а також збільшують температуру випалення в порівнянні з теоретично необхідною. Розкладання CaCO_3 починається при температурі 600°C , але при такій температурі воно протікає в незначному ступені. Практично температура випалення вапняку коливається в межах $1000^\circ - 1200^\circ\text{C}$. Це викликано тим, що у виробничих умовах обпалюють велику кількість сировини з хімічним складом, що коливається, містить різні домішки. Ступінь випалення вапняку в печі досягає 92-95%.

При температурі випалу до 1200°C утворюється вапно високої якості. Зверху 1200°C утворюється маса сіруватого або зеленуватого відтінків, що має малу поверхню контактів, вимагає значно більшого часу на гасіння. Таке вапно називається перепалом. Унаслідок присутності в сировині домішок SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 при високій температурі утворюється двокальцієвий силікат $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, який розчиняється в розплавленому CaFe_2O_3 і разом з надлишком CaO дає низькоплавке з'єднання, що злипається при температурі випалу, і утворюючи «козли», порушують режим роботи печі.

Залежність між часом випалу, температурою і розміром шматка представлена на рис. 2.1.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

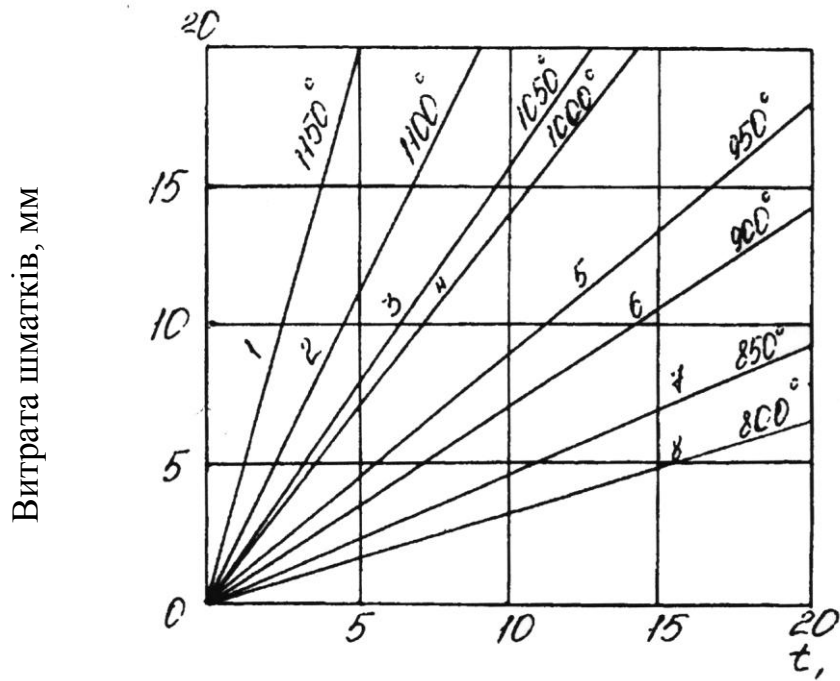


Рисунок 2.1 – Залежність між часом випалення, температурою і розмірами шматків

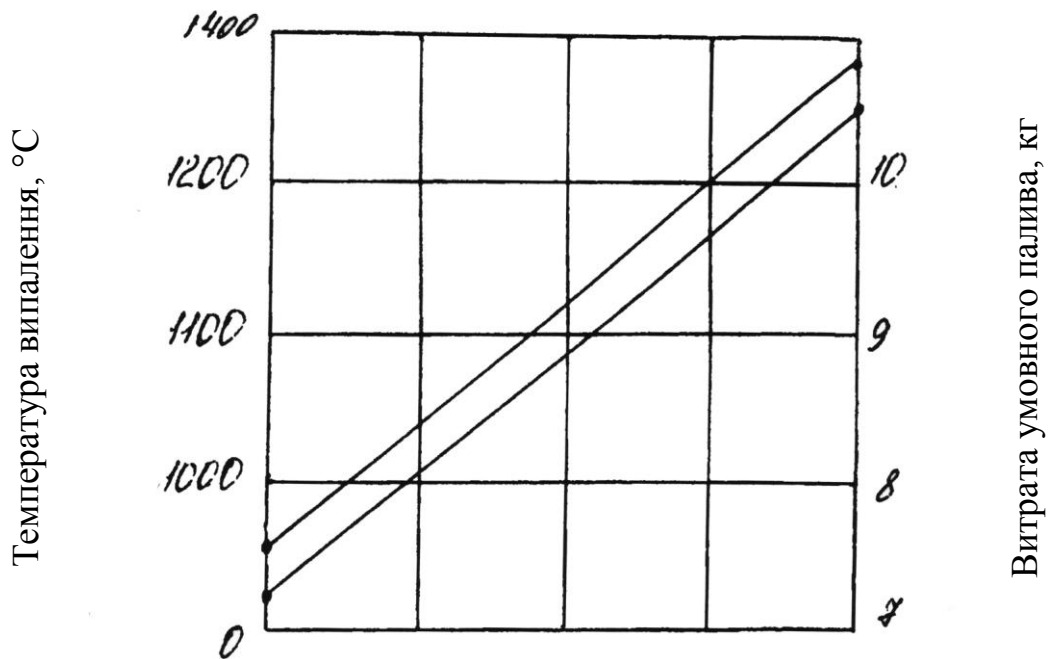


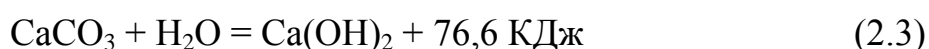
Рисунок 2.1 – Залежність між часом і температурою

Наявність у вапняку домішки $MgCO_3$ дуже впливає на температуру випалення вапняку, тому при підвищеному вмісті $MgCO_3$ у вапняку необхідно підтримувати нижчу температуру випалу, проте ця температура повинна бути достатньою, щоб забезпечити розкладання $CaCO_3$. Високий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

вміст у вапняку вологи викликає збільшення витрати палива і зниження концентрації CO₂ в пічному газі.

Відходи з ділянки гідрату окислу кальцію ковшовим контейнером поступають в приймальний бункер відділення гасіння вапна, звідки віброживильником і похилим елеватором подається в гаситель вапна апарат «Мік» по завантажувальній тічці. У завантажувальну тічку подається також вода для гасіння вапна і слабке вапняне молоко. Вода, що приймається для гасіння вапна, підігрівається взимку (не менше 70°C) в збірці конденсату відпрацьованою парою і конденсатом після парових валів петльової сушарки. У апараті відбувається гасіння вапна з утворенням вапняного молока по реакції:



Вапняне молоко разом з домішками виходить з гасителя самопливом і через краї вивантажного отвору направляється на вібросита для відділення дрібного і крупного недопалу, піску і інших домішок. Далі прямує в мішалку-збірник вапняного молока для відстоювання. У віброситі тверді частинки просіваються і вивантажуються на стрічковий транспортер недопалу. Вапняне молоко з мішалки - збірки відкачується відцентровим насосом на вібросита для тонкого очищення від домішок. Чисте вапняне молоко після вібросит по лотку прямує в мішалку - збірка чистого вапняного молока, звідти відцентровим насосом відкачується в карбонізатори. При необхідності, молоко викачується з мішалки на вібросита для повторного його очищення від домішок. Очищене вапняне молоко після вібросит прямує по лотку в мішалку для тієї, що подальшої карбонізує.

Карбонізація здійснюється в карбонізаційних колонах, які наповнюються вапняним молоком на висоту 2-2,5 м., а потім в нього подається газ з газозбірника. Вихід газу в атмосферу здійснюється з кожного карбонізатору. Після проведення процесу карбонізовану суспензію піддають нагріву парою до 90°C, потім пару закривають і за допомогою циліндрового

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

металевого дозатора, встановленого на кожному карбонізаторі, додають в суспензію 0,5-1,0 м³ слабкої фосфорної кислоти для нейтралізації решти лугу. Відбувається декарбонізація в течії 20 хвилин. Температура крейдового молока, що поступає на станцію фільтрації, не вище 90°C.

Отримуване крейдове молоко насосами подається в напірну мішалку, звідки самоплив на вібросита, службовці для остаточного очищення крейдового молока від піску. На віброситах встановлені стеки №70 з капрону, що мають 4900 отворів на 1 см². Після вібросит крейдова суспензія самоплив поступає в корито барабанних вакуум – фільтрів (поз. 1). Після вакуум - фільтрів фільтрат відводиться в двох сепараторів для відділення повітря від рідини, щоб уникнути попадання її у вакуум-мішалку (поз. 2). З сепараторів насосами фільтрат відкачується в два відстійники мішалки. Мішалка після заповнення відстійника зупиняється і після відділення рідкої фази вода зливається в каналізацію, а крейдова суспензія розмішується і відкачується насосами в напірну мішалку вакуум-фільтрів. При виході всмоктуючого спектру барабана вакуум-фільтра з фільтруючої суспензії осад, що утворився на поверхні фільтруючої тканини, підсушується і засмоктується повітрям. Крейдова паста, що потім утворилася, з вмістом вологи 35-60% відшаровується від фільтруючої тканини усередині сепаратора стислим повітрям, а зрізана зрізається ножом. Потім паста поступає в шестерний живильник петльової сушарки (поз. 3), стисле повітря у вакуум фільтр подається компресором РМК - 2 - 54.

Шестерним живильником крейдова паста перемішується і рівномірно розподіляється по ширині стрічки петльової сушарки. При проходженні стрічки з пастою між притискними валяннями, що обігріваються парою з тиском $4 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^5$ Па, паста вдавлюється в осередки стрічки. При цьому за рахунок високої температури валів, на поверхні пасти утворюється кірка з сухої крейди, яка оберігає пасту від випадання з осередку стрічки при її проходженні через сушарку. Поступаючи в сушарку, стрічка за допомогою спеціальних пристроїв, звисає по всій довжині сушарки. На виході з сушарки

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стрічка вибирається спеціальним роликком, після чого, стрічка з висушеним матеріалом прямує ударником, де сухий порошок, продукт відшаровується від стрічки і падає вниз на шнек. Очищена стрічка від крейди прямує назад до живильника, де знов проходить завантаження в ній крейдяної пасти. Сушильним агрегатом сушки є продукт згорання природного газу. Висушена крейда виводиться з сушарки шнеком і подається на дезінтегратор (поз. 6) для подрібнення. Далі подрібнена крейда шнеком (поз. 7) і елеватором (поз. 8) просівається і подається на відцентровий бурат (поз. 10) для просіювання твердих частинок, що утворилися при спалюванні кірки солей жорсткості з поверхнею стрічки притискних валів сушарки. Далі готовий продукт подається в затарювальну машину (поз. 11) і за допомогою її затаровується в мішки. Електрокаром транспортується на склад готової продукції для відвантаження споживачеві. Основною умовою для сушки є різниця парціального тиску пари над матеріалом до навколишнього середовища ($p_r^n \succ p_r^n$).

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ОБЛАДНАННЯ

Попередньо збезводнені на барабанному вакуум-фільтрі крейдяна суспензія у вигляді пасти з вологістю 16-18% у тічці надходить в живильник (поз 1), що складається з двох обертових назустріч один одному валків, з якого у формі стрічки вивантажується на сітчасту стрічку (поз . 3) сушарки. Стрічка проходить між двома притискними вальцями (поз. 2), якими вона вдавлюється в чарунки сітки. Ці вальці для запобігання налипання на них пасти обігриваються парою. Гаряча поверхню вальців випаровує вологу з поверхні сітчастої стрічки, що робить запресованих прямокутники пасти більш жорсткими і міцними, що запобігає їх мимовільне випадання з стрічки (поз.3) в процесі сушіння. Пройшовши два відхиляючих барабана (поз.4) стрічка (поз.3) підхоплюється планками ланцюгового конвеєра (поз.5), яких переміщається уздовж корпусу сушарки (поз.6). У корпусі сушарки з двох сторін змонтовані інжекційні пальники (поз8), в яких спалюється природний газ. Сюди ж поступає і повітря для розбавлення топкових газів.

У корпусі сушарки у верхній частині є труба, через яку відпрацьовані топкові гази викидаються в атмосферу. Хімічно обкладена крейда, запресованих в чарунки сітчастої стрічки, при переміщенні петлею стрічки вздовж сушарки до місця розвантаження поступово висихає за рахунок дифузії вологи, що знаходиться в центрі запресованих прямокутників до зовнішньої поверхні і її випаровування гарячими топковим газами. Нескінченна стрічка з сухим матеріалом сходить з конвеєра ланцюгового (поз.5) і переміщується до відхиляючої барабану, в безпосередній близькості від якого розташовано ударне струшує пристрій (поз.7), вибиває з стрічки сухий, хімічно обкладена крейда. Грудки крейди, що утворюються при сушінні, подрібнюються на дезінтеграторі, продукт просіюється, після чого поступає на упаковку / 2 /

Петльова сушарка є складним механізмом. Нескінченна сітчаста стрічка являє собою ряд пластин, виконаних зі смугової сталі і з'єднана

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

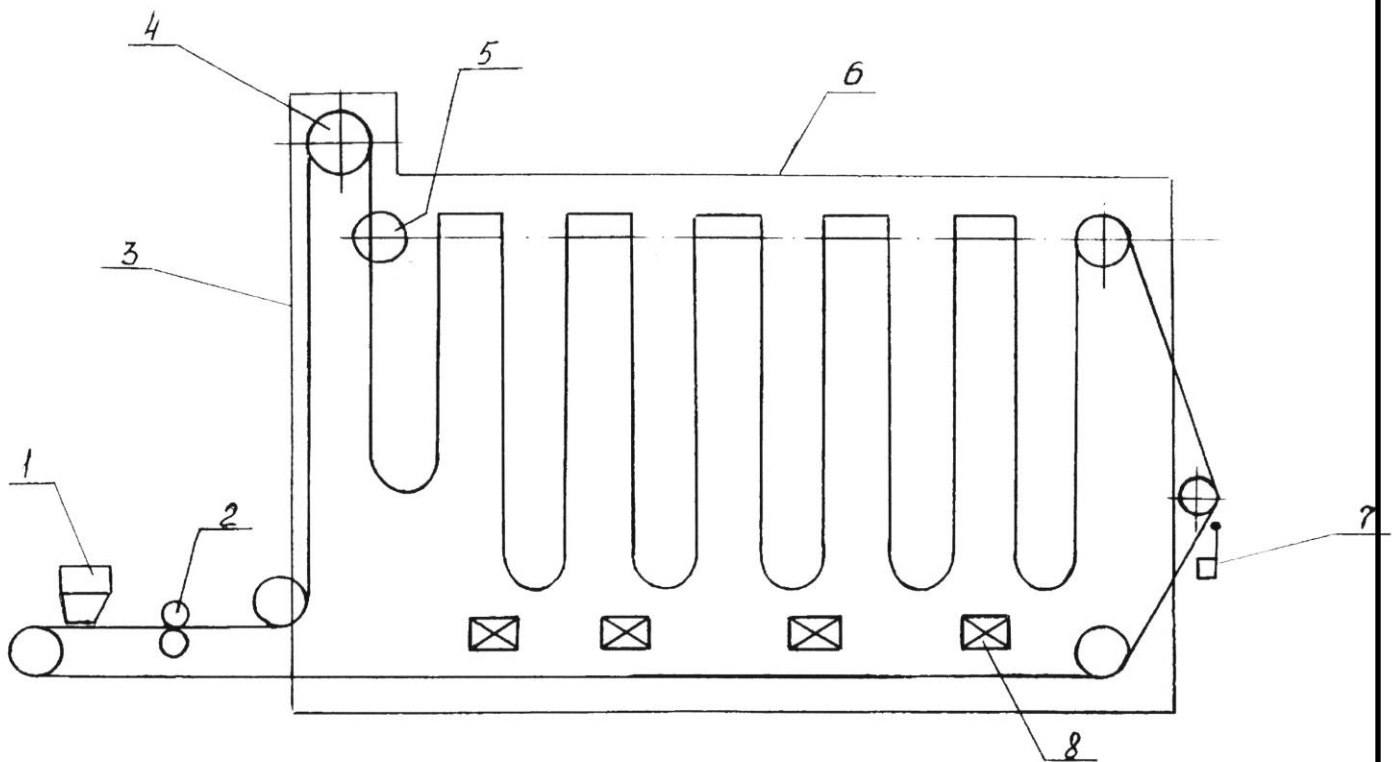
стрижнями з дроту. У процесі роботи стрічки шарнірні з'єднання зношуються, що приводить до збільшення отворів у смузі і зменшення діаметра стрижнів. Вільне переміщення стрижнів в отвори є причиною виштовхування вологого крейди з осередків, отже, це веде до просипки матеріалу. Крім того, це може призвести до обриву стрічки. У сформованих умовах представляється доцільним збільшити діаметр стрижнів на 1 мм, що дає можливість збільшити поверхню контакту на 2πr, тобто на 6,28 мм, а це підвищить зношеність шарнірного вузла і, відповідно, збільшить термін служби нескінченної сітчастої стрічки.

Петльова сушарка приводиться в рух від декількох приводів: механізми руху стрічки і ланцюгового конвеєра. Валик самої сушарки, притискальні і відхиляючі валики, наводяться від одного приводу системою ланцюгових передач. Існуюча схема приводу громіздка, складна в обслуговуванні. Представляється доцільним виконати роздільні приводу на ці механізми з електричним керуванням від датчика руху стрічки. У цьому випадку синхронність роботи всіх механізмів буде забезпечуватися одним командооператором - датчиком руху стрічки. Це технічне рішення значно спростить існуючу систему приводу сушарки. Існуюча система обігріву паром притискних вальців також нераціональна, тому що вимагає постійного підвода і витрати пари на сушіння. У той же час в сушці є гарячі відпрацьовані гази з температурою 200-250 ° С, які в даний час викидаються в атмосферу. З метою виключення використання пари на обігрів притискних вальців, необхідно змонтувати газохід від сушарки до вальцях, а після вальців встановити вентилятор, забезпечений шибром для регулювання кількості відбирають з сушарки відпрацьованих гарячих газів.

Процес сушіння пасти хімічно осадженої крейди в сушці можна значно інтенсифікувати, встановивши в корпусі сушарки 4-5 вентиляторів. В даний час в сушарці присутній природний рух теплоносія від газів пальників до витяжної труби. Природно, за такої схеми присутні і застійні зони та

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

дільниці, де теплоносій викидається з ф 50-70%. Застосування примусової циркуляції теплоносія дозволить уникнути зазначених вище недоліків.



- 1- живильник; 2- притискні вальці; 3- нескінченна сітчаста стрічка; 4 - барабан;
 5 - конвеєр; 6 - корпус сушарки; 7 - ударний пристрій; 8 - пальник газований

Рисунок 3.1 - Петльова сушарка

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

4. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріали, призначені для виготовлення вузлів деталей апарата повинні задовольняти комплексу вимог, обумовлених конструкцією, технологією обробки й експлуатацією апарата.

- достатня корозійна стійкість в агресивному середовищі при заданій температурі, визначена швидкістю проникнення корозії, а також жаростійкість і стійкість проти можливих видів корозійного руйнування;

- достатня механічна міцність при заданій температурі з урахуванням специфічних вимог, що пред'являються при випробуванні і експлуатації устаткування;

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

При виборі матеріалів для апаратів, що працюють при високих температурах, необхідно враховувати, що механічні властивості матеріалів істотно змінюються залежно від температури. Як правило, міцнісні властивості металів і сплавів підвищуються при низьких температурах і знижуються при високих. Пониження міцнісних властивостей при високих температурах обумовлене такими, що відбуваються в металі структурними і фазовими перетвореннями.

Для виготовлення рами сушарки, рами живильника, рами приводу, приводного барабану, кришок барабану використовують листи, кутки, смуги, двотаври, швелера зі СтЗсп ГОСТ 380–2005.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.14- 0.22	0.15 - 0.30	0.4 - 0.65	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.3	до 0.08

Ця сталь має досить гарні механічні властивості $\sigma_B = 380\text{--}490$ МПа, $\sigma_T = 255$ МПа. Ще одна перевага перед іншими видами сталі – її доступність і досить низька ціна.

					2017.030.00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					22

Вал приводного барабану, вали редуктора приводу виготовляють зі сталі 45 ГОСТ 1050-88. Це конструкційна сталь з наступним хімічним складом:

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

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

Зубчасте колесо конічної передачі виготовляють зі сталі 45Л ГОСТ 977-88.

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

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

Для виготовлення шестерні конічної передачі приймаємо конструкційну сталь 50 ГОСТ 1050-88.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.47 - 0.55	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.25	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.25	до 0.08

Механічні властивості сталі після загартування та відпуску до: $\sigma_b = 830$ МПа, $\sigma_T = 600$ МПа.

Шків пасової передачі, корпус підшипника приводного барабану виготовляють з чавуну СЧ 18 ГОСТ 1412-85.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr
3,3 - 3,5	1,4 - 2,4	0.7 - 1.0	до 0.5	до 0.15	до 0.2	до 0.15

Механічні характеристики: межа міцності при розтягу 180 МПа.

Хром (Cr) - робить сталь стійкою проти корозії і окислення, зменшує схильність до ломкого руйнування. Хромиста сталь має підвищену стійкість

					2017.030.00.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				23

проти відпуску. Хром підвищує дозакалювання сталі, сприяє отриманню високої і рівномірної твердості, забезпечує підвищену зносостійкість.

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

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

Марганець - найдешевший і доступний легуючий елемент. Він додається в сталь для її розкислення і усуває шкідливий вплив сірки і підвищує її пружність, але при цьому не зменшуючи теплопровідність.

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 трубопроводів приймаємо якісний паронит 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 маслобензостойкий.

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

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

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

Маслобензостойкий пароніт використовується в умовах таких середовищ: легкі і важкі нафтопродукти, розплав воску, масляні фракції, газоподібні і зріджені вуглеці С1-С15, коксовий газ, розсоли, азот і газоподібний кисень. Необхідна температура експлуатації в межах від -40 - +490 градусів при щільності 1,5 - 2,0 г/см³.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

5. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ ОБЛАДНАННЯ

5.1 Матеріальний розрахунок виробництва і вибір основного і допоміжного технологічного устаткування

Початкові дані для складання матеріального балансу.

1. Хімічний склад вапняку:

CaCO₃ - 97,65%

MgCO₃- 1,07%

R₂O₃-0,13%

Нерозчинні в HCl - 1,17%, H₂O - 0,001%

2. Ступінь випалення CaCO₃ - 95%

3. Ступінь випалення MgCO₃ – 100 %

4. Температура вапняку – 60°C

5. Температура газів, що відходять – 270°C

6. Паливо – метан CH₄

7. CO₂+N₂-2%

8. Q_{газ} ≈ 34777 кДж

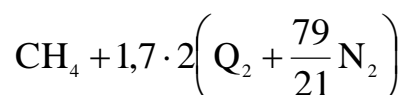
9. Коефіцієнт надлишку повітря α=1,7

10. Температура води до балки – 23°C

11. Температура води після балки – 52°C.

Температура випалення 1000°C, що відповідатиме надлишку повітря для процесу спалювання CH₄ – 1,7.

Перевіряємо температуру по рівню горіння CH₄ при коефіцієнті випромінювання в зоні випалення 0,9.



Таким чином, при спалюванні 1м³ CH₄ потрібно:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- повітря $3,4+12,58=15,98 \text{ м}^3$;

- утворюється газів $1+2+1,7+12,58=17,28 \text{ м}^3$.

Вміст водяної пари в газі - 2 м^3 .

Визначаємо температуру в зоні випалення при коефіцієнті випромінювання 0,9:

$$N = 2 \frac{Q_H}{CV} = 0,9 \cdot \frac{34777}{1,76 \cdot 17,28} = 1030^\circ \text{C},$$

що задовольняє умовам режиму випалення.

Розрахунок випалення вапняку:

$$967,5 \cdot 0,95 = 92,7 \text{ кг.}$$



$$\text{CaCO}_3 = \frac{92,7 \cdot 56}{100} = 519 \text{ кг}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{92,7 \cdot 44}{100} = 408 \text{ кг} = 208 \text{ м}^3$$

При 100% дисоціації MgCO_3



$$\text{MgO} = \frac{10,7 \cdot 40}{84} = 5,0 \text{ кг};$$

$$\text{CO}_2 = \frac{10,7 \cdot 44}{84} = 5,5 \text{ кг} = 2,9 \text{ м}^3.$$

При випаленні 1000 кг вапняку виходить вапно складу:

CO – 519 кг – 88,4%

MgO – 5 кг – 0,8%

CaCO₃ – 49,5 кг – 8,4%

R₂O₃ – 1,30 кг – 0,4%

Нормативні в HCl – 11,7 кг – 2,0%

586,5 кг – 100%

Утворилось CO₂: 408+5,5=413,5 кг або 210,9 м³

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріальний баланс відділення гасіння вапна

Згідно матеріальному балансу вапняної печі (таблиця 2.1) склад вапна:

CaO _{акт} + MgO _{акт}	8
	9,2%
Домішки	2
	,4%
CaCO ₃	8
	4%
<hr/>	
	1
	00%

Температура вапна – 60°C

Температура води – 80

Температура вапняного молока – 52°C

Склад відходів, що поступають на гасіння:

CaO _{акт} + MgO _{акт}	91%
Домішки	7,7%
CaCO ₃	1,3%
<hr/>	
	100%

В результаті очищення вапняного молока є наступні відходи:

Недопал після апарату «Мік»

CaO _{акт}	4
	,87%
Домішки	1
	3%
CaCO ₃	7
	6,3%
H ₂ O	5
	,83%

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1

00%

Відходи після циклонів:

CaO_{акт} + MgO_{акт} 35%

Домішки 20%

CaCO₃ 5%

H₂O 40%

100%

Виробничі втрати:

а) очищення вапняного молока	17
	%
б) очищення крейдового молока	1
	%
в) віднесення з димовими газами	0,5
	%
г) віднесення з газами, що відходять	0,5
	%
д) на рівні готового продукту	1
	%
е) розсипи в складі готового продукту	1
	%
	21
	%

Таблиця 5.1 – Матеріальний баланс вапняно-випалювальної печі на 1 м³ вапна

Компоненти	Прихід, кг.					Витрати, кг.				
	з вапняком	з газом CH ₄	с повітрям	утворилось по реакції	разом	з вапняком	з газом	всього	пішло на реакцію	разом
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.030.00.000 ПЗ					Арк.
										29

CaCO ₃	976,5	--	--	--	976,5	49,5	--	--	927	976,5
MgCO ₃	10,7	--	--	--	10,7	--	--	--	10,7	10,7
R ₂ O ₃	1,3	--	--	--	1,3	1,3	--	--	11	1,3
Нерозчинні в HCl	11,7	--	--	--	11,7	11,7	--	--	11	11,7
H ₂ O	--	--	--	167	167	--	167	167	--11	167
CaO	--	--	--	519	519	519	--	--	11	519
MgO	--	--	--	5	5	5	--	--	11	5
CO ₂ від печей	--	--	--	204	204	--	617,5	617,5	11	617,5
O ₂	--	--	505	505	505	--	208	208	297	505
N ₂	--	--	1635	--	1635	--	1635	1635	--	1635
CH ₄	--	124	--	--	124	--	--	--	124	124

Визначаємо витрати 85%-го вапна на 1т 98,5%-ої хімічно осадженої крейди:

$$\frac{98,5 \cdot 56}{100 \cdot 85} = 649 \text{кг. с урахуванням втрат.}$$

$$\frac{649 \cdot 100}{100 \cdot 21} = 822 \text{кг.}$$

З урахуванням переробки відходів, склад вапна усереднюється і за рахунок збільшення приміси $\text{CaO}_{\text{акт}}$ знижується до 79%.

$$\frac{822 \cdot 85}{79} = 884 \text{кг.}$$

З практичних даних на 1000 кг крейди утворюється 120 кг відходів після сортування змістом:

$\text{CaO}_{\text{акт}} + \text{Mg}$	9%
Домішки	7,7%
CaCO_3	1,3%
	100%

У ваговій кількості це складе:

$$\text{CaO}_{\text{акт}} + \text{MgO}_{\text{акт}} = 0,12 \cdot 0,91 \cdot 100 = 10,92$$

}

$$\text{Домішки} = 0,12 \cdot 0,077 \cdot 100 = 9,2 \text{кг} \quad 20 \text{кг}$$

$$\text{CaCO}_3 = 0,12 \cdot 0,013 \cdot 100 = 1,6 \text{кг}$$

764 кг вапна з печі наступного складу:

$\text{CaO}_{\text{акт}} + \text{MgO}_{\text{акт}}$	90,4%	}	100%
Домішки	2,9%		
CaCO_3	6,7%		

У ваговій кількості це складе:

$$\text{CaO}_{\text{акт}} + \text{MgO}_{\text{акт}} = 764 \cdot 0,904 = 691 \text{кг}$$

$$\text{Домішки} = 764 \cdot 0,029 = 22 \text{кг}$$

$$\text{CaCO}_3 = 764 \cdot 0,064 = 49 \text{кг}$$

}

764кг

Разом в гаситель на 1000 кг хімічно осадженої крейди поступає вапна:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$120+764=884\text{кг.}$$

На підставі даних, приймаємо наступні склади відходів, що складає у відсотках:

крупного недопалу – 17,46%

відходи після циклонів – 17,98%

Недопал $\text{CaO}_{\text{акт}} + \text{MgO}_{\text{акт}}$ – 4,92%

До	1
мішки	2,97%
Ca	7
CO_3	6,28%
H_2	5
O	,83%
<hr/>	
	1
	00%

Відходи циклонів:

$\text{CaO}_{\text{акт}} +$	2
$\text{MgO}_{\text{акт}}$	7,5%
Домішки	2
	1,96%
CaCO_3	6
	,99%
H_2O	4
	3,55%
<hr/>	
	1
	00%

Визначаємо кількість крупного недопалу:

$$\frac{884 \cdot 17,76}{100} = 154,3\text{кг.}$$

У крупних шматках відходів міститься:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{154,3 \cdot 4,92}{100} = 7,6 \text{ кг } \text{CaO}_{\text{акт}} + \text{MgO}_{\text{акт}}$$

$$\frac{154,3 \cdot 12,97}{100} = 20 \text{ кг } \text{домішок}$$

$$\frac{158,9 \cdot 6,89}{100} = 11,1 \text{ кг } \text{CaCO}_3$$

$$\frac{158,9 \cdot 43,55}{100} = 69,2 \text{ H}_2\text{O}$$

Разом: 158кг.

Крупні шматки недопалу повертаються в піч для повторного випалення.

Визначимо кількість вапна і дрібних відходів, що перейшли в розчин:

$$884 - 117,7 = 766,3 \text{ кг}$$

Задаючись необхідною концентрацією вапняного молока, визначаємо кількість води, необхідну для гасіння вапна. Концентрація вапняного молока повинна бути 98% з повністю 1,022 кг/м³.

$$\frac{766,8}{98} = 7,8 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість води і домішок в 1 м² вапняного молока з щільністю 1,022 · 10³ кг/м³

$$1,022 \cdot 1000 = 1022 \text{ кг/м}^3$$

$$7,8 \text{ м}^3 \text{ буде: } 1022 \cdot 7,8 = 7972 \text{ кг.}$$

Визначимо кількість води:

$$7972 \cdot 78,2 = 7893,8 \text{ кг}$$

де 78,2 кг – втрати води з шламом на циклонах.

Загальна маса складе:

$$1,12 \cdot 7,8 \cdot 1000 = 8736 \text{ кг}$$

Таким чином, в мішалку на 1000 кг крейди поступає 8736 кг вапняного молока. (Табл. 2.2).

Матеріальний баланс карбонізації

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Теоретичні витрати 85% СаО на 1000кг 98,5% хімічно осадженої крейди:

$$\frac{98,5 \cdot 56 \cdot 100}{100 \cdot 85} = 649 \text{кг.}$$

Втрати по цеху приймаємо 21%

$$\frac{649 \cdot 100}{100 \cdot 21} = 820 \text{кг} \quad 85\% \text{ СаО}$$

Таблиця 5.2 – Зведений матеріальний баланс гасителя вапна на 1000 кг
вапна

Компоне нти	Прихід, кг.					Витрати, кг.				
	CaO _{акт} + MgO _{ак} т, кг	Домі шки	CaCO ₃	H ₂ O	Разо м	CaO _а кг + MgO акт, кг	До мі шк и	CaC O ₃	H ₂ O	Раз ом
Вапно	691	22	51	797 2	8736	649			7898, 5	85 42, 5
Відходи після сортуван ня вапна	10,92	9,2	1,6		120					
Відходи після циклонів						43,7	34, 9	11,1	69,2	15 8,9
Недопал після «Мік»						7,6	20	117, 7	9	15 4,3
Разом	7002	31,2	52,6	797 2	8856	700, 3	54, 9	54,9	7972	88 56

Оскільки 17% вапна втрачається на гасінні вапняного шламу, а 4% втрачається крейдою, то вапна на карбонізацію поступатиме:

$$\frac{649 \cdot 100}{100 \cdot 4} = 647 \text{ кг}$$

1. З вапняним молоком необхідна кількість м^3 Ca(OH)_2 на 1м готового продукту.

$$\begin{aligned} & 1 \text{ м}^3 - 98\% \\ & x - 647 \\ x &= \frac{676 \cdot 1}{98} = 6,9 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Визначимо абсолютну кількість кожного компоненту:

$$\begin{aligned} \text{CaO} &= 6,9 \cdot 98 = 676 \text{ кг} \\ \text{SiO} &= 6,9 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 12 \text{ кг} \\ \text{Al}_2\text{O}_3 &= 6,9 \cdot 0,7 \cdot 1,4 = 7 \text{ кг} \\ & \text{Разом } 695 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Вага вапняного молока:

$$6,9 \cdot 10,6 \cdot 1000 = 7314 \text{ кг}$$

Визначаємо кількість води:

$$7314 - 695 - 217 = 6402 \text{ кг,}$$

де 217 кг – кількість води, що пішла на гасіння вапна:



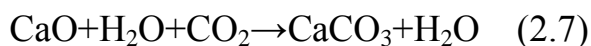
$$56 - 18$$

$$676 - x$$

$$x = \frac{676 \cdot 18}{56} = 217$$

2. Прихід з газом.

Визначаємо необхідну кількість 100% CO_2 для карбонізації 676 кг CaO по реакції:



$$56 - 44$$

$$676 - x$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$x = \frac{676 \cdot 44}{56} = 531 \text{кг} \quad \text{або} \quad \frac{531 \cdot 22,4}{44} = 270 \text{м}^3 \quad 100\% \text{CO}_2$$

Коефіцієнт утилізації CO₂

$$\left(\frac{1 - \frac{10}{18,95}}{1 - \frac{10}{100}} \right) \cdot 100\% = 50,5\%$$

Визначаємо необхідну кількість CO₂ з утилізацією 50,5 %

$$\frac{531 \cdot 100}{50,5} = 1051 \text{кг} \quad \text{або} \quad \frac{1051 \cdot 22,4}{44} = 535 \text{м}^3 \quad 100\%$$

18,95% CO₂ складе:

$$\frac{535 \cdot 100}{18,95} = 2823 \text{м}^3$$

що складе в кілограмах

$$\frac{2823 \cdot 44}{22,4} = 5544 \text{кг}, \text{ де}$$

$$\text{CO}_2 - 5544 \cdot 0,212 = 1175 \text{кг}$$

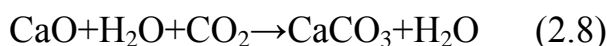
$$\text{N} - 5544 \cdot 0,711 = 3942 \text{кг.}$$

$$\text{O}_2 - 5544 \cdot 0,077 = 427 \text{кг.}$$

3. С газом поступає вода:

$$5544 \cdot 0,0512 = 284 \text{кг}$$

Виходить CaCO₃ по реакції



$$56 - 100$$

$$676 - x$$

$$x = \frac{676 \cdot 100}{56} = 1207 \text{кг.}$$

4. З паром приходить вода:

$$0,28 \cdot 1,56 = 0,437 \text{т або } 437 \text{кг,}$$

де 0,28 тон – витрата пари на 1000кг крейди;

1,56 т - коефіцієнт перерахунку.

Витрати:

										2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							35

Піде CO₂ для отримання сухого льоду

$$1051-531 = 220\text{кг}$$

З газом піде водяної пари:

$$0,0835 \cdot 4889 = 408\text{кг.}$$

З газом піде водяної пари з практичних даних 50%. Вага спорожнення складе:

$$7722 - (1207 + 11 + 7) = 6496\text{кг.}$$

Матеріальний баланс стадії фільтрації

Вихідні дані: 1000кг. крейдового молока

Склад пасти: CaCO₃=39,7%

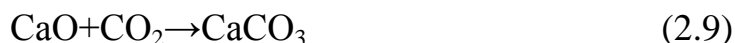
H₂O=60%

Домішки =0,3%

100%

Згідно ГОСТу 8258-85 зміст CaCO₃ - 98,5%, домішки - 1,5%. Склад рідини, яка надходить на фільтрацію.

1. Визначимо кількість м³ суспензії, необхідної для отримання 1000кг 100% хімічно осадженої крейди: на карбонізацію вапняного молока надходить 62н.д. СаО, що в перерахунку складає 86,8 кг/м³. Утворюється СаСО₃.



$$56 - 100$$

$$86,8 - x$$

$$x = \frac{86,8 \cdot 100}{56} = 155\text{г/л}$$

або в перерахунку на 98,5% СаСО₃ це становить 157,4 кг/м³.

Визначаємо масу суспензії, що надходить на фільтрацію.

$$6,3 \cdot 1,11 \cdot 1000 = 6993\text{кг,}$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

де 1,11 - питома маса крейдового молока.

Таблиця 5.3 - Зведений матеріальний баланс відділення карбонізації

Компоненти	Прихід, кг.					Витрата, кг.				
	з вапняним молоком	з газом	утворений з реакції	з парою	Разом	витрата по реакції	газ для одержування	з вапняним молоком	H ₂ O	Разом
CaO	676					676				
Al ₂ O	7							7		
SiO ₂	12							12		
CO ₂		1051					531	520		
N ₂		3942					3942			
O ₂		427					427			
H ₂ O	6402	284		437		408		6402	219	
CaCO ₃			1207					1207		
Разом	7097	5704	1207	437	1444	1207	5297	7722	219	1444
					5					5

Витрати

Так як в пасті міститься 60% води, то в 100кг пасті міститься 600 кг води, 397кг крейди і 3г домішок. Визначимо кількість води, що йде з пастою на 1000кг 98,5% крейди

$$\begin{aligned} &400 - 600 \\ &1000 - x \\ x &= \frac{1000 \cdot 600}{400} = 1500\text{кг.} \end{aligned}$$

При розрахунках враховуємо втрати крейди, який йде з фільтрової рідиною. Втрати складуть 1% всієї кількості крейди.

$$\frac{1000 \cdot 1}{100} = 10\text{кг CaCO}_3$$

тобто на сушку йде пасті з вологою:

$$1000 + 1500 = 2500\text{кг.}$$

Після фільтрації води йде пасті з фільтратом з урахуванням втрат крейди:

$$6993 - (2500 + 10) = 4483\text{кг}$$

Таблиця 5.2 - Матеріальний баланс стадії фільтрації

Прихід	кг	Витрата	кг
Прихід суспензії на фільтри	6993	1. Паста з вологою	2500
		2. Вода с фільтром	4483
		3. Втрати CaCO ₃ с фільтратом	10
Разом	6993	Разом	6993

Матеріальний баланс стадії сушки

Прихід

1. Склад пасти:	CaCO ₃	- 39,7%	}	
	H ₂ O	- 60%		100%
	Домішки	- 0,3%		
2. Склад готового продукту:	CaCO ₃	- 98,5%	}	
	H ₂ O	- 0,5%		100%
	Домішки	- 1,0%		
3. Склад природного газу:	CH ₄	- 100%		
	Q ₂	35753		
		кДж/м ³		

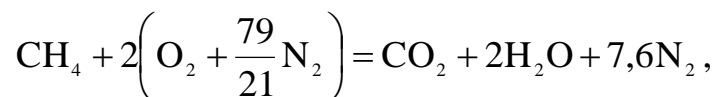
4. Температура пасти, що надходить в сушарку - 50 °С

5. Температура повітря що надходить в сушарку - 15 °С

6. Температура газів в сушці - 130 °С

7. Температура готового продукту з сушарки - 100 °С

8. Теоретична концентрація CO₂ при горінні CH₄ без надлишку повітря



тобто при спалюванні 1 м³ CH₄ виходить топкового газу:

$$1 + 2 + 7,6 = 10,6 \text{ м}^3$$

в тому числі сухих газів без вологи:

$$1 + 7,6 + 8,6 \text{ м.}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{1 \cdot 100}{8,6} = 11,6\%$$

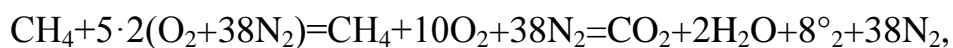
У газах що відходять з сушарки міститься CO₂ - 2,3%, тобто процес спалювання CH₄ в сушарці здійснюється при надлишку повітря:

$$\alpha = \frac{\text{CO}_2 \text{ max}}{\text{CO}_2 \text{ min}} = \frac{11,6}{2,3} = 5,0$$

Визначаємо об'єм газів при спалюванні 1 м³ CH₄ при надлишку повітря

$$\alpha = 5$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39



тобто при спалюванні 1 м^3 CH_4 при $\alpha = 5$ потрібно повітря:

$$10\text{O}_2 + 38\text{N}_2 = 48\text{ м}^3$$

При цьому виходить топкових газів:

$$1 + 2 + 8\text{O}_2 + 38\text{N}_2 = 49\text{ м}^3$$

Визначаємо температуру газів в середній зоні сушарки при коефіцієнті випромінювання $\eta = 0,8$

$$T = \frac{0,8 \cdot 34777}{0,34 \cdot 49 \cdot 4,19} = 398,6^\circ\text{C},$$

що задовольняє умовам режиму. Втрати CaCO_3 на ділянках карбонізації до упаковки готового продукту складають 3%. З матеріального балансу з фільтрації на сушарку надходить пасти з вологою 2500 кг.

Витрата

Вихід з готовим продуктом з сушарки:

$$\text{CaCO}_3 = 992,5 \text{ кг.}$$

Домішки = 7,5 кг.

H_2O в кінцевому продукті допускається до 1% і становить 10 кг.

Разом - 1010кг.

Таким чином, випаровується вологи в петльовій сушарці:

$$1500 - 10 = 1490\text{кг.}$$

Разом $1010 + 1490 = 2500\text{кг.}$

Таблиця 2.5 - Матеріальний баланс сушарки

Компоненти	Прихід, кг	Компоненти	Витрати, кг
CaCO_3	992,5	CaCO_3	992,5
Приміси	7,5	Приміси	7,5
H_2O	1500	Волога; H_2O	1490; 10
Разом	2500	Разом	2500

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Вибір основного обладнання

Для раніше вибраної технологічної схеми виробництва хімічно осадженої крейди потужністю 40 тис. тон на рік підбирають основне обладнання на підставі балансу робочого часу вибраного з графіка ППР.

Номінальний фонд робочого часу на рік:

$$T_H = P_p \cdot P_{\text{ч}} \cdot P_{\text{зм}}$$

$$P_p = 365 - 5 = 360 \text{ днів.}$$

P_p – число робочих днів в році;

5 – ремонт обладнання в році, днів;

$P_{\text{ч}}$ – число робочих часів у зміну;

$$P_{\text{ч}} = 8;$$

$P_{\text{зм}}$ – число робочих змін в добу;

$$P_{\text{зм}} = 3.$$

$$P_H = 360 \cdot 8 \cdot 3 = 8640 \text{ часов.}$$

Виходячи із заданої продуктивності, годинна продуктивність цеху повинна складати:

$$\frac{40000}{8640} = 4,63 \text{ т/ч}$$

Основні стадії виробництва:

- Випалення вапняку;
- Гасіння вапна;
- Карбонізація;
- Фільтрація;
- Сушка.

В якості основного устаткування в цеху по стадіях виробництва вибираю:

1. Вапняну випалювальних піч продуктивністю 100т/добуи (за вапном. Фракція пекучого вапняку 40 ÷ 120 мм. Паливо - природний газ. Система

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

подачі газу в піч - внутрішнім і периферійним введенням в двох ярусах. Внутрішній діаметр шахти 18,0 м. Внутрішня площа поперечного перерізу шахти 8 м.

2. Гаситель вапна: довжина - 12000м, діаметр 1,75 м, продуктивність - 65 т / добу.

3. Карбонізаційну колону безперервної дії. Продуктивність - 2,5 т/год, витрата газу 8000-10000 м³ / ч. Обсяг колони 14 м³. Обсяг сепаратору - 1,0 м³. Тиск - 0,5 · 1,013 · 105Па. Температура до 100 °С.

4. Вакуум-фільтр продуктивністю 30т/добу.

5. Сушилку петлевої продуктивністю 1,1 т / г.

6. Швидкість руху стрічки 0,08 - 0,24 м/сек. Волога на вході 55-60%, а на виході 1%.

Поверхня 417м². Середина нейтральна, температура середовища 350 ° С. Матеріали основних частин - нержавіюча сталь, чавун. Електродвигун типу АТ - 52-6 потужністю 4,5 кВт, число обертів - 950 об/хв. Напруга 220-380 В. Габарити: довжина - 16м, ширина 6,7 м, висота 6,3 м.

Згідно системи «технічного обслуговування та ремонту обладнання» ремонтний цикл:

$$Ц = Ц_n + \sum t,$$

де $Ц_k$ - ресурс у годинах між капітальним ремонтом.

$\sum t$ - сума простоїв в ремонтах за ремонтний цикл.

$$\sum t = n t_T + t_k,$$

де n - число простоїв в ремонтах за ремонтний цикл в годинах;

t_T - час простоїв в текучому ремонті;

t_k - час простоїв в капітальному ремонті, ч.

Вапняно-випалювальних піч:

$$n = \frac{25920}{270} - 1 = 35 \text{шт.}$$

Час простоїв у ремонті за цикл:

$$\sum t = 35 \cdot 22 + 1446 = 2210 \text{ч.}$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість циклу:

$$\text{Ц} = 25920 \cdot 2210 = 28130\text{ч.}$$

Періодичність:

$$\frac{28130}{8640} = 3,25$$

Кількість простоїв в році:

$$\frac{2210}{3,25} = 680$$

Ефективний час робіт на рік:

$$8640 - 680 = 7960\text{ч.}$$

Продуктивність 4,2 т/г.

Кількість вапна для отримання 40000 тонн на рік хімічно осадженої крейди складе:

$$Q = 40000 \cdot 0,884 = 35360\text{т.}$$

Необхідно встановити вапняно-випалювальних печей:

$$\frac{35360}{4,2 \cdot 7960} = 1,06$$

Встановлюємо 2 печі:

Гаситель вапна - апарат «Мік».

продуктивність 65 т / добу. або 2,71 т / г.

Поточний ремонт за ремонтний цикл:

$$n = \frac{6840}{720} - 1 = 11$$

Час простою за ремонтний цикл:

$$\Sigma t = 8 \cdot 11 + 120 = 208\text{ч.}$$

Тривалість ремонтного циклу:

$$\text{Ц} = 8640 \cdot 208 = 8848\text{ч.}$$

Періодичність циклу:

$$\frac{8848}{8640} = 1,02$$

Ефективний час робіт за рік

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$8640-187 = 8453\text{ч.}$$

Кількість встановлених гасителів:

$$\frac{40000}{2,71 \cdot 8453} = 1,75$$

Приймаються 2 гасителя.

Сушарка петльова

Кількість петльових сушарок:

$$n = \frac{40000}{1,1 \cdot 8453} = 4,3$$

Приймаються до встановлюваним 5 штук.

Карбонізатори безперервної дії

Приймаються норми проведення ремонтів за аналогією з карбоколонкой содового виробництва.

Кількість поточних ремонтів:

$$\frac{86400}{720} - 1 = 119 \text{ ремонтів.}$$

Час простоїв в ремонтний цикл:

$$\Sigma t = 119 \cdot 40 \cdot 552 = 5312\text{ч.}$$

Тривалість ремонтного циклу:

$$\text{Ц} = 86400 : 5312 = 91712\text{ч.}$$

Періодичність циклу:

$$\frac{91712}{8640} = 10,6$$

Час простоїв в році:

$$\frac{5312}{10,6} = 501 \text{ год}$$

Ефективний час робіт на рік

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$8640-501 = 8139\text{ч.}$$

Річний випуск продукції:

$$2,5 \cdot 8139 = 20347\text{т.}$$

Потреба в апаратах буде:

$$\frac{40000}{20347} = 1,96$$

Приймаються 2 апарати.

5.2 Матеріальний і тепловий розрахунок сушарки

Згідно з даними ВАТ «Реактив» продуктивність петльової сушарки по висушеному хімічно осадженої крейди складає 1,1 т/год Кількість вологого матеріалу, що надходить на сушіння

$$\text{Щ}_1 = \text{Щ}_2 + W$$

де $\text{Щ}_2 = 1100$ кг / год - кількість сухої хімічно осадженої крейди;

W - кількість вологи що випаровується;

$$W = \text{Щ}_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1}; \text{ кг / Г од}$$

де $\omega = 18\%$ - початкова вологість пасти крейди, що поступає в сушарку;

$\omega_2 = 0,5\%$ - кінцева вологість готового продукту.

$$W = \text{Щ}_2 \frac{\omega_1 - \omega_2}{100 - \omega_1}; \text{ кг / Г од}$$

Кількість пасти, що надходить в сушарку

$$\text{Щ}_1 = 1100 + 234,76 = 1334,76 \text{ кг/год}$$

Кількість вологи, що міститься у вологому матеріалі до сушіння:

$$W_{\text{вл.н}} = \frac{\omega_1 \cdot \text{Щ}_1}{100} = \frac{18 \cdot 1334,76}{100} = 240,26 \text{ кг / Г од}$$

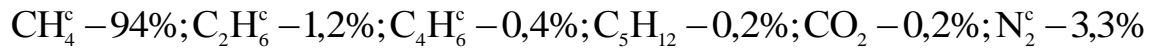
Кількість вологи, осідають у висушеному хімічно обложеної крейди:

$$W_{\text{вл.к}} = \frac{\omega_2 \cdot \text{Щ}_2}{100} = \frac{0,5 \cdot 1100}{100} = 5,5 \text{ кг / Г од}$$

Розрахунок горіння природного газу.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Склад газу сухого:

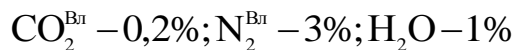
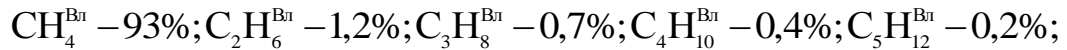


Приймаються вміст вологи в газі 1%

Перераховуємо складу сухого газу на вологий:

$$\text{CH}_4^{\text{Вл}} = \text{CH}_4^c \frac{100 - \text{H}_2\text{O}}{100} = 94 \cdot 0,99 = 93\%$$

Тоді склад вологого робочого газу:



Теплота згоряння газу:

$$\begin{aligned} Q_{\text{H}} &= 358,5\text{CH}_4 + 637,5\text{C}_2\text{H}_6 + 912,5\text{C}_3\text{H}_8 + 1186,5\text{C}_4\text{H}_{10} + 1460,8\text{C}_5\text{H}_{12} = \\ &= 358,2 \cdot 93 + 637,5 \cdot 1,2 + 912,5 \cdot 0,7 + 1186,6 \cdot 0,4 + 1460,8 \cdot 0,2 = 35486 \text{ кДж} / \text{нм}^3 \end{aligned}$$

Теоретично необхідний для горіння витрата сухого повітря:

$$\begin{aligned} L_0 &= 0,0476 (2\text{CH}_4 + 3,5\text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{C}_3\text{H}_8 + 6,5\text{C}_4\text{H}_{10} + 8\text{C}_5\text{H}_{12}) = \\ &= 0,0476 (2 \cdot 93 + 3,5 \cdot 1,2 + 5 \cdot 0,7 + 6,5 \cdot 0,4 + 8 \cdot 0,2) = 35486 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3 \end{aligned}$$

Витрата атмосферного повітря при вологовмісту d (г / кг сухого повітря) буде дорівнювати:

$$\alpha'_0 = (1 + 0,0016d)\alpha_0 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3$$

Приймаються вологовміст повітря, що поступає в пальник $d = 10\text{г/кг}$ сухого повітря.

$$\text{Тоді } \alpha'_0 = 1,016\alpha_0 = 1,016 \cdot 9,42 = 9,57 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3$$

Для прийнятих пальників коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1,4$.

Дійсне кількість повітря при $\alpha = 1,4$ сухого:

$$\alpha_\alpha = 1,4 \cdot 9,42 = 13,188 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3$$

Атмосферного повітря:

$$\alpha'_\alpha = 1,49 \cdot 9,57 = 13,4 \text{ нм}^3$$

Кількість і склад продуктів горіння:

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.030.00.000 ПЗ				46

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

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,01(2\text{CH}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_6 + 4\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{C}_4\text{H}_{10} + 6\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{H}_2\text{O} + 0,16d\alpha_\alpha) =$$

$$= 0,01(2 \cdot 93 + 3 \cdot 1,2 + 4 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,4 + 6 \cdot 0,2 + 1,0 + 100,16 \cdot 13,188) = 2,17 \text{ нм}^3 / \text{нм}^3$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79\alpha_\alpha + 0,01\text{N}_2 = 0,79 \cdot 13,188 + 0,01 \cdot 3,3 = 10,45 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3}$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21(\alpha - 1) \cdot \alpha_0 = 0,21 \cdot (1,4 - 1) \cdot 9,42 = 0,791 \frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3}$$

Загальна кількість продуктів горіння:

$$\text{CO}_2 = \frac{V_{\text{CO}_2} \cdot 100}{V_\alpha} = \frac{1,003 \cdot 100}{14,4} = 6,96\%$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 100}{V_\alpha} = \frac{2,17 \cdot 100}{14,4} = 15,07\%$$

$$\text{N}_2 = \frac{V_{\text{N}_2} \cdot 100}{V_\alpha} = \frac{10,45 \cdot 100}{14,4} = 12,6\%$$

$$\text{O}_2 = \frac{V_{\text{O}_2} \cdot 100}{V_\alpha} = \frac{0,791 \cdot 100}{14,4} = 5,37\%$$

100%

Тепломісткість продуктів горіння (топкових газів) при $\alpha = 1,4$:

$$i_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{H}}}{V_\alpha} = \frac{35,486}{14,4} = 2464 \frac{\text{кДж}}{\text{нм}^3}$$

Приймаються початкову температуру топкових газів в петльовій сушарці 400 °С. Щоб отримати таку температуру необхідно топкові газу розбавити атмосферним повітрям.

Складемо рівень балансу тепла, беручи кількість повітря для змішування x ($\text{м}^3/\text{нм}^3$ природного газу) при температурі повітря змішаного 20° і ккд топки 0,8.

$$i_{\text{общ}} \cdot 0,8 + \frac{\alpha'_\alpha + x}{V_\alpha} i_{20}^{\text{воз}} = i_{\text{м.н.400}} + \frac{x}{V_\alpha} \cdot i_{20}^{\text{воз}}$$

$$\text{де } i_{20}^{\text{воз}} = c \cdot t_{\text{воз}} = 1,3 \cdot 20 = 26 \text{ кДж} / \text{нм}^3$$

$$c = 1,3 \text{ кДж} / \text{нм}^3$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

c - теплоємність повітря при $t = 400$ °C

$$2464 \cdot 0,8 + (13,4 + x) \frac{26}{14,4} = 564 + x \frac{531,3}{14,4}$$

$$x = 40,8 \text{ нм}^3/\text{м}^3 \text{ газу.}$$

Загальна кількість повітря, що йде на горіння і розбавлення топкових газів:

$$\alpha''_{\alpha} = \alpha'_{\alpha} + x = 13,4 + 40,8 = 54,2 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3}$$

Вміст води продуктів горіння розбавлених повітрям:

$$d_h = \frac{804 \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}}{1,977V_{\text{CO}_2} + 1,251V_{\text{N}_2} + 1,429V_{\text{O}_2}}, \text{ г/кг сухогоповітря}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 1,003 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3}$$

$$\begin{aligned} v_{\text{H}_2\text{O}} &= 0,01(2\text{CH}_4 + 3\text{C}_2\text{H}_6 + 4\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{C}_4\text{H}_{10} + 6\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{H}_2\text{O} + 0,16d\alpha''_{\alpha}) = \\ &= 0,01(2 \cdot 93 + 3 \cdot 1,2 + 4 \cdot 0,7 + 5 \cdot 0,4 + 6 \cdot 0,2 + 1,0 + 0,16 \cdot 10 \cdot 54,2) = 2,83 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3} \end{aligned}$$

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot 54,2 + 0,01 \cdot 3,3 = 43,15 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3}$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot (1,4 - 1) \cdot 9,42 + 0,21 \cdot 40,8 = 9,36 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3}$$

$$d_h = \frac{804 \cdot 2,83}{1,977 \cdot 1,003 + 1,251 \cdot 43,15 + 1,429 \cdot 9,36} = 32,8 \frac{\text{г}}{\text{кг}} \text{ повітря}$$

Витрата сухих газів для теоретичного процесу сушіння:

$$\text{Ш}_{\text{газ}}^{\text{теор}} = \frac{1000 \cdot W}{d_h - d_n} = \frac{1000 \cdot 234,76}{315 - 32,8} = 832 \frac{\text{кг}}{\text{г}}$$

d_h - 315 г/кг сухого повітря - вологовміст топкових газів, що виходять з сушарки при $t = 110$ °C.

Втрати тепла складають

$$q_{\text{пот}} = q_M + q_{\text{окр}} + q_T,$$

$$\text{де } q_M = \text{Ш}_I \cdot C_H \cdot (t_K - t_H)$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$\Psi_1 = 1334,76$ кг/год - кількість пасти, що надходить до петльової сушарки;

$C_H = 0,879$ - теплоємність крейди;

$t_k = 110$ °C - кінцева температура крейди;

$t_H = 20$ °C - початкова температура пасти.

$$q_M = 1334 \cdot 760 \cdot 879 \cdot (110 - 20) = 105,600 \text{ кДж/г}$$

$q_{окр}$ - втрати тепла через стінку в навколишнє середовище;

$q_{уд} = 200$ кДж/м² - питомі втрати тепла поверхнею сушарки.

$$q_{окр} = q_{уд} \cdot F$$

$F = 160$ м² - бокова поверхня сушарки.

q_T - втрати тепла на нагрів сітки.

$$q_T = \Psi_c \cdot C_{ст} (t_H - t_H)$$

$\Psi_c = 600$ кг - маса сітки і всіх рухомих частин

$C_{ст} = 0,481$ кДж/кг·град – теплоємність сталі.

$$q_T = 600 \cdot 0,481 (110 - 20) = 26000 \text{ кДж/год}$$

Тоді загальні втрати:

$$q_{пот} = 105600 + 32000 + 26000 = 163600 \text{ кДж/ч.}$$

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

$$Q = (2493 + 1,97 t_{фк} - 4,2 t_M) \cdot 0,278 \cdot W + 0,278 q_M$$

$$Q = (2493 + 1,97 \cdot 110 - 4,2 \cdot 20) \cdot 0,278 \cdot 234,76 + 0,278 \cdot 105,600 = 210,8 \text{ вч}$$

Втрати тепломісткості:

$$J_{пот} = \frac{q_{gjn}}{\Psi_{газ}^{теор}} = \frac{163600}{832} = 199 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \text{ сухого газу}$$

За діаграмою J-d $d_h = 150$ г/кг повітря.

Чинні витрати газів на сушіння

$$\Psi_{газ} = \frac{1000 \cdot 234,76}{150 - 32,8} = 1842,7 \frac{\text{кг}}{\text{г}}$$

Витрата тепла на сушку:

$$Q = \Psi_{газ} (J'_H - J_{воз}) - 4,2 \cdot \varpi \cdot t_M$$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.030.00.000 ПЗ				

$J'_H = 460 \text{ кДж / кг}$ - Початкові параметри теплоносія.

$$Q = 1842,7 \cdot (460 - 26) - 4,2 \cdot 234,76 \cdot 20 = 799700 \text{ УкДж/ч}$$

Витрати газу:

$$V = \frac{Q}{\eta \cdot Q_H} = \frac{799700}{0,8 \cdot 35486} = 28,2 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

де $\eta = 0,8$ ккд топки.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ, І СТІЙКІСТЬ

6.1 Розрахунок конвеєра петльової сушарки.

Визначення потужності приводу конвеєра

Погонне навантаження від маси вкладеного матеріалу зі сталеву стрічкою на 1 погонний метр визначається за рівнянням:

$$q' = L \cdot B \cdot h \cdot \psi \cdot \rho + q_0 \quad 6.1$$

де $L = 1$ м - довжина стрічки;

$B = 1,224$ м - ширина сталеві стрічки;

$h = 0,01$ м - висота стрічки;

$\psi = 0,8$ м - коефіцієнт заповнення стрічки об'ємний, за даними існуючих сушарок;

$\rho = 1200$ кг/м³ - щільність запресованої в стрічку пасти;

$q = 13,7$ кг / м - погонна навантаження від ваги стрічки (дані заводу виробника).

Тоді:

$$q' = 1 \cdot 1,224 \cdot 0,01 \cdot 0,8 \cdot 1200 + 13,7 = 25,5 \text{ кг / м} \approx 255 \text{ Н / м}$$

Визначаємо погонну навантаження від маси стрічки з сухим матеріалом при.

$$q' = L \cdot B \cdot h \cdot \psi \cdot \rho' + q_0 = 1 \cdot 1,224 \cdot 0,01 \cdot 0,8 \cdot 490 + 13,7 = 4,8 + 13,7 = 18,5 \text{ кг / м} \approx 185 \text{ Н / м}$$

Розрахунок конвеєра ведемо по тягового методом, для чого складемо схему, замінивши ділянку на ланцюговому конвеєрі силою маси стрічки з матеріалом.

Погонні навантаження:

від маси стрічки $q_0 = 13,7$ кг / м ≈ 137 Н / м

від маси вологого матеріалу з стрічкою $q' = 25,5$ кг / м ≈ 225 Н / м

від маси матеріалу (висушеного) зі стрічкою $q'' = 18,5$ кг / м ≈ 185 Н / м

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

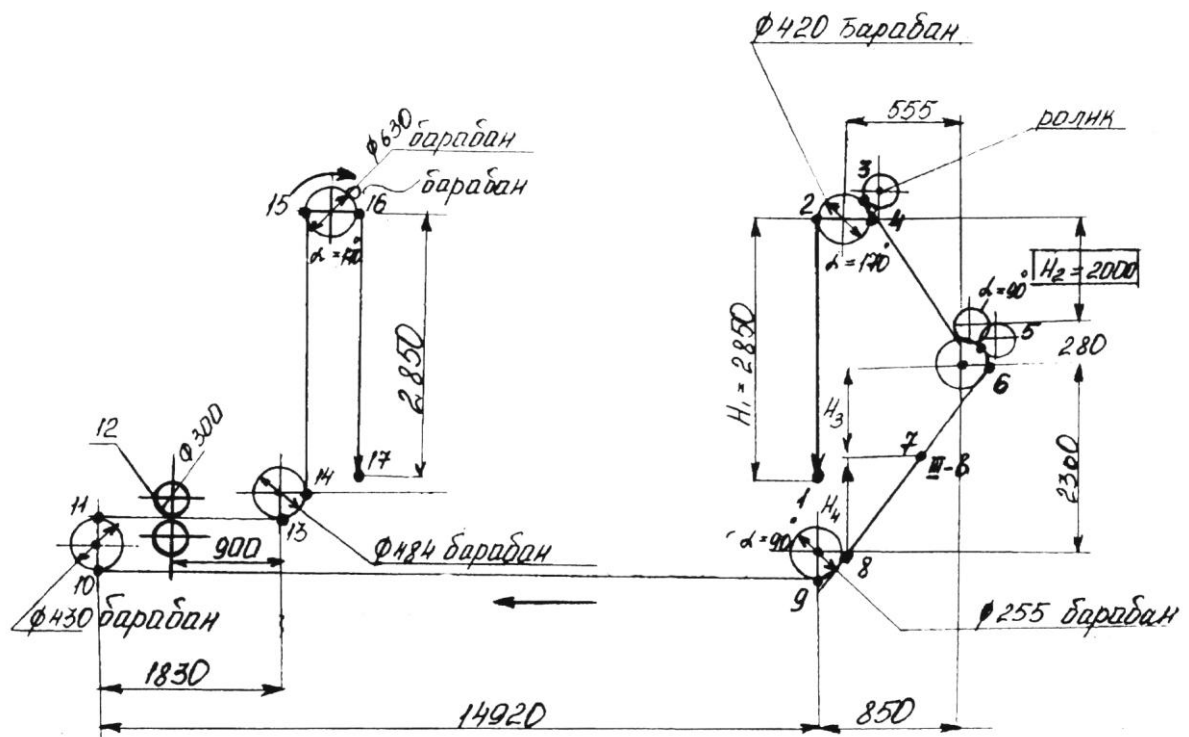


Рисунок 6.1 - Схема до розрахунку петлевий сушарки

Визначаємо натяжні стрічки в точках контуру.

Натяжні стрічки в точці 1:

$$S = 0;$$

Натяжні стрічки в точці 2:

$$S_2 = S_1 + q'' \cdot H_1 \quad 6.2$$

де $H_1 = 2850 \text{ мм} = 2,85 \text{ м}$ – висота ділянки 1–2

$$S_2 = 185 \cdot 2,85 = 527 \text{ Н}$$

Натяг стрічки в точці 3:

$$S_3 = S_2 \cdot K_3 = 527 \cdot 1,05 = 553 \text{ Н}$$

де $K_3 = 1,05$ - коефіцієнт опору, залежить від діаметру блоку, барабана чи зірочки та умов роботи, можна приймати при кутах обхвату тяговим елементом 90° і 180° відповідно.

$$K = 1,03 \div 1,05 \text{ и } K = 1,05 \div 1,07. \quad [5, \text{с.77}]$$

Натяг стрічки в точці 4:

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

$$S_4 = S_3 \cdot K_4 + P = 553 \cdot 1,06 + 500 = 1086 \text{ Н.} \quad 6.3$$

$$S_4 = 1086 \text{ Н}$$

де $P = 500 \text{ Н}$ – опір притискного ролика;

$K_4 = 1,06$ – коефіцієнт опору.

Розглядаємо натяг стрічки в точці 5:

$$S_5 = S_4 - q'' \cdot H_2 = 1086 - 185 \cdot 2 = 1086 - 370 = 716 \text{ Н,} \quad 6.4$$

де $H_2 = 2000 \text{ мм} = 2 \text{ м}$ – висота вертикальної ділянки 4-5.

Визначимо натяг стрічки в точці 6:

$$S_6 = S_5 \cdot K_6 = 716 \cdot 1,05 = 752 \text{ Н} \quad 6.5$$

Натяг стрічки в точці 7:

$$S_7 = S_6 - q'' \cdot H_3 = 752 - 185 \cdot 0,96 = 574,4 \text{ Н,} \quad 6.6$$

де $H_3 = 960 \text{ мм} = 0,96 \text{ м}$ – висота розташування ударного пристрою, що

служить для розвантаження матеріалу.

Натяг стрічки в точці 8:

$$S_8 = S_7 - q_0 \cdot H_4 = 574,4 - 137 \cdot 1,4 = 382,6 \text{ Н,} \quad 6.7$$

де $H_4 = 1400 \text{ мм} = 1,4 \text{ м}$ – висота вертикальної ділянки.

Визначимо натяг стрічки в точці 9:

$$S_9 = S_8 \cdot K_9 = 382,6 \cdot 1,03 = 394 \text{ Н.} \quad 6.8$$

Натяг стрічки в точці 10:

$$S_{10} = S_9 + q_0 \cdot C_{9-10} \cdot L_{9-10} = 394 + 137 \cdot 0,3 \cdot 14,92 = 1007 \text{ Н,} \quad 6.9$$

де $C_{9-10} = 0,3$ – коефіцієнт опору переміщення стрічки;

$L_{9-10} = 14920 \text{ мм} = 14,92 \text{ м}$ – довжина переміщення стрічки на горизонтальній ділянці.

Натяг стрічки в точці 11:

$$S_{11} = S_{10} \cdot K_{11} = 1007 \cdot 1,05 = 1057 \text{ Н.}$$

Натяг стрічки в точці 12:

$$S_{12} = S_{11} + q' \cdot C_{11-12} \cdot L_{11-12} = 1057 + 255 \cdot 0,25 \cdot 0,93 = 1116,3 \text{ Н,} \quad 6.10$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_{11-12} = 0,25$ – коефіцієнт опору переміщення стрічки на прямолінійній горизонтальній ділянці довжиною

Натяг стрічки в точці 13:

$$S_{13} = S_{12} + q' \cdot C_{12-13} \cdot L_{12-13} + P' = 1116 + 255 \cdot 0,4 \cdot 0,9 + 1500 = 2708 \text{ Н}, \quad 6.10$$

де $P' = 1500\text{Н}$ – прийняте опір роликів для запресовання матеріалу на стрічку;

$C_{12-13} = 0,4$ – коефіцієнт опору переміщення стрічки з матеріалом на ділянці

$L_{12-13} = 900\text{мм} = 0,9\text{м}$.

Визначимо натяг стрічки в точці 14: 6.1

$$S_{14} = S_{13} \cdot K_{14} = 2708 \cdot 1,03 = 2789 \text{ Н}.$$

$K_{14} = 1,03$ – коефіцієнт опору залежить від діаметру барабана і кута обхвату. При куті 90° $K_{14} = 1,03$.

Натяг стрічки в точці 15:

$$S_{15} = S_{14} - q' \cdot H_{14-15} = 255 \cdot 2,85 = 727 \text{ Н}. \quad 6.11$$

$$H_{16-17} = 2850 \text{ мм} = 2,85\text{м}.$$

Визначаємо тягове зусилля:

$$P = S_{15} - S_{16} = 3727 - 727 = 3000 \text{ Н}. \quad 6.12$$

Потужність приводу стрічкової сушарки буде:

$$N = k \frac{P \cdot V}{\eta} = 1,5 \cdot \frac{3000 \cdot 0,08}{0,69} = 522\text{Вт} = 0,522\text{кВт}, \quad 6.13$$

де $V = 4,84\text{м/хв} = 0,08\text{х,08}$ – швидкість сталеві стрічки.

$k = 1,5$ – коефіцієнт втрат у відхиляючих барабанах.

До встановлення приймаємо електродвигун 4А80В6УЗ. Швидкість обертання ротора 955 об/хв., Потужність 1,1 кВт.

6.2 Кінетичний розрахунок приводу петльової сушарки

Визначаємо передавальні числа приводу петлевої сушарки.

Визначаємо передаточне число:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$i_{об} = \frac{\Pi_{дв}}{\Pi_{бар}} = \frac{955}{2,46} = 388,2, \quad 6.14$$

де $n_{дв} = 955 \text{об/хв} = 99,95 \text{рад/с}$ – число обертів електродвигуна;

$n_{бар} = 2,46 \text{об/хв} = 0,257 \text{рад/с}$ – число оборотів привідного барабана петлевої сушарки.

Виробляємо розбивку загального передаточного числа:

а) клиноремінною передачі – $i_{кл} = 2$;

б) конічної передачі – $i_{кон} = 4$;

в) редуктора РМ - 500Б – $i_p = 48,57$.

Таким чином, загальне передавальне число:

$$I_{заг} = i_{кл} \cdot i_{кон} \cdot i_p = 2 \cdot 4 \cdot 48,57 = 388,6. \quad 6.15$$

Розрахунок кліномерної передачі

Дані для розрахунку:

електродвигун потужністю 4А80В6У3 N = 1,1 кВт;

число оборотів пдв = 955 об / хв = 99,95 рад /с;

передавальне число клиноремінною передачі $i_{кл} = 2$;

робота тризмінна.

Визначимо швидкість клиноремінною передачі

$$v = \frac{\pi D_1 n_{дв}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot D_1 \cdot 955}{60 \cdot 1000} \cong 0,05 D_1 \text{ м/с} \quad 6.16$$

$$\text{або } v = \omega \cdot R_1 = 99,95 \cdot R_1, \text{ м/с}$$

Число оборотів рухомого:

$$\Pi_2 = \frac{\Pi_{дв}}{i_{кл}} = \frac{955}{2} = 477,5 \text{ об/хв.} \quad 6.17$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

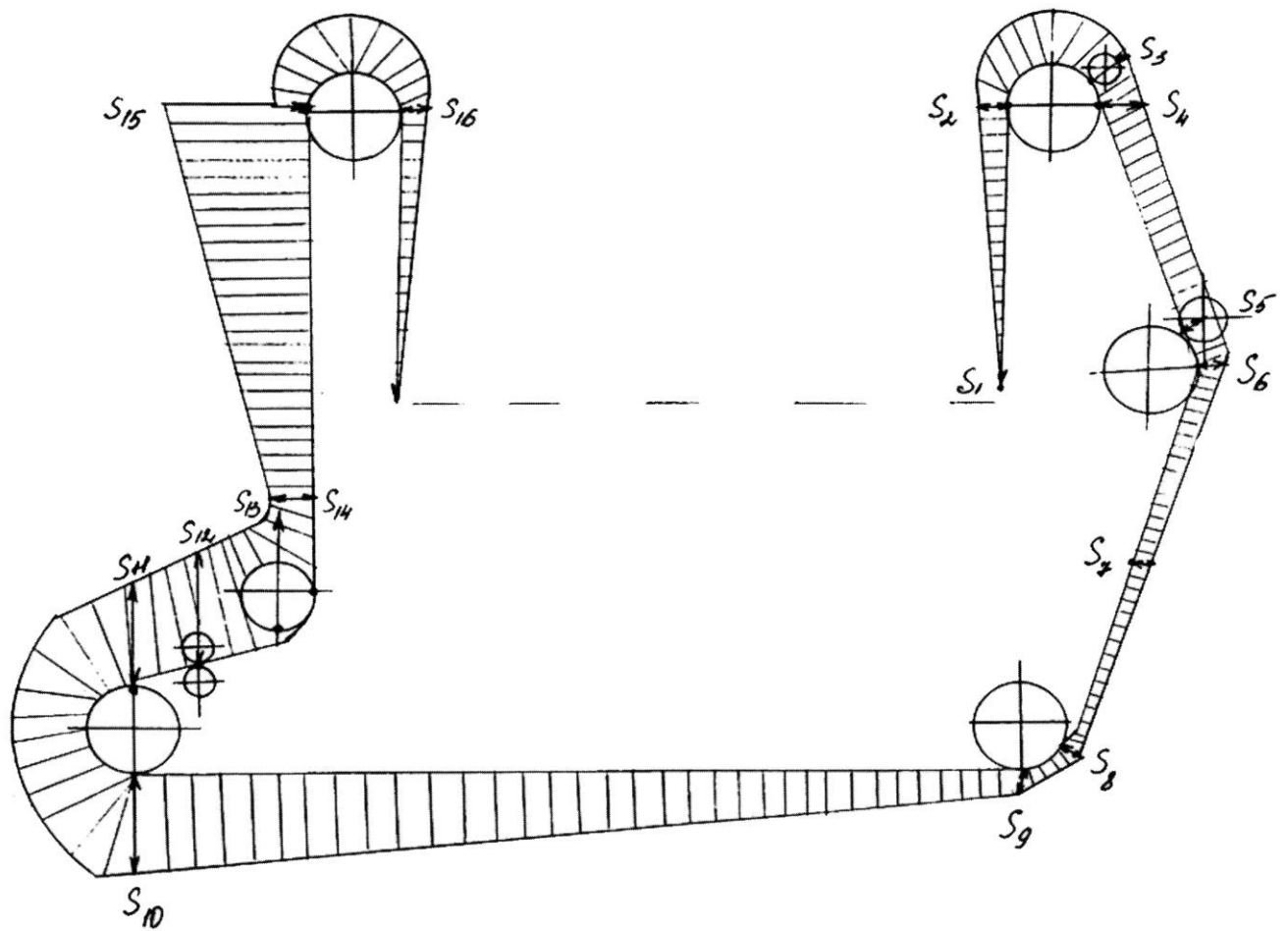


Рисунок 6.1 - Розрахункова діаграма натягу конвеєра петльової сушарки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.030.00.000 ПЗ

Арк.

56

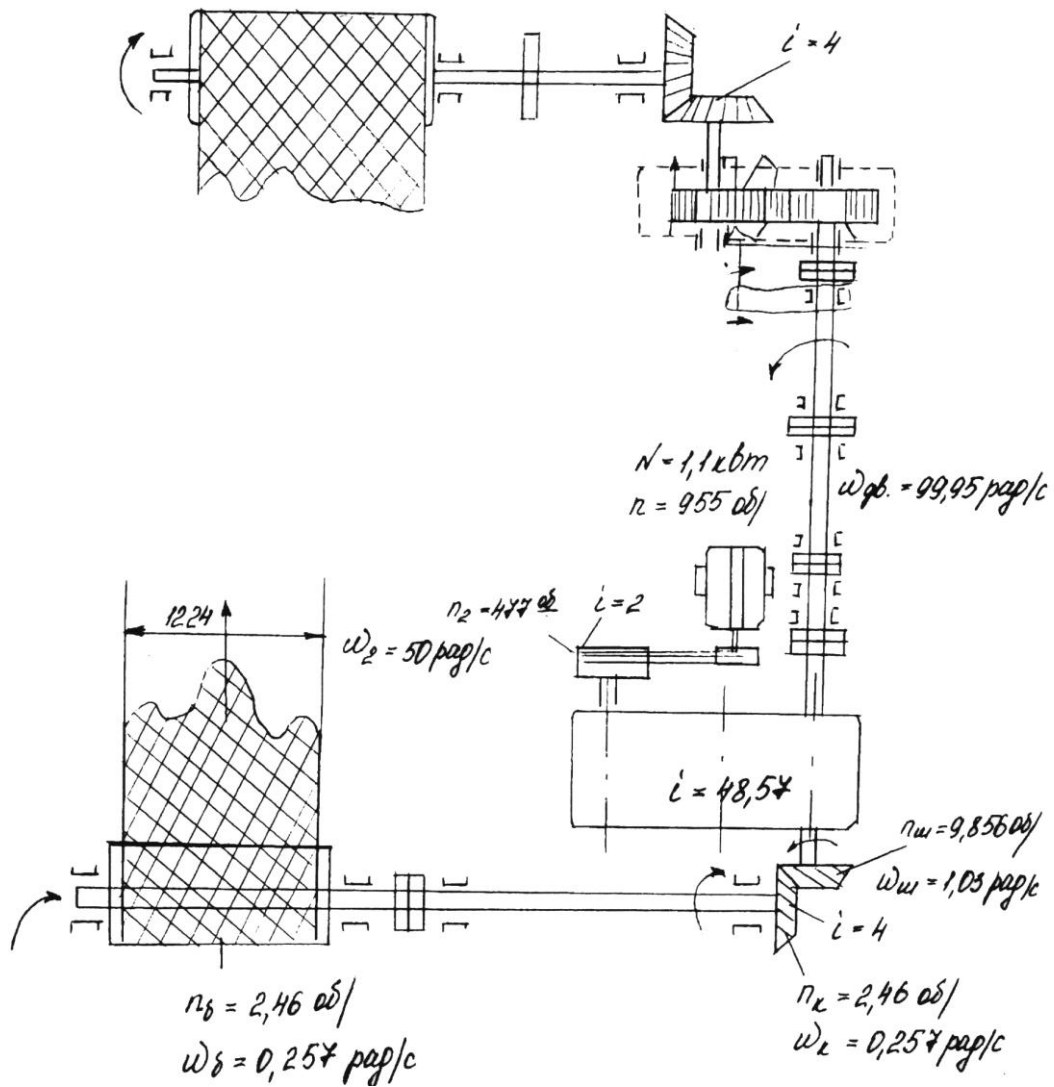


Рисунок 6.2. Кінетична схема приводу петльової сушарки

$$\text{або } \omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 477,5}{30} = 50 \text{ рад/с} \quad [6]$$

При потужності яка подається $N = 1,1 \text{ кВт} = 1,496 \text{ к.с.}$ для швидкості від 5 до 10 м / с вибираємо ремінь перетином А.

Розміри перерізу $a_p \cdot h$. [6, табл.

2.18]

$$a_p = 11 \text{ мм}; h = 8 \text{ мм};$$

$$\text{Площа } F = a_p \cdot h \cdot \text{см}^2$$

$$F = 11 \cdot 8 = 88 \text{ мм}^2 = 0,88 \text{ см}^2$$

Залежно від типу ремня по [6, табл.2.18] вибираємо діаметр малого шківів. $D_1 = 125 \text{ мм.}$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

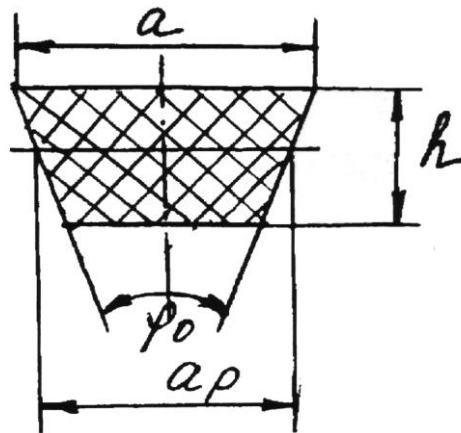


Рисунок 6.3 - Переріз ремня

Діаметр рухомого:

$$D_2 = i D_1 \psi = \frac{\pi_{\text{ов}} \cdot D \cdot \psi}{\pi_2} = \frac{955 \cdot D_1 \cdot 0,98}{477,5} = 1,96 D_1 = 245 \text{ мм}$$

де $\psi = 0,98$ - коефіцієнт, що враховує прослизання ремня.

Діаметр рухомого округляємо за ГОСТ 1284 - 57 і складе він:

$$D_2 = 250 \text{ мм}$$

Уточнюємо швидкість клиноремінною передачею:

$$v = 0,05 \cdot D_1 - 0,05 \cdot 125 = 6,25 \text{ м/с}$$

що відповідає для вибраного перерізу А.

Визначаємо міжосьова відстань:

$$A_{\text{max}} = 2(D_1 + D_2) = 2(125 + 250) = 750 \text{ мм.}$$

При передатному числі $I = 2$ міжосьова відстань становитиме: I

$$\frac{A}{D_2} = 1,2, \text{ звідки}$$

$$A = D_2 \cdot 1,2 = 1,2 \cdot 250 = 300 \text{ мм.}$$

Довжина ремня:

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A} = 2 \cdot 300 + \frac{3,14}{2}(250 + 125) + \frac{(250 - 125)^2}{4 \cdot 300} =$$

$$= 600 + 1,57 \cdot 375 + \frac{15625}{1200} = 600 + 588,75 + 13,75 = 1201,77 \text{ мм}$$

Найближча стандартна довжина $L = 1200 \text{ мм.}$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Приймаються $L = 1200$ мм.

Відстань між центрами при вибраній довжині ременя визначимо по [6, формула 2.9]

$$A = \frac{2L - \pi(D_2 + D_1) + \sqrt{[2L - \pi(D_2 + D_1)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8}; \quad 6.18$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{2 \cdot 1200 - 3,14(250_2 + 125) + \sqrt{[2 \cdot 1200 - 3,14(125 + 250)]^2 - 8(250 - 125)^2}}{8} = \\ &= \frac{2400 - 1177,5 + \sqrt{(2400 - 1177,5)^2 - 8 \cdot 125^2}}{8} = \frac{1222,5 + \sqrt{1494506,2 - 125000}}{8} = \\ &= \frac{1222,5 + \sqrt{1369506}}{8} = \frac{1222,5 + 1170,5}{8} \approx 300 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Мінімальна відстань, необхідне для надягання ременів:

$$A_{\min} = A - 0,015L = 300 - 0,015 \cdot 1200 = 285 \text{ мм.}$$

Число пробігів ременя в секунду:

$$U = \frac{g}{L} = \frac{6,25}{1,2} = 5,2 \quad 6.19$$

Кут обхвату на малому шківі:

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{A} 60^\circ = 180 - \frac{250 - 125}{600} 60^\circ = 180 - 25 = 155^\circ,$$

що цілком прийнятно.

Потужність N_0 , к.с, передану одним ременем, визначимо по [6, табл. 2.22]

$N_0 = 1.14$ л.с. (Інтерполяцією).

Визначимо число ременів в передачі:

$$Z = \frac{N}{N_0 C_1 C_3} = \frac{1,496}{1,14 \cdot 0,96 \cdot 0,5} = 2,77 \quad 6.20$$

$C_1 = 0,94$ - значення поправочного коефіцієнта на кут обхвату α малого шківя [6, табл. 2.11].

$C_3 = 0,5$ - коефіцієнт режиму (для тризмінної безперервного) [6, табл. 2.11].

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаються число ременів на провідний вал:

$$Q = 2\sigma_0 F Z \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 12 \cdot 0,88 \cdot 3 \sin \frac{155^\circ}{2} = 2 \cdot 12 \cdot 0,88 \cdot 3 \cdot \sin 77,5^\circ =$$

$$= 2 \cdot 12 \cdot 0,88 \cdot 3 \cdot 0,9763 \approx 62 \text{ кг} = 620 \text{ Н},$$

де $\sigma_0 = 12 \text{ кг/см}^2$ - напруга в ремені від первісного натягу, кг/см^2 .

Визначаємо конструктивні розміри шківів:

Розміри канавок для ременів приймаємо по ГОСТ 1284-87.

Для обох шківів $c=3,5$; $l=12,5$ мм; $t=16$ мм; $S=10$ мм. Для меншого шківа $\varphi = 36^\circ$; $v_1 = 13,3$ мм. Для більшого шківа $\varphi_2 = 38^\circ$; $v_1 = 13,4$ мм.

Зовнішній діаметр D_3 і внутрішній D_B діаметри шківів рівні: для меншого шківа:

$$D_{31} = D_1 + 2 C = 125 + 2 \cdot 3,5 = 132 \text{ мм};$$

$$D_{B1} = D_1 - 2 l = 132 - 2 \cdot 12,5 = 107 \text{ мм}.$$

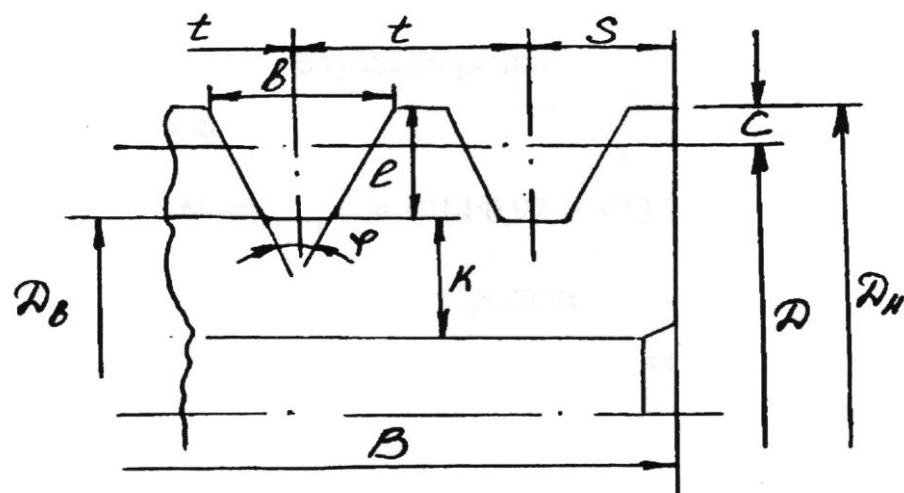


Рисунок 6.4 - Визначення розмірів шківів

Для більшого шківа:

$$D_{32} = D_2 + 2 C = 250 + 2 \cdot 3,5 = 257 \text{ мм};$$

$$D_{B2} = D_2 - 2 l = 257 - 2 \cdot 12,5 = 232 \text{ мм}.$$

Ширина обода колеса:

$$B = (Z-1)t + 2S = (3-1)16 + 2 \cdot 10 = 52 \text{ мм}.$$

6.3 Кінетичний і силовий розрахунок конічної передачі

Визначаємо що крутиться момент на валу електродвигуна:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$M_{кр.э} = \frac{N_1}{\omega_{дв}} = \frac{1100}{99,95} = 11,22 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Номінальна потужність на швидкохідному валу редуктора:

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{кл} = 1,1 \cdot 0,96 = 1,056 \text{ кВт} = 1056 \text{ Вт},$$

де $\eta_{кл} = 0,96$ - ККД клинопасовою передачі.

Номінальна потужність на тихохідному валки редуктора:

$$N_3 = N_2 \eta_{кл} = 1,056 \cdot 0,96 \cong 1,014 \text{ кВт} = 1014 \text{ Вт},$$

де $\eta_{ред} = 0,96$ - ККД редуктора;

$N_3 = N_{ш}$ потужність на валу шестерні.

Потужність на валу колеса:

$$N_k = N_{ш} \cdot \eta_{кон} = 1014 \cdot 0,92 \cong 933 \text{ Вт},$$

де $\eta_{кон} = 0,92$ - ККД конічної передачі.

Вирахувати число оборотів конічних зубчастих коліс:

шестірні:

$$n_{ш} \frac{z_2}{z_1} = \frac{477,5}{48,57} = 9,856 \text{ об/мин};$$

$$\omega_k = \frac{\pi n_{ш}}{30} = \frac{3,14 \cdot 9,856}{30} = 1,03 \text{ рад/с}.$$

Визначаємо номінальний обертальний момент на шестірні:

$$M_{кр.ш} = \frac{N_{ш}}{\omega_{ш}} = \frac{1014}{1,03} = 1002 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вибираємо матеріал коліс за довідковими даними:

- для шестірні = сталь 50;
- для колеса - сталеве лиття марки 45Л.

Механічні властивості:

- межа міцності при розтягуванні σ_b :
- для шестірні - $\sigma_b = 62 \text{ кг/мм}^2 = 62 \cdot 10^7 \text{ Па}$;
- для колеса - $\sigma_b = 32 \text{ кг/мм}^2 = 32 \cdot 10^7 \text{ Па}$;

Межа текучості, σ_T :

										2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
											61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

- для шестірні - $\sigma_T = 36 \text{ кг/мм}^2 = 36 \cdot 10^7 \text{ Па}$;

- для колеса - $\sigma_T = 32 \text{ кг/мм}^2 = 32 \cdot 10^7 \text{ Па}$;

Твердість НВ:

- для шестірні - $\text{НВ} = 230 \text{ кг/мм}^2 = 230 \cdot 107 \text{ Па}$;

- для колеса - $\text{НВ} = 200 \text{ кг/мм}^2 = 200 \cdot 107 \text{ Па}$.

Допустиме контактне напруження для зубів [5, табл. 33].

$$[\sigma_k] = 26 \text{НВ} = 26 \cdot 230 \cdot 10^7 = 5,98 \cdot 10^8 \text{ Па};$$

$$[\sigma_k] = 26 \text{НВ} = 26 \cdot 200 = 5200 \text{ кг/см}^2 = 5,2 \cdot 10^8 \text{ Па}.$$

Межа витривалості матеріалу зубів σ_{-1} :

- для шестірні:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_B = 0,43 \cdot 62 \cdot 10^7 = 26,6 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

для колеса:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_B = 0,43 \cdot 32 \cdot 10^7 = 13,7 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

Допустима напруга на вигин для зубів:

$$[\sigma_n] = \frac{1,5 \sigma_{-1}}{[n] k_\sigma},$$

де $k_\sigma = 1,2$ ефективний коефіцієнт концентрації напружень біля кореня зуба [5, табл. 31];

$[n] = 2$ - допустимий коефіцієнт запасу міцності [5, табл. 30].

Для шестірні:

$$[\sigma_n] = \frac{1,5 \cdot 26,6 \cdot 10^7}{2 \cdot 1,2} = 16,6 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

Для колеса

$$[\sigma_n] = \frac{1,5 \cdot 13,7 \cdot 10^7}{2 \cdot 1,2} = 8,6 \cdot 10^7 \text{ Па}.$$

Для зубів даної передачі передбачаємо стандартне евольвентний зачеплення. Далі розраховуємо зуби передачі на контактну міцність та на згин.

При розрахунку на вигин зубів відкритих передач визначаємо необхідну величину модуля зачеплення, вибираючи при цьому коефіцієнт

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ширини зубчастих коліс ψ . Величина ψ для прямозубих конічних передач знаходиться у пре-справах $= 4 \div 10$.

Приймаються $\psi = 10$ коефіцієнт концентрації навантаження $K_k = 1$., коефіцієнт динамічного навантаження $K_\sigma = 1,3$, коефіцієнт форми зубів $y = 0,392$ [5, табл.29].

Коефіцієнт зниження навантажувальної здатності конічної передачі: $u = 0,85$.

Число зубів шестірні приймаємо: $Z_{ш} = 20$.

Тоді середній модуль зачеплення:

$$m_c = \sqrt[3]{\frac{2}{Z_{ш} \cdot \varphi \psi [\sigma_H]} \cdot \frac{K_k \cdot K_\sigma \cdot K_{ш}}{9 \cdot \omega_{ш}}} = \sqrt[3]{\frac{2}{20 \cdot 0,392 \cdot 10 \cdot 16,6 \cdot 10^7} \cdot \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 1014}{0,85 \cdot 1,03}} =$$

$$= \sqrt[3]{\frac{2}{1328 \cdot 10^7} \cdot \frac{1318,2}{0,8755}} = \sqrt[3]{226 \cdot 10^{-9}} = 0,0061 \text{ м} = 0,61 \text{ см} = 6,1 \text{ мм}.$$

$$m_c = 0,0061 \text{ м} = 6,1 \text{ мм}$$

де ω = кутова швидкість обертання шестерні, рад / с.

$$\omega = \frac{\pi n_{ш}}{30} = \frac{3,14 \cdot 9,856}{30} = 1,03 \text{ рад/с}.$$

Модуль зачеплення:

$$m = m_c - \frac{v}{Z_{ш}} \sin \varphi,$$

де $v = \psi \cdot m_c = 10 \cdot 6,1 = 61$ мм - ширина колеса,

де φ - значення кута нахилу утворюють ділильні конуса шестерні і колеса, і визначається:

$$\text{ctg} \varphi_1 = \text{tg} \varphi_2 = i,$$

φ_1 - відноситься до верхнього зубчасте колесо, тобто $\varphi_1 = \varphi_{ш}$.

φ_2 - до відомому $\varphi_2 = \varphi_k$

Таким чином:

$$\text{Ctg} \varphi_{ш} = \text{tg} \varphi_k = I = 4$$

Отже: $\varphi_{ш} = \varphi_{ш} = 14^\circ 10'$ и $\varphi_k = 75^\circ 50'$

Тоді модуль зачеплення:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$m = 0,61 + \frac{6,1}{20} \cdot \sin 14^\circ 10' = 0,61 + 0,305 \cdot 0,2447 = 0,685 \text{ см.}$$

Приймаються модуль згідно з ГОСТ 9563-90

$$M - 0,7 \text{ см} = 7 \text{ мм.}$$

Визначаємо конусні відстань конічної передачі по максимально допустимому контактному напрузі для зубів:

$$L = \psi_L \sqrt{i^2 + 1} \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{340000}{(\psi_L - 0,5)i[\sigma]_k} \right]^2 \cdot \frac{K_k \cdot K_\sigma \cdot N_{ш}}{9 \cdot \varpi_{ш}}}, \text{ м}$$

$$L = 4 \sqrt{4^2 + 1} \cdot \sqrt[3]{\left[\frac{340000}{(4 - 0,5) \cdot 4 \cdot 5,98 \cdot 10^8} \right]^2 \cdot \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 1014}{0,85 \cdot 1,03_{ш}}} = 22,5 \text{ см} = 225 \text{ мм.}$$

В зв'язку з прийнятим модулем уточнимо конусні відстань передачі за формулою:

$$L = \frac{Z_{ш} \cdot m}{2 \sin \varphi_{ш}} = \frac{20 \cdot 7}{2 \cdot 0,2447} \cong 287 \text{ мм.}$$

Визначимо число зубів колеса:

$$Z_k = Z_{ш} \cdot 20 \cdot 4 = 80$$

Визначимо діаметр ділильний кола док колеса і його величину узгодимо з ГОСТ 12289-86

$$d_{ок} = m \cdot Z_k = 8 \cdot 80 = 560 \text{ мм,}$$

що відповідає ДСТУ.

Ширина зубчастих коліс:

$$B = \frac{L}{\psi_L} = \frac{287}{4} = 71,75 \text{ мм.}$$

Приймаються ширину зубчастого колеса по ГОСТ 12289 - 86.

$B = 80$ мм при номінальному діаметрі підстави ділильні конуса більшого колеса док = 560 мм.

Виробляємо перевірочний розрахунок зубів на згин.

Визначаємо наведене число зубів шестерні:

$$Z_{ш \text{ пр}} = \frac{Z_{ш}}{\text{сщ} \varphi_{ш}} = \frac{20}{0,9696} \approx 21$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Коефіцієнт форми зубів шестерні. [5, табл. 29]

$$\varphi_{ш} \approx 0,4$$

Середній модуль зачеплення:

$$m_c = \frac{m - B \sin \varphi_{ш}}{Z_{ш}} = 7 - \frac{80 \cdot 0,2447}{20} = 6,02 \text{ мм.}$$

Напруга вигину шестірни:

$$\sigma_{иш} = \frac{195000}{Z_{ш} \cdot \varphi_{ш} \cdot v \cdot m_c^2} \cdot \frac{K_k \cdot K_\sigma \cdot K_{ш}}{9 \cdot \varpi_{ш}} = \frac{2}{20 \cdot 0,4 \cdot 8 \cdot 0,602^2} \cdot \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 1014}{0,85 \cdot 1,03} = 1,31 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

$$\sigma_{иш} \leq [\sigma_{и}]_{ш}$$

$$1,31 \cdot 10^7 \text{ Па} \leq 16,6 \cdot 10^7 \text{ Па.}$$

Напруга вигину колеса:

$$\sigma_{ик} = \frac{195000}{Z_k \cdot \varphi_k \cdot v \cdot m_c^2} \cdot \frac{K_k \cdot K_\sigma \cdot N_k}{9 \cdot n_k}$$

або

$$\sigma_{ик} = \frac{195000}{Z_k \cdot \varphi_k \cdot v \cdot m_c^2} \cdot \frac{1 \cdot 1,3 \cdot 933}{0,85 \cdot 0,275} = 4,62 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

$$\sigma_{ик} \leq [\sigma_{и}]_k$$

$$4,62 \cdot 10^7 \text{ Па} \leq 8,6 \cdot 10^7 \text{ Па.}$$

Перевіримо зуби на пластичну деформацію при вигині для шестірни й колеса:

$$[\sigma_{и}]_{прш} = 0,8\sigma_T = 0,8 \cdot 36 \cdot 10^7 = 28,8 \cdot 10^7 \text{ Па};$$

$$[\sigma_{и}]_{прк} = 0,8\sigma_T = 0,8 \cdot 32 \cdot 10^7 = 25,6 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

Приймаються розміри зубів. За ГОСТ 3058 - 84 приймемо коефіцієнт висоти головок зубів $f_0 = 1$ і коефіцієнт раціонального зазору зубів $C_0 = 0,2$

Висота головок зубів:

$$h' = f_0 m = 1 \cdot 7 = 7 \text{ мм}$$

Висота ножів зубів:

$$h'' = (f_0 + c_0) m = (1 + 0,2) \cdot 7 = 8,4 \text{ мм}$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі для кожного зубчастого колеса визначимо діаметр ділильний кола d_{σ} , діаметр окружності випусків D_e і діаметр кола западин D_i

Відповідно:

для шестірні:

$$d_{\sigma ш} = Z_{ш} \cdot m = 20 \cdot 7 = 140 \text{ мм};$$

$$D_{e ш} = d_{\sigma ш} + 2h' \cos \varphi_{ш} = 140 + 2 \cdot 7 \cdot \cos 14^{\circ} 10' = 104 + 14 \cdot 0,9696 = 153,57 \text{ мм}.$$

$$D_{i ш} = d_{\sigma ш} - 2h'' \cos \varphi_{ш} = 140 - 2 \cdot 8,4 \cdot \cos 14^{\circ} 10' = 104 - 8,4 \cdot 0,9696 = 123,7 \text{ мм}.$$

для колеса:

$$d_{\sigma к} = Z_{к} \cdot m = 80 \cdot 7 = 560 \text{ мм};$$

$$D_{e к} = d_{\sigma к} + 2h' \cos \varphi_{к} = 560 + 2 \cdot 7 \cos 75^{\circ} 50' = 560 + 14 \cdot 0,2447 = 563,643 \text{ мм}.$$

$$D_{i к} = d_{\sigma к} - 2h'' \cos \varphi_{к} = 560 - 2 \cdot 8,4 \cdot \cos 75^{\circ} 50' = 560 - 2 \cdot 8,4 \cdot 0,2447 = 555,89 \text{ мм}.$$

Середній діаметр початкового конуса шестірні:

$$D_{cm} = (2L - v) \sin \varphi_{ш} = (2L - v) \sin 14^{\circ} 10' = (2 \cdot 287 - 80) \cdot 0,2447 = 120,88 \text{ мм}$$

Окружна швидкість передачі:

$$\vartheta_c = \frac{\pi n_{ш} n_{ш} d}{60} = \varpi \cdot R_{cm} \text{ і } 1,03 \cdot 0,0604 = 0,063 \text{ м/см}$$

Отже, значення коефіцієнта динамічної навантаження благопріято правильно, тобто

$$\vartheta_c \leq \vartheta; \quad 0,063 < 1 \div 3 \text{ м/с}$$

Розрахункове навантаження на шестерні:

$$M_{ш.р.} = M_{кр} \cdot K_k \cdot K_{\sigma} = 1002 \cdot 1 \cdot 1,3 = 1302,5 = 1002 \cdot 1 \cdot 1,3 = 1302,6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ш} = 13026 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

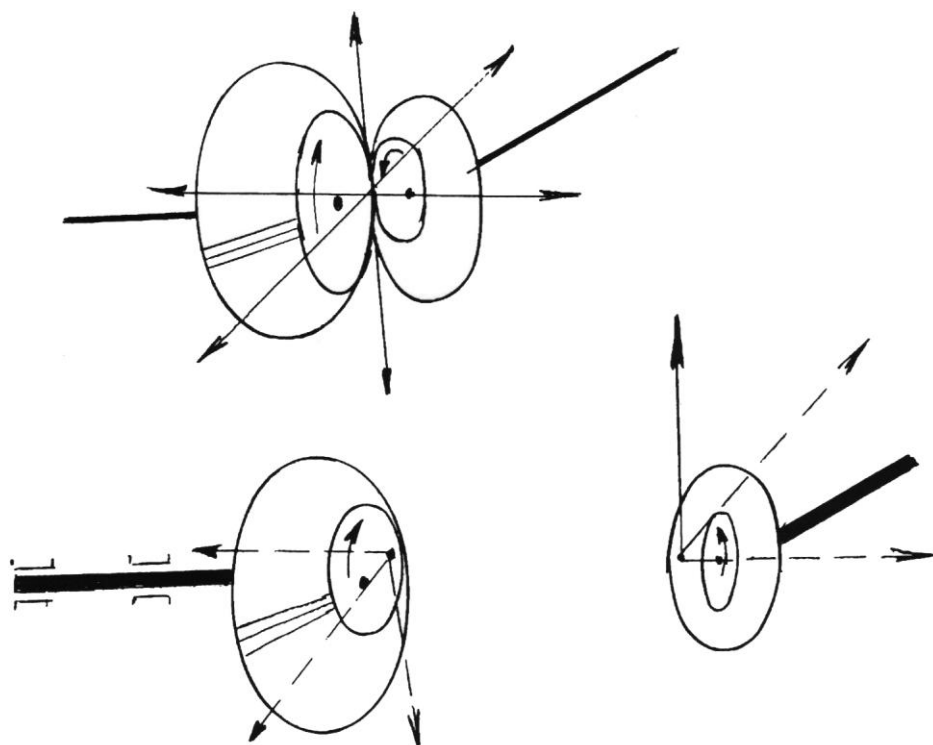


Рисунок 6.5 - Напрямок діючих сил

6.4 Розрахунок валів приводу

Визначимо навколишню силу конічної передачі:

$$P = \frac{2M_{ш}P}{d_{ш}} = \frac{2 \cdot 1302,6}{0,12088} = 21530 \text{ Н}$$

$M_{ш}$ - прийнятий момент шестерінки розрахований для підвищення надійності розрахунку.

Осьова сила на шестірні, рівна радіальній силі колеса:

$$N_{ш} = Q_k \cdot \text{tg} \alpha \cdot \sin \phi_k = P \cdot \text{tg} 20^\circ \cdot \sin 75^\circ 50' = 21530 \cdot 0,364 \cdot 0,9696 = 7535 \text{ Н}$$

З огляду на те, що редуктор приймаємо стандартний, максимальна потужність на швидкохідному валу якого $N = 2400 \text{ Вт}$ при $\text{ПВ} = 100\%$ перевищує прийняту розрахункову потужність електродвигуна тихохідний вал редуктора складаємо стандартним ($d = 80 \text{ мм}$) і розрахунок редуктора не виробляємо, тому що це є недоцільно. Розраховуємо вал колеса.

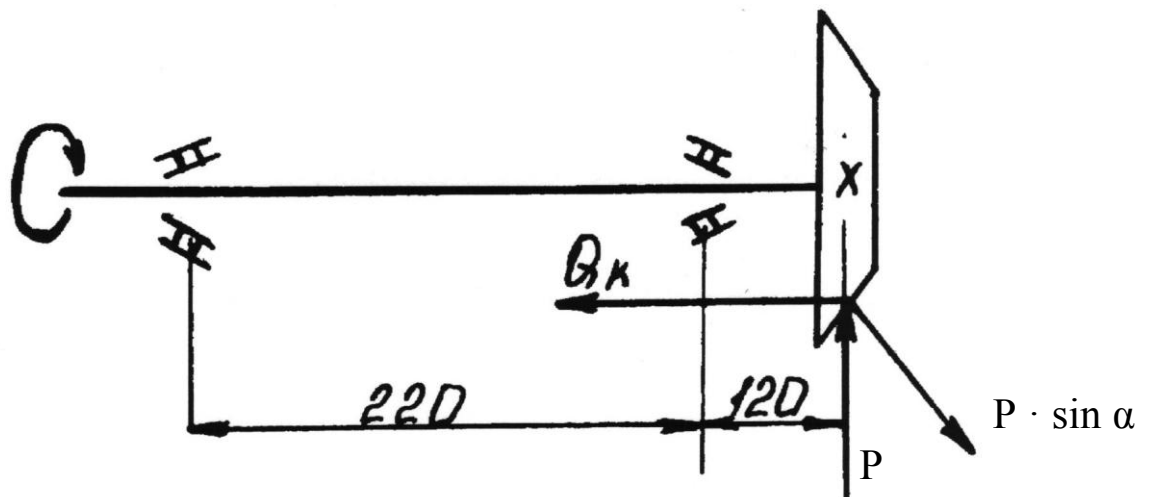


Рисунок 6.6 - Розрахункова схема вала колеса.

Реакції опор у вертикальній площині:

$$\sum M_A = 0;$$

$$P(a + b) - R_B \cdot a = 0;$$

$$R_B = \frac{P(a + b)}{a} = \frac{21530 \cdot 0,34}{0,22} = 33274 \text{H};$$

$$R_B = 33274 \text{H};$$

$$\sum M_B = 0;$$

$$-R_A \cdot a + P \cdot b = 0;$$

$$R_A = \frac{P \cdot b}{a} = \frac{21530 \cdot 0,12}{0,22} = 11744 \text{H}.$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

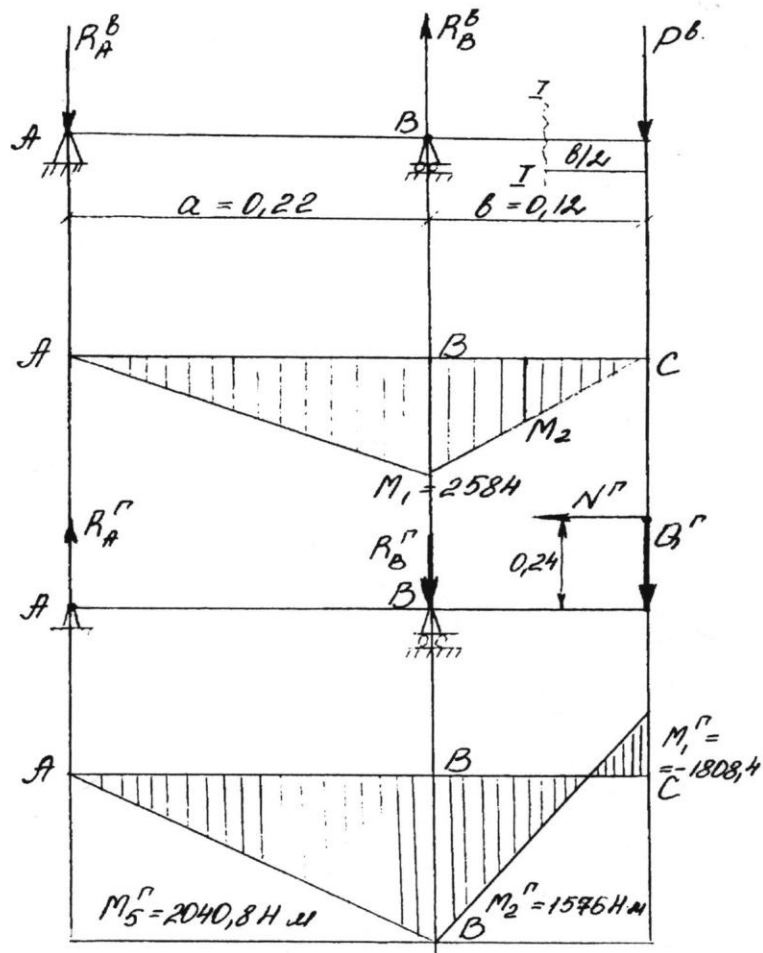
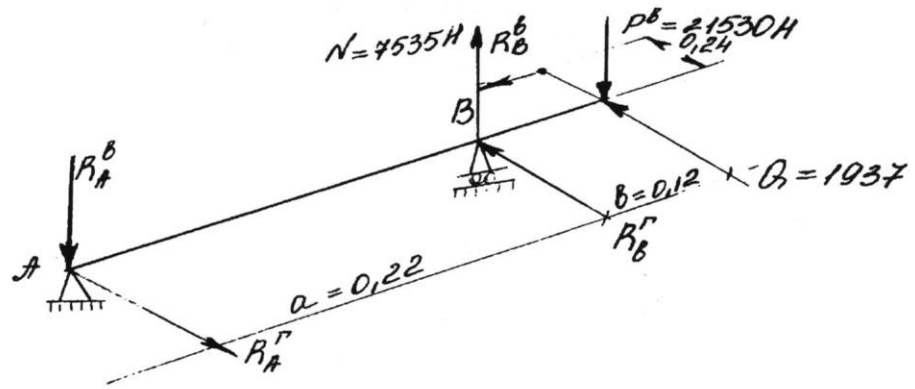


Рисунок 6.7 - Реакції опор у вертикальній площині.

Перевіримо правильність визначення реакцій опор.

$$\sum Y = 0;$$

$$-R_A^B + R_B^B - P = 0;$$

$$-11744 + 33274 - 21530 = 0.$$

Реакції опор в горизонтальній площині:

$$\sum M_A = 0;$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$-N \cdot 0,24 + Q(a + b)R_B^\Gamma \cdot a = 0;$$

$$R_B^\Gamma = \frac{N \cdot 0,24 - Q(a + b)}{a} = \frac{7535 \cdot 0,24 - 1937 \cdot 0,34}{0,22} = 5226 \text{ Н};$$

$$R_B^\Gamma = 5226 \text{ Н};$$

$$\sum M_A = 0;$$

$$R_B^\Gamma \cdot a - N \cdot 0,24 + Q \cdot b = 0;$$

$$R_B^\Gamma = \frac{N \cdot 0,24 - Q \cdot b}{a} = \frac{7535 \cdot 0,24 - 1937 \cdot 0,12}{0,22} = 7163 \text{ Н};$$

$$R_B^\Gamma = 7163 \text{ Н}.$$

Перевіримо правильність визначення реакцій.

$$\sum Y = 0;$$

$$-R_A^\Gamma - R_B^\Gamma - Q = 0;$$

$$7163 - 5226 - 1937 = 0.$$

Для побудови епюри згинається моментів у вертикальній площині знаходимо значення згинаючих моментів в перерізах валу:

$$M_1^B = P \cdot v = 21530 \cdot 0,12 = 25530 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2^B = P \cdot x = 21530 \cdot 0,06 = 192 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де $x = v/2$.

Побудова моментів у горизонтальній площині.

При $x = 0$:

$$M_1^\Gamma = -N \cdot 0,24 = -7535 \cdot 0,24 = -1808,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

При $x = v$:

$$M_2^\Gamma = -Q \cdot x + N \cdot 0,24 = -Q \cdot b + N \cdot 0,24 = -1937 \cdot 0,12 + 7535 \cdot 0,24;$$

$$M_2^\Gamma = 7535 \cdot 0,24 - 1937 \cdot 0,12 = 1808,4 - 232,44 = 1576 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_2^\Gamma = 1576 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{2_1}^\Gamma = R_A^\Gamma \cdot a = 7163 \cdot 0,22 = 1576 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначимо рівнодіюча реакції опор і сумарні згинальні моменти.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_A = \sqrt{(R_A^B)^2 + (R_A^T)^2} = \sqrt{11744^2 + 7163^2} = \sqrt{137921536 + 51308569} = \sqrt{189230105} = 13750\text{H}$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^B)^2 + (R_B^T)^2} = \sqrt{33274^2 + 5226^2} = \sqrt{1007159076 + 27311076} = \sqrt{1034470152} = 32500\text{H}$$

Сумарний згинається момент в перерізі В:

$$M_{1-1} = \sqrt{(M_1^B)^2 + (M_5^T)^2} = \sqrt{2584^2 + 1576^2} = \sqrt{6677056 + 2483776} = \sqrt{9160832} \approx 3025\text{H}$$

Наведений момент

$$M_{\text{пр.1-1}} = \sqrt{M_{1-1}^2 + (\alpha M_{\text{кр}})^2} = \sqrt{3025^2 + (0,6 \cdot 1302,6)^2} = \sqrt{9160832 + 611524} = \\ = \sqrt{97723563125} \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де α - відношення допустимої напруги на вигин для валу відповідного III режиму навантаження на вигин, відповідного режиму напруги кручення.

$$\alpha = \frac{[\sigma]_{\text{в}} \text{ III}}{[\sigma]_{\text{в}} \text{ II}} = \frac{750}{1300} = 0,6;$$

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{ш.р}} = -1302,6 \text{ Н} \cdot \text{м} - \text{визначений вище.}$$

Визначимо діаметр маточини шестірні й колеса.

$$d_{\text{ст.ш}} = 1,6d = 1,6 \cdot 0,080 = 0,128 \text{ м} = 128 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ст.к}} = 1,6d = 1,6 \cdot 0,085 = 0,135 \text{ м} = 135 \text{ мм};$$

Довжина ступиці:

$$l_{\text{ст.ш}} \approx 1,1 \cdot d = 1,1 \cdot 0,08 = 0,088 \approx 0,09 \text{ м} = 90 \text{ мм};$$

$$l_{\text{ст.к}} \approx 1,2 \cdot d = 1,2 \cdot 0,085 = 0,102 \text{ м} = 102 \text{ мм};$$

Приймаються $l_{\text{ст.к}} = 105 \text{ мм}$.

Товщина

$$C = 1,2 \sqrt{d} = 1,2 \cdot \sqrt{0,085} = 0,111 = 11 \text{ мм}.$$

Приймаємо товщину $C = 20 \text{ мм}$.

Визначаємо діаметр вала в перерізі I-I.

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{пр.1-1}}}{0,1k[\sigma]_{\text{в}} \text{ III}}} = \sqrt[3]{\frac{3125}{0,1 \cdot 0,7 \cdot 750 \cdot 10^5}} = \sqrt[3]{0,0006} = 0,084 \text{ м} = 84 \text{ мм},$$

де k - коефіцієнт, що враховує наявність концентрації напружень, викликаних жолобик.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

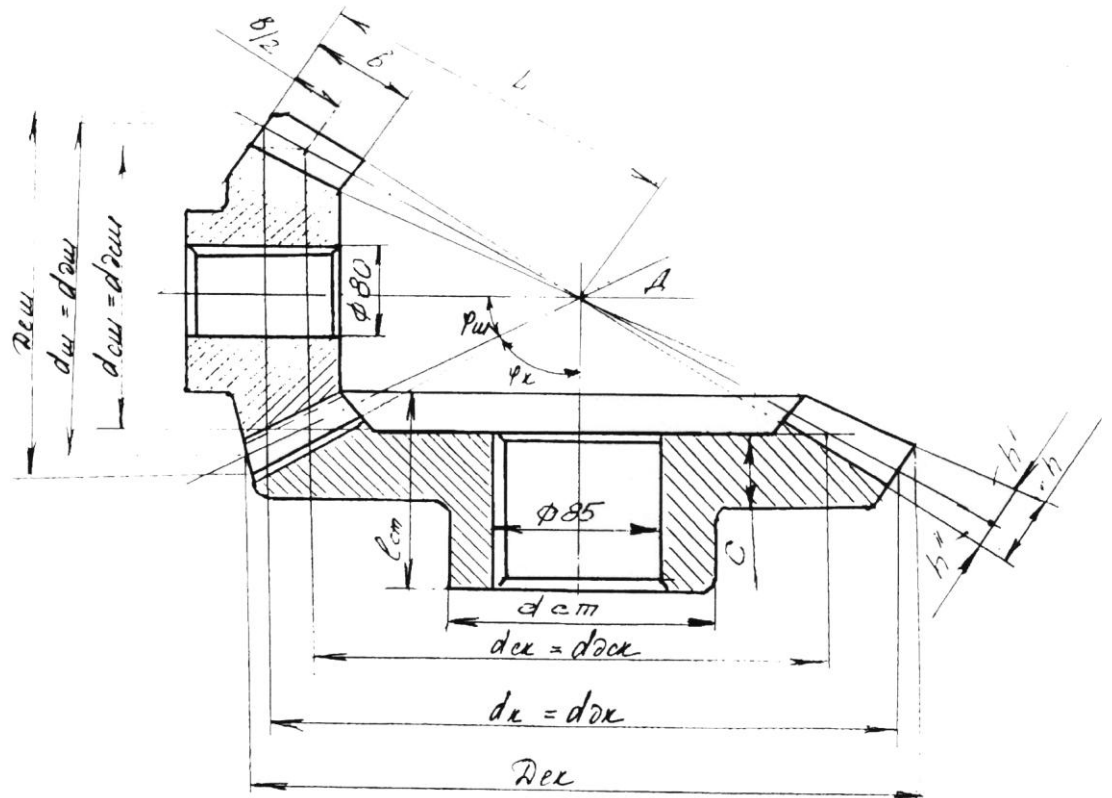


Рисунок 6.8 - До розрахунку зачеплення.

Приймаються діаметр валу по ГОСТ 6636-90

$$d = 0,085 \text{ м} = 85 \text{ мм.}$$

Знаючи діаметр валу вибираємо шпонки розраховуємо напруга на зминання на робочій грані шпонки.

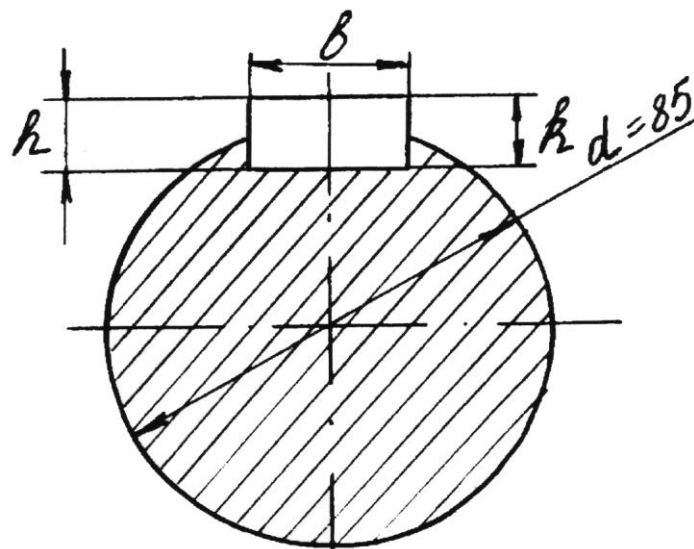


Рисунок 6.9 - До розрахунку шпонки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2017.030.00.000 ПЗ

Арк.

72

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2M_{\text{кр}}}{dk \cdot l} \leq [\sigma]_{\text{см}}$$

де d - діаметр вала;

$$d = 85 \text{ мм} = 0,085 \text{ м};$$

k - розмір лазу;

$$k = 7,4 \text{ мм} = 0,0074 \text{ м};$$

l - робоча довжина шпонки;

$$l = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м};$$

b - ширина шпонки;

$$b = 0,024 \text{ м} = 24 \text{ мм}.$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2365}{0,085 \cdot 0,0074 \cdot 0,1} = 1150 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

$$\sigma_{\text{см}} \leq [\sigma]_{\text{см}},$$

$$1150 \cdot 10^5 < 1500 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$$\text{где } M_{\text{кр.к}} = \frac{N_{\text{к}}}{\varpi} = \frac{933}{0,257} = 3650 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\text{де } M_{\text{кр.к}} = \frac{N_{\text{к}}}{\varpi} = \frac{933}{0,257} = 3650 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Напруга зрізу:

$$\tau = \frac{2M_{\text{кр}}}{dbl} \leq [\tau]_{\text{сп}};$$

$$\tau = \frac{23650}{0,085 \cdot 0,024 \cdot 0,1} = 358 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$\tau \leq [\tau]_{\text{сп}};$$

$$358 \cdot 10^5 < 1200 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Таким чином, приймаємо призматичну шпонку $A24 \times 14 \times 100$ за ГОСТ 8789-88.

Вибір підшипників

Вихідні дані: $R_1 = 11\,744 \text{ Н}$.

Радіальна навантаження: $R_2 = 33\,274 \text{ Н}$.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр вала в місці посадки підшипника, приймаємо конструктивно $d = 90 \text{ мм} = 0,09 \text{ м}$. Кутова швидкість валу $\omega = 0,257 \text{ рад/с} = 2,46 \text{ об/хв}$.

Приймаються температуру нагрівання підшипника $t = 70^\circ\text{C}$, бажаний термін служби $h = 16000 \text{ ч}$.

Попередньо прийmemo підшипники роликові конічні середньої серії 7318 за ГОСТ 333-89 для яких допустимий коефіцієнт працездатності $[c] = 380000$ і кут контакту $\beta = 12^\circ$.

За каталогом підшипників кочення прийmemo:

- кінематичний коефіцієнт $K_k = 1$;
- динамічний K_σ I 1,2;
- температурний $K_T = 1$;
- коефіцієнт приведення осьового навантаження;
- радіальний $m = 1,5$.

Осьова складова радіального навантаження Q підшипника 1.

$$S_2 = 1,3 \cdot R_2 \cdot \text{tg } \beta = 1,3 \cdot 33274 \cdot 0,2126 = 90800 \text{ Н}$$

В даному випадку $R_2 > R_1$ и $S_2 > S_1$ и $N < (S_2 - S_1)$, отже, умовні навантаження визначимо по [8, табл. 9.3].

Для підшипника II опори:

$$Q_1 = R_2 k_k \cdot k_\sigma \cdot k_T = 11744 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 140928 \text{ Н}$$

Для підшипника I опори:

$$Q_1 = \{R_2 k_k + m[(S_2 - S_1) - N]\} k_\sigma k_T = \{33271 \cdot 1 + 1,8[(90800 - 32060) - 7535]\} \times \\ \times 1,2 \cdot 1 = 150530 \text{ Н}$$

де $m = 1,8$

$$\text{тому що } 5 > \frac{R_2}{N} > 2 = 5 > \frac{33274}{7535} > 2 = 5 > 4,4 > 2$$

Необхідний коефіцієнт працездатності:

$$C = 0,2 \cdot Q_2 (\omega h)^{0,3} = 0,2 \cdot 150530 (0,257 \cdot 6000)^{0,3} = 361272$$

Цьому коефіцієнту працездатності відповідає конічний ролик підшипника середньої серії 7318, що має внутрішній діаметр $d = 90 \text{ мм}$ і коефіцієнт працездатності $c = 380000$.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Отже, довговічність обох підшипників цілком достатня й остаточно приймаємо вибрані підшипники.

6.5 Розрахунок приводного барабана

Зусилля, що діє на приводний барабан:

$$Q = S_{15} + S_{16} = 4440 + 727 = 5167 \text{ Н.}$$

Опори барабана розташовані симетрично щодо підшипників, тому навантаження на підшипники валу буде:

$$P = \frac{Q}{2} = \frac{5167}{2} = 2583,5 \text{ Н}$$

Реакція опор:

$$\Sigma MA = 0$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

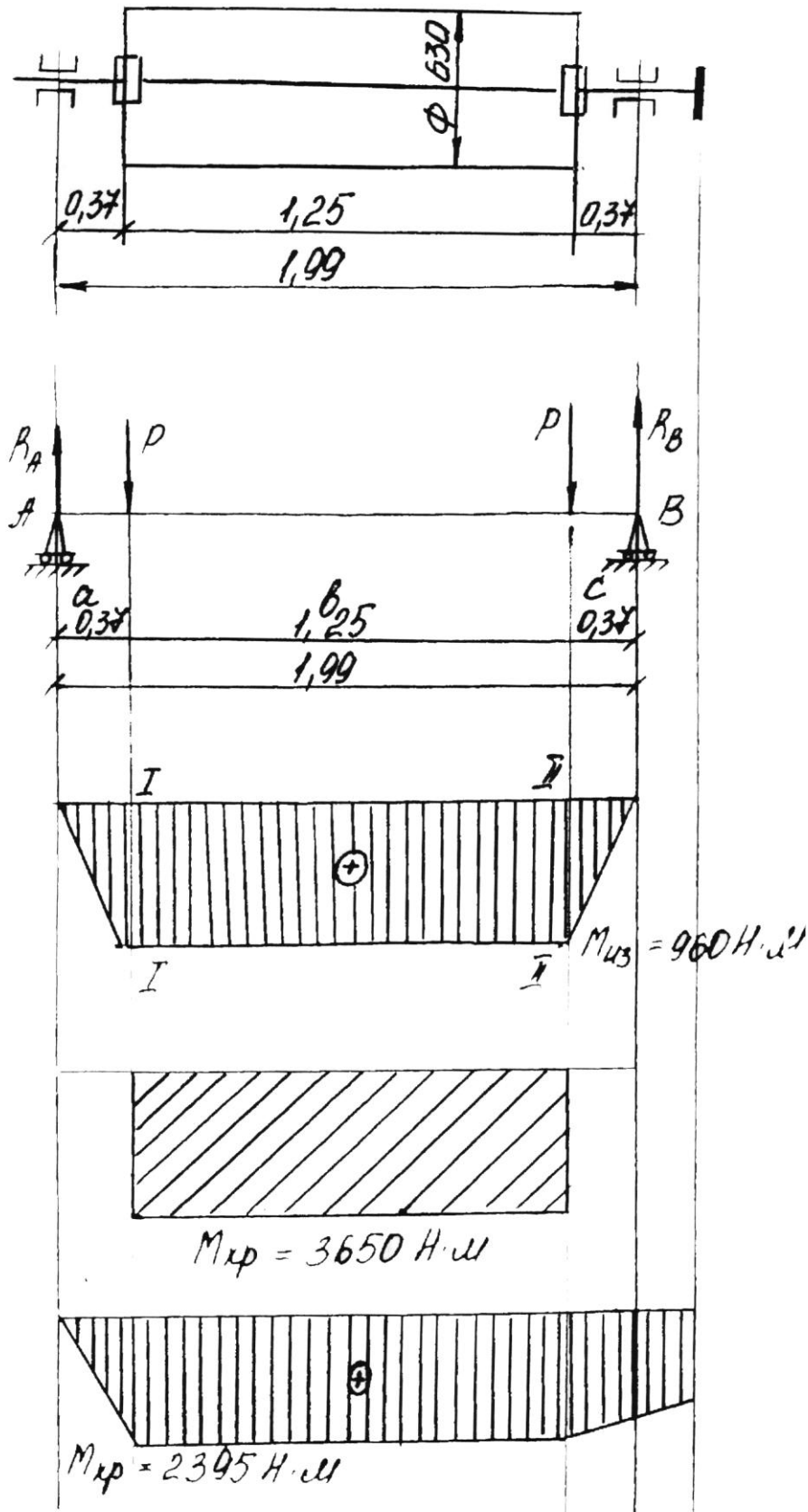


Рисунок 6.10 - Розрахунок приводного барабана.

$$R_B \cdot (a+b+c) - P(a+b) + P(a) = 0;$$

$$R_B \cdot 1,99 = P \cdot 0,495 + P \cdot 0,37;$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$$R_B = \frac{2583,5 \cdot 1,62 \cdot 2583,5 \cdot 0,37}{1,99} = 2583,5 \text{Н};$$

$$R_A = R_B = 2583,5 \text{Н}.$$

Проворний правильність визначення реакції опор:

$$R_B + R_A - P - P = 2583,54 + 2583,5 - 2583,5 - 2583,5 = 0.$$

Згинальні моменти:

$$M_{I-I} = R_A \cdot a = 2583,5 \cdot 0,37 = 960 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{II-I} = R_B \cdot c = 2583,5 \cdot 0,37 = 960 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Наведений момент:

$$M_{np} = \sqrt{M_{I-I}^2 + (\alpha M_{II-I})^2} = \sqrt{960^2 + (0,6 \cdot 960)^2} = \sqrt{5717700} = 2395 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо діаметр вала приводного барабана:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,1 \cdot k \cdot [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{2395}{0,1 \cdot 0,7 \cdot 550 \cdot 10^5}} = \sqrt[3]{62,5 \cdot 10^{-5}} = 0,085 \text{ м} = 85 \text{ мм},$$

де $[\sigma]_{U III} = 550 \cdot 10^5 \text{ Па}$ - Допустима напруга на вигин для сталі, що має

$\sigma_{вр} = 60 \cdot 10^7 \text{ Па}$,

$k = 0,7$ - поправочний коефіцієнт, тому що в перерізі є фактори, що обумовлюють появу концентрації напружень.

Так як $d = 85 \text{ мм}$ є і є в нормальному ряду діаметрів згідно з ГОСТ 6636 - 60, то його округляти не потрібно.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ

Рами сушарки, живильника та приводу складаються за допомогою зварювання та болтових з'єднань з металевих кутків, двотаврів, швелерів та смуги. Зварювання проводять електродуговим або електрошлаковим способом. Потім знімають посилення зварених швів, а після цього свердлять отвори.

Для визначення якості зварених швів і виявлення зовнішніх і внутрішніх дефектів шви піддають рентгеноконтролю або ультразвуковій дефектоскопії. Зовнішні дефекти (непровари, тріщини, пори, раковини, зсуви стикуємих крайок і т.д.) виявляють візуально, а внутрішні - рентгеноскопічним просвічуванням. При наявності у звареному шві неприпустимих зовнішніх дефектів рентгеноконтроль не роблять. Просвічуванню піддають 50% загальної довжини зварених швів, місця просвічування встановлюються відділом технічного контролю.

При просвічуванні зварених швів можуть бути виявлені внутрішні дефекти: тріщини, непровари, жужільні включення, раковини й газові пори. Якщо при просвічуванні контрольованих ділянок зварених швів будуть виявлені неприпустимі дефекти (тріщини, непровари) або дефекти перевищуючі зазначені розміри, то шов до подальшої обробки непридатний. У цьому випадку дефекти необхідно усунути й провести повторне просвічування всіх швів решітки. Якщо ж при повторному просвічуванні результати виявляться такими ж, то всі зварені стики необхідно вирубати, знову заварити й ще раз перевірити.

Шків пасової передачі, корпус підшипника приводного барабану виготовляють із чавуну методом лиття в піщано-глинисті форми. Методи отримання форм: струшування з допресуванням на формувальних машинах ливарних конвеєрів, пресування під високим питомим тиском на лініях автоматичної формовки. Приготування стрижневих сумішей проводиться в змішувачах періодичної дії. Виготовлення стрижнів проводиться двома

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

способами: 1) на стрижневих напівавтоматах по нагрівається оснащенні; 2) на стрижневих машинах з наступною тепловою сушкою в вертикально-замкнутому сушилі «СКВГ-3».

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

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

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

Вали та виготовляють методом точіння на токарних верстатах. Із круглого прокату точать задані діаметри від найбільшого, проточують канавки, знімають фаски, відрізають. На фрезерному верстаті виготовляють шпонкові пази. Перед обробкою циліндричної поверхні підрізають торці. Операція проводиться підрізним різцем з подачею в двох напрямках. Жолобники (заокруглення між ступенями) виконують прохідним різцем з одночасною поперечною і поздовжньою подачею. Радіус галтелі залежить від діаметра ступені. Канавки проходяться поперечною подачею фасонного різця з ріжучою частиною рівній ширині канавки. Широкі канавки виконують у два прийоми: поперечною і поздовжньою подачі. Для відрізки готової деталі

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюють відрізний різець і застосовують поперечну подачу. При цьому, для отримання чистого зрізу краще використовувати різець з похилою ріжучою крайкою. Пряма крайка руйнує зріз і потрібно подальша підрізування торця.

Шпонкові зовнішні пази на валу призначені під шпонки. Шпонковий паз виконуються на горизонтально-фрезерних або на вертикально-фрезерних верстатах загального призначення. Шпонковий паз обробляють кінцевою фрезою з поздовжньою подачею за один прохід або кілька проходів. Фрезерування кінцевою фрезою за один прохід проводиться таким чином, що спочатку фреза при вертикальній подачі проходить на повну глибину канавки, а потім включається поздовжня подача, з якої шпонкова канавка фрезерується на повну довжину. При цьому способі потрібно потужний верстат, міцне кріплення фрези і рясне охолодження. Внаслідок того, що фреза працює в основному своєю периферійною частиною, діаметр якої після заточки кілька зменшується, в залежності від числа переточувань фреза дає неточний розмір канавки по ширині.

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

Крім того, оскільки фреза працює лобовою частиною, вона буде довговічніше, так як зношується не периферійна її частина, а лобова. Недоліком цього способу є значно більша витрата часу на виготовлення паза в порівнянні з фрезеруванням за один прохід. Звідси впливає наступне: 1) метод маяткової подачі треба застосовувати при виготовленні пазів, які

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потребують взаємозамінності; 2) фрезерувати пази в один прохід потрібно в тих випадках, коли допускається пригонка шпонок по пазах.

Технологія виготовлення шестерень та зубчатих коліс полягає у наступному. Для заготовок з прокату – різання прокату, для штампованих заготовок – штампування. Штамповані заготовки доцільно виконувати з прошитими отворами, якщо їх діаметр більше 30 мм і довжина не більше 3-х діаметрів.

Точити торець обода і торець маточини з одного боку начорно, точити зовнішню поверхню обода до кулачків патрона начорно, розточити начорно на прохід отвір (або свердлиити і розточити при відсутності отвору в заготівлі), точити зовнішню поверхню маточини начорно, точити фаски. Технологічна база – зовнішня поверхня обода і торець, протилежний ступиці (закріплення в кулачках токарного патрона). Устаткування: одиничне виробництво – токарно-гвинторізний верстат; дрібно- та середнє серійне – токарно-револьверний, токарний з ЧПУ; багатосерійне і масове – одношпindelний або багатошпindelний токарний напівавтомат (для заготовки з прутка – прутковий автомат).

Точити базовий торець обода (протилежні ступиці) начорно, точити зовнішню поверхню обода на частини начорно, розточити отвір під шліфування, точити фаски. Технологічна база – оброблені поверхні обода і більшого торця (з боку маточини). Устаткування – те саме.

Протягнути (довбати в одиничному виробництві) шпонковий паз або шлицьовий отвір. Технологічна база – отвір і базовий торець колеса. Устаткування – горизонтально-протяжної або довбальний верстат. Застосовуються варіанти чистового протягування отворів на даній операції замість чистового розточування на попередній операції.

Точити базовий і протилежні торці, зовнішню поверхню вінця начисто. Технологічна база – поверхня отвору (реалізується на пресування на оправлення, осьове положення на оправці фіксується шляхом застосування підкладних кілець при запресуванні заготовки). Необхідність даної

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

операції викликається вимогою забезпечення співвісності поверхонь обертання колеса. Устаткування – токарно-гвинторізний (одиничне виробництво), токарний з ЧПУ (серійне) або токарний багаторізцевий напівавтомат.

Фрезерувати зуби начорно (забезпечується 8-а ступінь точності). Технологічна база – отвір і базовий торець (реалізується оправкою і упором в торець). Устаткування – зубофрезерний напівавтомат.

Фрезерувати зуби начисто (забезпечується 7-а ступінь точності).

Шевінговальна операція підвищує на одиницю ступінь точності зубчастого колеса. Операцію застосовують для термообробних коліс з метою зменшення викривлення зубів, так як знімається поверхневий наклепаний шар після фрезерування. Технологічна база – отвір і базовий торець (реалізується оправкою). Устаткування – зубошевінговальні верстат.

Розжарювати заготовку або зуби (ТВЧ) або цементувати, розжарювати і відпустити – згідно з технічними вимогами. Наявність зміцнювальної термообробки, як правило, призводить до зниження точності колеса на одну одиницю.

Шліфувати отвір і базовий торець за одну установку. Обробка отвору і торця за одну установку забезпечує їх найбільшу перпендикулярність. Технологічна база – робочі евольвентні поверхні зубів (початкова окружність колеса) і торець, протилежний базовому. Реалізація базування здійснюється спеціальним патроном, у якого в якості настановних елементів використовують калібрувальні ролики або зубчасті сектори. Необхідність такого базування викликана вимогою забезпечення рівномірного знімання металу і зубів при їх подальшій обробці з базуванням по отвору на оправці. Устаткування – внутрішньошліфувальний верстат.

При базуванні колеса на даній операції за зовнішню поверхню вінця для забезпечення співвісності поверхонь обертання необхідно ввести перед або після термообробки круглошліфувальну операцію для шліфування зовнішньої поверхні вінця і торця, протилежного базовому (бажано за одну

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

установку на оправці). Технологічна база – отвір і базовий торець. Устаткування – круглошліфувальний або торцекруглошліфувальний верстати.

Необхідність обробки зовнішньої поверхні вінця колеса часто викликається також і тим, що контроль основних точностних параметрів зубів проводиться з використанням цієї поверхні в якості вимірювальної бази.

Шліфувати торець, протилежний базовому (якщо необхідно за кресленням). Технологічна база – базовий торець. Устаткування – плоскошліфувальний верстат з прямокутним або круглим столом.

Шліфувати зуби. Технологічна база – отвір і базовий торець. Устаткування – зубошліфувальний верстат (обробка обкаткою двома тарілчастими або черв'ячним колами або копіюванням фасонним кругом). При малому викривленні зубів при термообробці (наприклад, при азотуванні замість цементації) операція зубошліфування може бути замінена зубохонінгуванням або взагалі бути відсутньою.

Наявність зубошліфувальної або зубохонінгувальної операції визначається наявністю і величиною викривлення зубів при термообробці. Дворазове зубофрезерування і шевінгування зубів до термообробки може забезпечити 6-у ступінь точності. При втраті точності під час термообробки на одну ступінь кінцева 7-а ступінь точності буде досягнута. Введення обробної операції зубошліфування або зубохонінгування необхідно тільки при зменшенні точності колеса при термообробці більше, ніж на одну ступінь.

Застосовуються варіанти техпроцесу з одноразовим зубофрезеруванням, але з дворазовим зубошліфуванням. Наявність зміцнюючої термообробки призводить, як правило, до зниження ступеня точності коліс на одну одиницю, що вимагає введення додаткової оздоблювальної операції. Для незагортованих зубчастих коліс шевінгування є останньою операцією; перед термообробкою шевінгують зуби з метою

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшення деформації колеса в процесі термообробки і підвищення ступеня на одну одиницю.

Газоходи сушарки, приводний барабан виготовляють методами гнуття за зварювання з листової сталі.

Гнуття – це утворення кута між частинами заготовки або надання заготівлі криволінійної форми.

При згинанні пластично деформується тільки ділянку заготівлі в зоні контакту з пуансоном. Зовнішні шари заготовки розтягуються, а внутрішні - стискаються. Деформація розтягу зовнішніх шарів і стиснення внутрішніх збільшується зі зменшенням радіусу заокруглення робочого торця пуансона, при цьому зростає ймовірність утворення тріщин. Тому мінімальний радіус пуансона обмежується величиною в межах 1,0 ... 2,0 від товщини заготовки, в залежності від механічних властивостей матеріалу і не допускати утворення тріщин.

Гнуття сталевих листів виробляють в спеціальних гибочних штампах.

Технологія згинання металу (металевого листа) полягає в наступному, попередньо вирубану заготовку поміщають в листозгинальний прес до упору і закріплюють. Зверху на лист тисне прес і відбувається згинання. Рухаючись вниз, пуансон продавлює лист і входить в матрицю, після чого лист набуває потрібний профільний вид, заданий заздалегідь.

Шнек живильника може виготовлятися кількома способами, найбільш поширеними і менш фінансово затратними є наступні: холодна прокатка з використанням спеціального табору; цільнотянутий спосіб; роздільне формування з наступним зварюванням з окремих сегментів. Будь-який метод виробництва має на увазі, що реборда шнека, виконана за допомогою холодного штампування, є стійкою до зносу і має відмінний опір до механічної агресії.

У великосерійному виробництві шнекові спіралі виготовляються способом гарячої прокатки, яка виконується між двома валками конічної форми. Нагріта до високої температури стрічка (960 градусів Цельсія),

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропускається між двома конічними валками, після чого звивається в спіраль і рубиться на елементи необхідної довжини. Після завивки, одна сторона спіралі стає довшою і тоншою за іншу, що і надає елементу практично закінченої форми. Отримана таким чином спіральна стрічка кріпиться на вал шнека і наглухо приварюється одним кінцем. Слідом приварюється інший елемент спіралі, строго на заданій відстані. Після вирівнювання окремих сегментів, для отримання рівномірного кроку, саму спіраль приварюють до сталевого валу спеціальним переривчастим швом, що йде по всій довжині сегмента. У цьому методі активно використовується і автоматичне зварювання, після якого шнек остаточно приварюється.

Ланцюгова передача служить для передачі обертального руху з одного вала на інший за допомогою гнучкого елемента – ланцюга. Складається вона з двох зірочок – ведучої і відомої, – і ланцюга, зібраного з рухомих ланок. Для того, щоб робота ланцюгової передачі не викликала шуму і не супроводжувалася нерівномірним руху веденого валу, виготовлення зірочок має проводитися з високою точністю. Неприпустимими є відхилення від заданої форми зубців, а також наявність заусенок, що виникли в процесі виробництва. Внаслідок цих вимог виготовлення зірочок є більш складним процесом, ніж виготовлення зубчастих коліс.

У виробництві можливе використання декількох технологій – штампування, лиття та механічної обробки. При використанні будь-якого з цих методів отримана зірочка є напівфабрикатом, який проходить додаткові технологічні операції – шліфування, зубопритірку і, при необхідності, обкатку.

Для отримання готового виробу з мінімальними затратами застосовується виготовлення зірочок методом високоточного зубофрезерування на спеціальних верстатах. Заготівля – пластина необхідної товщини – проходить операції обрізки дисковою або пальцевою фрезою і нарізки зуба черв'ячною або модульною фрезою за одну установку в

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріпильному пристосуванні верстата. Отриманий виріб, призначений для загальномашинобудівного застосування, не вимагає додаткової обробки.

Нескінченна сітчаста стрічка являє собою ряд пластин, виконаних зі смугової сталі і з'єднаних стрижнями з дроту.

7.1 Технологічний процес зборки петльової сушарки

Монтаж складних машин і обладнання складається з наступних трьох стадій: підготовчої, проведення монтажних робіт, випробування обладнання та здачі його в експлуатацію.

Підготовчі роботи – розробка технологічної документації, вибір монтажного обладнання, підготовка майданчика, прийом фундаментів і обладнання, розрахунок потреби в робочій силі.

В даний час поширені мережеві графіки проведення монтажних і ремонтних робіт складного обладнання, вузлів і деталей машин здійснюється за допомогою лебідок, домкратів, блоків, поліспастів, талів, монтажних матч, стріл, різних кранів і т.д. Для такелажних робіт застосовують сталеві канати.

Послідовність збирання машини при монтажі залежить від того, в якому вигляді поставляє машину або обладнання заводу виготовлювача. Правильність установки обладнання перевіряють шляхом контролю положення окремих його деталей. Перевірку ведуть від так званих контрольних баз. За контрольні бази зазвичай вибирають горизонтально або вертикально розташовані, точно й чітко відібрані плоскі поверхні, а також зовнішні чи внутрішні циліндричні поверхні. Кріплення машин безпосередньо до фундаментів, фундаментним рам, станина, а також посадковим місцях здійснюється: без закріплення на регульовальних черевиках, із закріпленням бетонним розчином, із закріпленням анкерними болтами.

Припуски на установку і складання устаткування наводяться в технічних умовах на монтаж і вказуються в паспорті.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Петльова сушарка на монтажний майданчик надходить дрібними блоками: барабани, вали, привод. Каркас сушарки виготовляється з прокатного металу при монтажі на попередньо виготовленому фундаменті, після чого приступають до виготовлення топок і газоходів. Одночасно на каркас встановлюють вали, барабани і зірочки в зборі, їх регулюють, потім монтують теплоізоляційну обшивку.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

8. РЕМОНТ І МОНТАЖ

Устаткування виробництва хімічно-осадженої крейди експлуатується згідно з інструкціями, складеними згідно з загальними правилами з технічної експлуатації обладнання, техніки безпеки та промислової санітарії, змащенню обладнання та інших типів інструкцій, обов'язковим для всіх промислових підприємств.

Технічний догляд включає комплекс профілактичних заходів, спрямованих на підтримку їх швидкого зносу і виявлення дефектів їх роботи. Технічний догляд передбачає підтримання обладнання в чистоті, періодичне виконання кріпильних та контрольних-регулювальних робіт, усунення дрібних несправностей в окремих вузлах, своєчасну змащення. Контрольно-регулювальні роботи здійснюються після контролю вузлів і деталей, що виявляють обсяг регулювальних робіт. Одночасно з контролем і регулюванням вузлів і механізмів усуваються дрібні дефекти і несправності.

Змащення обладнання здійснюється за спеціальними картками. В якості мастильного матеріалу застосовують мінеральні масла й консистентні змащення та мазі.

На проектованому виробництві прийнята система планово-попереджувального ремонту технологічного устаткування (система ППР), при якій технічне обслуговування та капітальний ремонт приводять в певній послідовності після напрацювання обладнанням певного часу. Для кожного виду обладнання встановлено час його експлуатації, після чого виконується його технічне обслуговування або ремонт. Час на виконання ремонтних робіт також регламентовано, тому механік повинен бути повністю підготовлена для відповідного ремонту (підготовлені матеріали, запасні частини, швидкозношувані вузли). Все це робиться для того, щоб ремонтні роботи були виконані якісно і за більш короткий час. Ремонтний персонал повинен чітко розуміти, що призначення ремонтної служби – забезпечувати ефективну роботу технічного обладнання з максимальною продуктивністю, що є запорукою прибуткової роботи виробництва.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На виробництві є журнал роботи обладнання в якому щозмінно начальник зміни відзначає час роботи устаткування, фіксує помічені відхилення від його нормальної роботи.

Таблиця 8.1. - Дефектні відомості на виконання капітального ремонту петльової сушарки

№ п/п	Найменування вузла та його виконані дефекти	К-ть штук	Спосіб усунення
1	Стрічка сітчаста	300 м.п.	заміна
2	Конвеєр ланцюгової		заміна ланцюгів
	2.1. Приводний вал. Знос зірочок і підшипників	1	заміна зірочок, заміна підшипників
	2.2. Натяжна вал. Знос зірочок, знос підшипників	1	заміна зірочок, заміна підшипників
3	Головний привід		
	3.1 Виконати ревізію приводу. В разі необхідності замінити окремі деталі	1	
	3.2. Ланцюгова передача на приводні валки. Знос ланцюгів і зірочок	6	заміна зірочок, заміна підшипників
	3.3.Тріщини в рамі провідних зірочок		замінити окремі ділянки рами, встановити накладки
4	Живильники пасти	1	
	4.1 Робочі валки. Знос бічній поверхні	2	відновити наплавленням металу
	4.2 Знос підшипників. Руйнування корпусу підшипника	4	замінити підшипники, замінити 1 корпус підшипника
5	Газові пальники. Перевірка	8	
6	Топки і газоходи Руйнування кладки	8	повне розбирання монтаж топок
7	Ізоляція сушіння	1	перевірка ремонт і заміна окремих ділянок
8	газохід. Прогорання окремих ділянок	1	заміна газоходу

Найбільш відповідальною і складною операцією при ремонті петльової сушарки є установка всіх зірочок і для сітчастої стрічки і для пластинчастого конвеєра. Ця операція проводиться окремо для кожного ланцюга і для

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

кожного механізму. На завершальній стадії виконання ремонтних робіт видається доцільним уздовж осі петльової сушарки змонтувати струни з дроту строго по осях найбільш високих зірочок з витримкою відстані між ними на 200 мм більше, ніж відстань по центру ланцюгів, тобто 1500 мм. Схилом від цієї струни опускається вертикальна нитка, по якій і встановлюється кожна з зірочок. Застосування цього пристосування спрощує монтаж, наладку і робить регулювання роботи механізмів більш якісною. Тільки на стадії виконання регулювальних робіт вказане пристосування скорочує тривалість простою обладнання на 10-12 годин.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						90
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 хімічно осадженої крейди на ЗАТ «Реактив»

Технологічний процес складається з наступних стадій, основних:

- Випал вапняного молока;
- Карбонізація вапняного молока;
- Фільтрація крейдяний пасти;
- Сушка крейдяний пасти.

В технологічному процесі передбачаємо використати наступне обладнання:

- Печі шахтного типу працюють на газовому паливі;
- Гаситель вапна;
- Карбонізаційна колона безперервної дії;
- Барабанні вакуум-фільтри;
- Сушарки петльові.

Все основне і допоміжне устаткування передбачається встановити в будинках цеху. Для проектованого виробництва характерні наступні потенційні небезпеки:

- Застосування та виділення в процесі виробництва токсичних речовин;
 - Застосування вакууму у відділенні фільтрації на вакуум-фільтрах;
- наявність високих температур (шахтні вапняні печі $900^{\circ} + 1200^{\circ}\text{C}$, петльова сушарка - $100^{\circ} - 350^{\circ}\text{C}$);

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.2. Класифікація й категорійність виробництва і його проєктованих приміщень

Таблиця 9.1-Характеристики речовин, які застосовуються у виробництві ХОМ

Речовина	Загальна характеристика	Щільність кг / м ³	ГДК в повітрі робочої зони м ² /м ³	Клас небезпеки	Токсичні властивості і характер дії на організм людини	Межі вибухо-небезпечності		Характер впливу на конструкційні матеріали
						Нижній %, об	Верхній %, об	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Природний газ	Безбарвний газ	0,69	200	IV	Викликає задуха	4,51	13,5	--
Оксид вуглецю	Безбарвний газ	0,967	20	IV	Викликає отруєння	12,5	74	--
Діоксид вуглецю	Безбарвний газ	1,524	0,125%, об	III	Викликає задуха і слабе наркотичну дію	--		--
Хімічно обкладена крейда	Порошок білого кольору	2400	5	III	Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів	--		Володіє абразивними властивостями
Вапняне молоко	Рідина білого кольору	1250	--	III	При попаданні на шкіру викликає опіки	--	--	Викликає корозію
Вапно	Пил	2700	6	IV	Викликають роздратування дихальних шляхів	--	--	--

- Наявність корозійно-небезпечної середовища (вапняне молоко);
- Застосування природного газу як палива;
- Застосування теплової та електричної енергії;
- Застосування підйомно-транспортного устаткування, а також обладнання з рухомими і обертовими частинами (електрокран балка, електротельфера, електричні приводу, конвеєри, виконавчі механізми та ін)

9.1.3. Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Електробезпека

Для живлення електрообладнання передбачається застосування мережі трифазного змінного струму з ізольованою нейтрально робочою напругою 380/220 В.

Так як у технологічному процесі передбачається використання агресивного середовища, згідно з ПУЕ виробничі приміщення відносяться до категорії особливо небезпечних.

Всю проводку передбачається виконати закритого типу, в металевих трубах.

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом передбачаються наступні заходи захисту:

- Огородження струмоведучих частин обладнання і розподільних пристроїв;
- Захисне заземлення обладнання;
- Захисне занулення.

Передбачається використання наступних електрозахисних засобів:

- Діелектричних килимків та рукавичок;
- Показчики напруги;
- Інструмента з ізольованими ручками.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Вентиляція приміщень

Так як основну шкідливість у виробничих приміщеннях представляють: надмірне тепловиділення, а також виділення пилу і димових газів на окремих робочих місцях у виробничих приміщеннях передбачається загальнообмінна природна вентиляція і локальна механічна. Загальнообмінна природна вентиляція передбачається у вигляді аерації. Подача повітря передбачається через фрамуги, видалення повітря через світлоаераційні ліхтарі.

Над вапняно-випалювальних піччю передбачається установка парасольок локальної витяжки механічної вентиляції.

Метеорологічні умови

Так як проектом прийнята комплексна механізація та автоматизація всіх виробничих процесів, робота персоналу по важкості відноситься до категорії Па, фізичних робіт середньої тяжкості.

Зазначені роботи пов'язані з постійною ходьбою і вимагають певної фізичної напруги

Во всіх виробничих приміщеннях передбачається підтримка наступних параметрів мікроклімату:

В холодний період року:

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

Теплий період року:

- Температура повітря - $18 \div 27$ 0C;
- Відносна вологість - не більше 75%;
- Швидкість руху повітря - не більше $0,2 \div 0,4$ м / с.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазначені параметри мікроклімату передбачається забезпечити за рахунок вентиляції, теплоізоляції обладнання. Опалення не передбачається, тому що технологічний процес пов'язаний з надмірною тепловиділенням.

Освітлення

Спроектоване виробництво передбачається розмістити в четвертому поясі світлового клімату, в зоні з нестійким сніжним покривом.

За характером зорової роботи, робота відноситься до розряду VIII, подрозряду «б», так як пов'язана із загальним періодичним спостереженням за ходом виробничого процесу з постійним перебуванням людей у виробничому приміщенні.

Во всіх виробничих приміщеннях передбачається природне і штучне освітлення. Природне освітлення боковий та верхнє. Нормоване значення e_{IV} визначається з виразу

$$e_{IV} = e_{III} \cdot m \cdot c,$$

де $e_{III} = 0,7$ - значення КЕО для четвертого світлового пояса;

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

$c = 0,85$ - коефіцієнт сонячності клімату.

$$e_n = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,54.$$

Штучне освітлення спільне з допомогою ламп розжарювання і світильниками НЕОПЗ. Норма освітлення 50 лк.

Передбачається аварійне освітлення від незалежного джерела струму, норма освітленості не менше 5% від рівня загального.

Шум, вібрація і заходи захисту від них обслуговуючого персоналу

Потенційними джерелами шуму і вібрації може бути наступне устаткування: петльова сушарка, насоси, вакуум-фільтри, колона,

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиляторів. Проектом передбачається наступні заходи захисту від шуму і вібрації:

Передбачаються наступні основні заходи захисту від шуму і вібрації:

- Шумопоглинаючі частину;
- Установка обладнання на масивні фундаменти з віброгасильними пристроями;
- Дистанційне керування обладнанням.

Пожежна технологічного процесу

Потенційними джерелами пожеж та загорянь на розглянутому виробництві можуть бути:

- Природний газ, що використовується як паливо;
- Електрообладнання;
- Горючозмазочні матеріали.

Можливими причинами пожеж та загорянь можуть бути:

- Причини електричного характеру;
- Високі температури при веденні випалу сировини та сушіння готового продукту;

- Удари блискавки. Так як у виробництві звертаються вогнетривкі матеріали в гарячому стані і як паливо використовується природний газ, основні виробничі приміщення згідно СНиП 2.09.02-85 відноситься до категорії «Г».

Приміщення передбачається розмістити в одноповерховому високому залізобетонному будинку павільйонів типу, II ступеня вогнестійкості

Згідно ПУЕ виробничі приміщення за пожежонебезпеки не класифікуються

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Засоби гасіння та виявлення пожеж

На розглянутому виробництві передбачаються наступні засоби пожежегасіння:

- Зовнішній пожежний водопровід з пожежними гідрантами для пожежних машин, розташованих у підземних колодязях;
- Внутрішній пожежний водопровід з пожежними кранами, обладнаними пожежними рукавами та стволами;
- Пожежні щити протипожежного інструменту і засобами пожежегасіння;
- Ящики з піском, азбестові кошми.

Для оповіщення про пожежу передбачається використання загальнозаводських систем телефонного і радіозв'язку. Крім того, передбачається пристрій системи пожежної сигналізації з ручним включенням.

Блискавкозахист

Середньорічна тривалість гроз в Донецькій області складає 80-100 годин. Для будівлі виробничого корпусу згідно РД 34.21.122-87 передбачається III категорія з пристроєм захисту від блискавки. Можливість удару машин до будівлі виробничого корпусу визначиться з виразу:

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

де $h = 21,6$ м - найбільша висота будівлі;

$S = 42$ м - ширина будівлі;

$L = 42$ м - довжина будівлі;

n - кількість ударів блискавки в 1 км² території в Донецькій області $n = 7$.

Тоді

$$N = [(42 + 6+21,6)(42 + 6+21,6) - 7,7 \cdot 21,6^2] 7 \cdot 10^{-6} = 0,178$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

Так як $N < 1$ необхідний тип зони захисту - зона Б. Для захисту будівлі від ударів блискавки передбачається установка на даху будівлі чотирьох стрижневих громовідводи. Нижче наводиться схема розміщення громовідводи.

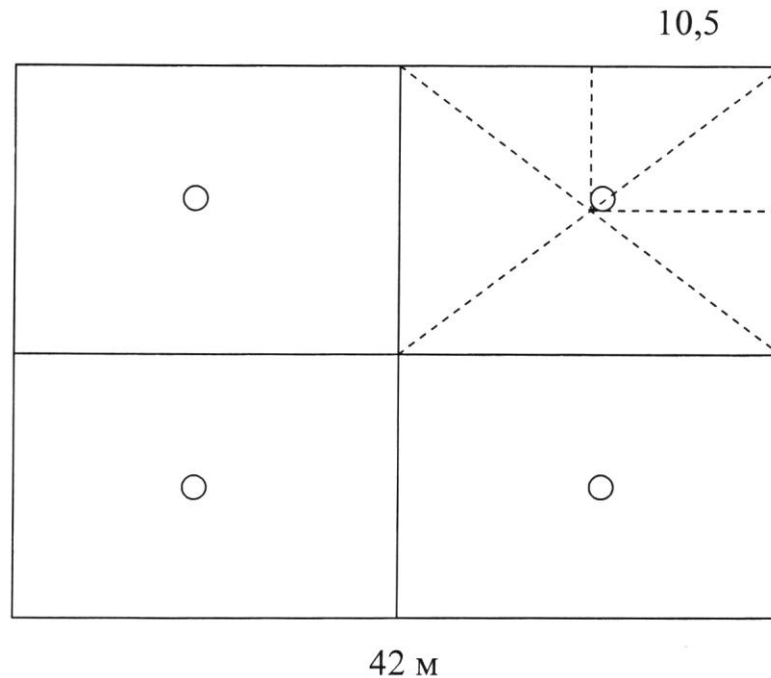


Рисунок 9.1 - Схема розміщення громовідводи

Зі схеми визначається радіус захисту одного громовідводи:

$$\sigma_x = \sqrt{10,5^2 + 10,5^2} = 15 \text{ м.}$$

Висота блискавковідводи h_x визначається з виразу:

$$h_x = \frac{\sigma_x + 1,63h}{1,5} = \frac{15 + 1,63 \cdot 21,6}{1,5} = 33,5 \text{ м.}$$

Перевищення громовідводи над будівлею складе:

$$33,5 - 21,6 = 11,9 \text{ м.}$$

Нижче наводиться схема одиночного блискавковідводи з радіусом захисту на висоті будівлі.

$h_x = 21,6$ м, що становить $\sigma_x = 15$ м.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

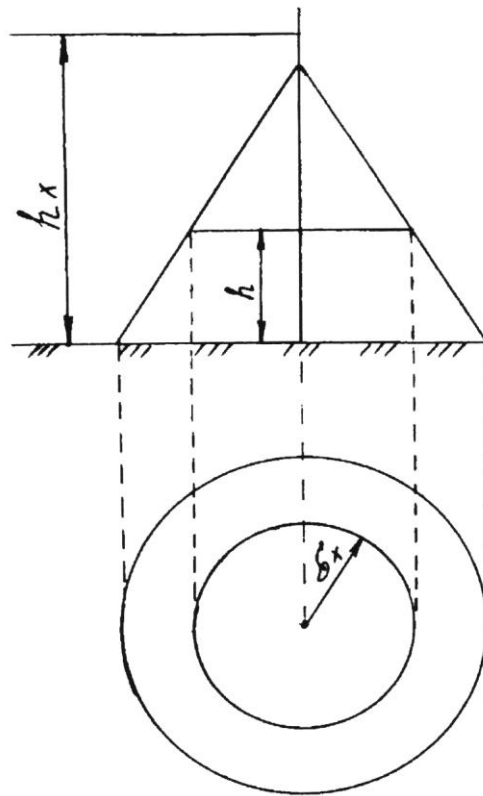


Рисунок 9.2 - Схема захисту одиночного громовідводи

9.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

9.2.1. Організаційна структура цивільної оборони виробництва хімічно осадженої крейди

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

Завдання Цивільної оборони:

1. Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій (НС) техногенного походження.
2. Запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат при аваріях, катастрофах, через великі пожежі та стихійні лиха.
3. Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

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

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

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

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

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

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

Для виконання цього завдання здійснюються наступні заходи:

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

- готується науково обґрунтований прогноз наслідків можливих НС;

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

- утримуються в готовності засоби оповіщення та інформації населення;

- створюються локальні системи виявлення й оповіщення;

- створюються спеціальні формування й здійснюються їх професійна підготовка;

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ведеться будівництво захисних споруд відповідно до норм ІТЗ ЦО;
- проводиться забезпечення працівників підприємств, установ та організацій індивідуальними засобами захисту;
- проводяться навчання населення щодо захисту від вражаючих факторів НС.

9.2.2. Основні техногенні небезпеки на об'єкті

Потенційну шкідливість на розглянутому виробництві представляють:

- Вапняний пил і крейди;
- Димові гази і гази, що утворюються в процесі випалювання (оксид і діоксид вуглецю);
- Бризки вапняного молока;
- Несприятливі метеорологічні умови (надлишкове тепловиділення);
- Шум і вібрація від працюючого обладнання.

При виборі конструкційних матеріалів враховувалося, що обладнання працює в умовах високих температур і наявності коррозійноопасной середовища. Правильність вибору матеріалів конструкцій підтверджена матеріальними розрахунками

Для забезпечення герметичності обладнання передбачається мінімальне число рознімних з'єднань. Передбачається перевагу зварні з'єднання, як рознімних передбачається фланцеві.

В проектуваному цеху передбачається такі засоби запобіжної техніки:

- Огородження сходів, оглядових майданчиків та монтажних прорізів поручнями висотою 1м з відбортовкою 0,15 м;
- Технологічні, електричні блокування в системах транспортерів і насосних установок, перекачувальних вапняне молоко;
- Відсікачі подачі газу на лініях природного газу вапняних печей і топок петльових сушарок;

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобіжні клапани на парових Гребінках;

- Розривні мембрани на топках петльових сушарок та вапняної печі;
- Звукова і світлова сигналізація про роботу основного і допоміжного обладнання.

Пил вапна та крейди може чинити на організм людини фіброгенну дію, ГДК пилу складає 6 мг/м³, за характером впливу на організм людини, пил відноситься до класу малонебезпечних речовин (4 клас).

За санітарної класифікації згідно СН 245-71 виробництво відноситься до 2 класу, ширина санітарно-захисної зони складає 500 м.

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

Огляди та ремонти обладнання і комунікацій передбачається виконувати відповідно до графіка планово-попереджувальних робіт.

Зазначені роботи передбачаються виконувати бригадою у складі не менше двох людей з кваліфікацією не нижче 4-6 розрядів. Роботи повинні проводитися при відключеному устаткуванні, яке повинне бути звільнене від сировини і проміжних продуктів, охолоджене до температури не вище 45 ° С, промиті, продути, після чого мають відібрані проби.

При виконанні ремонтних робіт передбачається використання захисних пристроїв та запобіжних засобів.

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

9.2.3. Індивідуальні й колективні засоби захисту

Передбачається забарвлення виробничих приміщень в наступні кольори:

- Стіни - у світло-сірий;

									Арк.
									102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.030.00.000 ПЗ				

- Стелі - у білий (побілка);
- Фарбування основного обладнання передбачається в салатний колір.

Матеріальні трубопроводи передбачається офарбити в наступні кольори:

- Пара - в червоний
- Вода - в зелений;
- Природний газ - в жовтий;
- Повітря - в синій.

Передбачається застосування сигнальних квітів і знаків безпеки на виробництві відповідно ГОСТ 12.4.026. - 76.

Організаційні заходи щодо попередження виробничого травматизму

К обслуговування виробництва допускаються чоловіки і жінки не молодше 18 років, придатні за станом здоров'я, що пройшли навчання та інструктажі і допущені до самостійної роботи.

Періодичність профілактичних медичних оглядів не рідше 1 разу на рік.

В зв'язку з шкідливими умовами праці передбачається видача молока.

Спецодяг, спецвзуття, індивідуальні засоби захисту

Передбачається забезпечення працюючих спецодягом наступного, взуттям і захисними засобами:

- Костюми бавовняні;
- Брезентові рукавиці;
- Черевики на гумовій підшві;
- Берети (для апаратників пічного відділення);
- Ватяні куртки та штани (у зимовий час);
- Респіратори типу «Лепесток»;

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Фільтруючі протигази з коробкою СВ;
- Захисні окуляри;
- Бавовняний костюм;
- Берети, головні убори, каски;
- Рукавиці.

Санітарно-побутове та медичне обслуговування трудящих. Питне водопостачання.

Згідно зі СНиП 2.09.04 - 87 розглядається виробництво відноситься до групи 2а виробничих процесів, що протікають при надлишках явного конвекційного тепла.

Передбачається наступний склад санітарно-побутових приміщень:

- Гардеробні робочої і домашнього одягу;
- Душові і преддушові;
- Туалети з умивальниками;
- Кімнати особистої гігієни жінок;
- Кімната прийому їжі та відпочинку;
- Здоровпункт.

В виробничих та санітарно-побутових приміщеннях передбачаються аптечки першої допомоги і носилки, а також автомати з газованою водою.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

10.1 Відходи, що утворюються, на виробництві хімічно осадженої крейди

Досконалість технології виробництва крейдового продукту оцінюється кількістю їх утилізації. Твердими відходами у виробництві хімічно осадженої крейди є: вапняк фракції менше 40 мм, вапняк фракції менше 20 мм, відходи гасіння у вигляді недопала і пилу, обложені при очищенні газів вапняно-випалювальних печі рідинними відходами є: вапняна суспензія і забруднена вода на зрошуваних циклонах випалювальних печей, шлам з віброситі при очищенні крейдяний суспензії.

Відпрацьовані гази з карбанізаторов (запиленість не вище 20 мг/м³). Що містяться в димових газах шкідливі речовини після очищення нижче гранично-допустимих норм, концентрацій. Утилізація тепла димових газів здійснюється в спеціальних утилізаторах тепла і використовується для обігріву побутових приміщень і теплиць.

Саме виробництво хімічно осадженої крейди у виробленому цеху безвідходне. Відходами, реалізованими у виробництві осадженої крейди, є: забруднена вода з зрошуваних циклонів печей, повертається після очищення у виробництві фільтром крейдяний суспензії, що використовується після відстоювання фільтрації на гасіння вапна: вапно фракції менше 40 мм утилізуються на асфальтовому заводі і використовуються в якості будівельного щебеню та проводиться асфальт. А відфільтрований осад після циклонів і віброситі використовується у виробництві силікатної цегли і приготуванні будівельних розчинів.

Вапно фракції менше 20 мм подається споживачу в якості будівельного вапна. Великі відходи гасіння направляються на повторний випал в шахтну піч. При переробці на будівельну вапно шлам гідроциклонів і пил вапняно-випалювальних печі змішується з вапняком і піддається випалу.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

Сама вапно тривалому зберіганню не підлягає. Перевезення вапна може здійснюватися в критих вагонах і спеціально обладнаних автомобілях. Хоча допускається недовгочасне зберігання її в закритих мішках з бітумними або лімітованим внутрішнім шаром в захищеному від атмосферних опадів місці.

Приділено особливу увагу охороні природи. Основний напрямок - збільшення потужності систем оборотних і повторних використань вод. Розробка та впровадження на підприємствах безстічних систем водовикористання. Покращити охорону водних водойм, у тому числі малих річок і озер, від витікання та забруднення.

Технічна вода перебуває в замкнутому циклі оборотного водопостачання цеху.

Необхідно вдосконалювати технологічні процеси та транспортні засоби з метою скорочення викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище, поліпшення очищення газів від шкідливих домішок.

10.2 Вплив на здоров'я людини

До отрутних газів відносяться: природний газ, оксид і діоксид вуглецю.

Природний газ – безбарвний газ, до якого додають добавку з гострим запахом, що служить для своєчасного виявлення його викидів. Густина 0,8 кг/м³. Межа вибуховості з повітрям 4-15 %(об.) Має задушливу дію. ГДК 300 мг/ м³.

Оксид вуглецю СО (чадний газ) – безбарвний газ без смаку і запаху. Густина 0,97 кг/м³. Межі вибуховості в суміші з повітрям 12-80 % (об.). Має загальноотрутну дію. ГДК 20 мг/м³.

Маленькі дози газу отруєння не викликають. Негативний вплив оксиду вуглецю на людину проявляється спочатку легкими головними болями, задишкою, аритмією. Потім — сильними, пульсуючими болями в скронях, приливами спека і гіперемією, нападами нудоти, слабкістю в руках, блювотою, непритомністю, втратою плоду вагітними, порушенням

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		106

координації руху. При сильному отруєнні — галюцинаціями, порушенням мислення й мови, загальною слабкістю, конвульсіями, слабким пульсом, комою, пригніченням дихання, летальним результатом.

Діоксид вуглецю CO₂ (вуглекислий газ) – газ без кольору і запаху. Густина 1,44 кг/м³. Небезпечна для життя концентрація 60-80 г/м³. Має слабку задушливу дію.

Незважаючи на те, що вуглекислий газ нетоксичний, підвищення його концентрації у вдихуваному повітрі може бути небезпечним. При незначному збільшенні рівня вуглекислого газу людина відчуває слабкість та сонливість, якщо спостерігаються такі симптоми, як задуха, запаморочення, розлади слуху або навіть втрата свідомості — концентрація двоокису вуглецю в повітрі надмірна. Шкода діоксиду вуглецю в цьому випадку буде полягати в гіперкапнії (стан, коли концентрація вуглекислого газу в крові різко зростає), що може призвести навіть до смерті від задухи.

Вапняне молоко викликає опіки і роз'їдає шкіру. Ці небезпечні властивості збільшуються з підвищенням температури молока. Тому для попередження опіків необхідно ізолювати або огородити всі місця, де може бути вапняне молоко. Робітники, що працюють з вапняним молоком, повинні мати спецодяг: гумові чоботи, брезентові костюми, шлем, захисні окуляри і рукавиці. У відділенні приготування вапняного молока для усунення виділення в робочі приміщення водяних парів із гасильника і при наявності відкритих жолобів з гарячим вапняним молоком потрібно встановлювати витяжну вентиляцію.

10.3 Вплив на ґрунт

При внесенні вапна нейтралізуються вільні органічні і мінеральні кислоти в ґрунтового розчині, а також іони водню в ґрунтового поглинає комплексі, тобто усувається актуальна і обмінна-кислотність, значно знижується гідролітична кислотність, підвищується насиченість ґрунту

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підставами. Усуваючи кислотність, вапнування робить багатобічний позитивний дію на властивості ґрунту, її родючість.

Заміна поглиненого водню кальцієм супроводжується коагуляцією ґрунтових колоїдів, в результаті чого зменшуються їх руйнування і вимивання, поліпшуються фізичні властивості ґрунту - структурність, водопроникність, аерація.

При внесенні вапна знижується вміст у ґрунті рухомих сполук алюмінію-та марганцю, вони переходять у неактивний стан, тому усувається шкідливу дію їх на рослини.

У результаті зниження кислотності і поліпшення фізичних властивостей ґрунту під впливом вапнування посилюється життєдіяльність мікроорганізмів і мобілізація ними азоту, фосфору та інших поживних речовин з ґрунтового органічної речовини. У вапнованих ґрунтах інтенсивніше протікають процеси аммоніфікації і нітрифікації, краще розвиваються азотфіксуючі бактерії, що збагачують ґрунт азотом за рахунок азоту повітря, в результаті чого поліпшується живлення рослин.

Вапнування сприяє переведенню важкодоступних рослинам фосфатів алюмінію і заліза в доступніші фосфати кальцію і магнію. При вапнуванні калій важкорозчинних мінералів інтенсивніше переходить у більш рухливі з'єднання, а поглинений ґрунтом калій витісняється в розчин, але засвоєння його рослинами внаслідок антагонізму між катіонами не збільшується . Вапнування впливає на рухливість в ґрунті і доступність для рослин мікроелементів. Сполуки молібдену після внесення вапна переходять у більш засвоювані форми, поліпшується живлення рослин цим елементом. Рухливість сполук бору та марганцю при вапнуванні, навпаки, зменшується, і рослини можуть відчувати недолік в них.

Тому на вапнованих ґрунтах ефективно внесення борних добрив, особливо під культури, вимогливі до бору, - цукрові та кормові буряки, конюшина, люцерну, гречку, цибуля та ін При внесенні вапна ґрунт збагачується кальцієм, а при використанні доломітового борошна - і магнієм;

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потреба рослин в цих елементах забезпечується повністю. Поліпшення живлення рослин азотом і зольними елементами пов'язано також з тим, що на вапнованих ґрунтах рослини розвивають більш потужну кореневу систему, здатну більше засвоювати поживних речовин із ґрунту.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

11. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

11.1 Проектовані організаційно–технічні заходи

Для забезпечення заданої продуктивності була спроектована петльова сушарка, 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 СІС «Сода».

Таблиця 11.1 - Показники виробництва сухих будівельних сумішей, що діє, на підприємстві СІС «Сода», м. Слов'янська.

Показник	Од. вим.	Значення
Виробнича потужність на виробництві, що діє	т	38500
Проектна виробнича потужність		40000
Вартість основних виробничих фондів	грн.	1894548
у тому числі:		
машини і устаткування		486950,5
будівлі, споруди передавальні пристрої		1205520,4
Спільна чисельність персоналу	осіб	250
у тому числі:		
керівники		27
фахівці		18
службовці		10
основні робітники	195	
Ціна 1 тонни продукції	грн.	1800

									Арк.
									110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2017.030.00.000 ПЗ				

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

Вид ремонту	Нормативний ресурс, годин	
	Між ремонтами	У ремонті
Капітальний	9120	120
Поточний	2160	36

Таблиця 11.3 - Витрати на виробництво 1 тони хімічно осадженої крейди

Найменування статті витрат	Од.вим	Витрати на одиницю продукції	Витрати на весь випуск
Сировина і матеріали:	грн.	396,12	15844800
Допоміжні матеріали	грн.	0,08	3200
Енерговитрати	грн.	76,0	3040000
Енерговідходи	грн.	0,74	29600
Зарплата основна	грн.	7,69	307600
Витрати на ремонт, утримання і експлуатацію устаткування	грн.	36,15	1446000
Загальновиробничі витрати	грн.	28,62	1144800
Загальногосподарські витрати	грн.	6,7	268000
Виробнича собівартість	грн.	552,1	22084000

11.3. Розрахунок річної виробничої потужності

Річну виробничу потужність визначаємо по формулі:

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

де M_r – величина річної виробничої потужності;

N – кількість паралельно працюючих однойменних одиниць устаткування;

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

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

									2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						111

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

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

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

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

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

де m – кількість видів ремонтів в міжремонтному циклі;

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

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

Кількість капітальних ремонтів:

$$n_{\text{к}} = \frac{8760}{9120} = 0,96 \text{ 1 капітальний ремонт на рік}$$

Кількість поточних ремонтів:

$$Z = \frac{T_{\text{Р.Ц}}}{T_{\text{М.Р.ц}}} - 1 = \frac{9120}{2160} - 1 = 3$$

$$n_{\text{T}} = \frac{T_{\text{кал}} \cdot Z}{T_{\text{Р.Ц.}}} = \frac{8760 \cdot 3}{91200} = 3 \text{ поточних ремонтів в рік}$$

$$T_{\text{рем}} = 6 \cdot 36 + 6 \cdot 120 = 936 \text{ годин}$$

$$T_{\text{еф}} = 8760 - 468 = 8292 \text{ годин}$$

$$M_{\text{T}} = 1 \cdot 4,8 \cdot 8292 = 40000 \text{ т/рік}$$

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

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

$$Q_1 = 40000 \text{ т/рік}$$

Індекс обсягу випуску продукції

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

$$I_Q = \frac{40000}{38500} = 1.04$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тоді

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

або

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

$$\Delta Q = (1,04 - 1) \cdot 100 \% = 4 \%$$

Розрахунок одноразових витрат на впровадження проектованих заходів.

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

Таблиця 11.4 – Прейскурантна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Кількість одиниць	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Всього прејскурантна вартість
Петльова сушарка	1	175000	175000
Разом			

Таблиця 11.5 – Кошторисна вартість впроваджуваного устаткування.

Найменування устаткування	Прейскурантна вартість одиниці, грн./шт.	Додаткові витрати		Всього кошторисна вартість
		Транспортні витрати	Монтаж і установка	
Петльова сушарка	175000	5200	7600	187800
Разом				

Вартість устаткування, що виводиться, складає 195000 грн.

$$\Delta S_{06} = (195000 - 187800) = 7200 \text{ грн.}$$

									Арк.
									113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2017.030.00.000 ПЗ

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:

$S_{об(0)} = 200000$ грн.;

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

$$I_{рем} = I_{об} = \frac{200000 + 7200}{200000} = 1,03$$

Аналіз зміни собівартості продукції.

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

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

Зміна собівартості по статті «Оплата праці основних робітників».

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\Delta C_{онл} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,014 = -0,054 \%$$

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

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

$$\Delta C_{рем} = 100 \cdot \left(\frac{1,03}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,065 = -0,125\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальновиробничі витрати»

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

$$\Delta C_{ц} = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,052 = -0,2\%$$

Зміна повної собівартості по статті «Загальногосподарські витрати»

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

$$\Delta C_x = 100 \cdot \left(\frac{1}{1,04} - 1 \right) \cdot 0,012 = -0,046\%$$

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

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.6 – Зниження собівартості продукції.

Статті витрат	Витрати на виробництві, що діє		Зміна витрат		Витрати на проєктованому виробництві, грн/т
	грн/т	пит. вага	%	грн/т	
Сировина і матеріали, напівфабрикати і поворотні відходи	396,12	0,71	0	0	396,12
Допоміжні матеріали	0,08	0,00014	0	0	0,08
Енерговитрати і енерговідходи	76,74	0,164	0	0	76,74
Зарплата основна (з відрахуваннями)	7,69	0,014	-0,054	-0,069	7,62
Витрати на ремонт, зміст і експлуатацію устаткування	36,15	0,065	-0,125	-0,198	35,95
Загальновиробничі витрати	28,62	0,052	-0,2	-0,51	28,11
Загальногосподарські витрати	6,7	0,012	-0,046	-0,087	6,61
Виробнича собівартість	552,1	1	-0,083	-1,68	550,4

11.5. Розрахунок техніко-економічних показників

Обсяг випуску продукції:
на базовому виробництві

$$Q_0 = 38500 \text{ т.}$$

або

$$Q_0 = 38500 \cdot 9000 = 346500000 \text{ грн.}$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

на проектованому виробництві

$$Q_1 = 40000 \text{ т}$$

або

$$Q_1 = 40000 \cdot 9000 = 360000000 \text{ грн.}$$

де 9000 грн. – ціна за 1 т продукції.

На виробництві працюють всього 250 осіб, у тому числі основних робітників 195 осіб.

Продуктивність праці основних робітників визначаємо по формулі:

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

на базовому виробництві:

$$P_{TO} = \frac{346500000}{195} = 13860000 \text{ грн. / осіб}$$

на проектованому підприємстві:

$$P_{T1} = \frac{360000000}{195} = 14400000 \text{ грн. / осіб}$$

Фондовіддачу визначаємо по формулі:

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

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

$$\Phi_{\text{осн}(0)} = 18945488 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{\text{осн}(1)} = 19703299 \text{ грн.}$$

на базовому виробництві:

$$f = \frac{346500000}{18945488} = 18,28 \text{ грн / грн}$$

на проектованому підприємстві:

$$f = \frac{360000000}{19703299} = 18,77 \text{ грн / грн}$$

Собівартість одиниці продукції:

на базовому виробництві:

$$C_0 = 552,1 \text{ грн/т}$$

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на проектованому підприємстві:

$$C_1 = 514,1 \text{ грн/т}$$

Прибуток на одиницю продукції:

на базовому виробництві:

$$P_0 = 9000 - 552,1 = 8447 \text{ грн/т}$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = 9000 - 514,1 = 8485 \text{ грн/т}$$

Рентабельність витрат на виробництві:

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

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

C – собівартість, грн/т.

на базовому виробництві:

$$P_0 = \frac{8447}{552,1} \cdot 100\% = 25,18\%$$

на проектованому підприємстві:

$$P_1 = \frac{8485}{514,1} \cdot 100\% = 25,72\%$$

Річний прибуток:

$$P_r = Q \cdot P \quad (11.16)$$

на базовому виробництві:

$$P_{r0} = 38500 \cdot 8447 = 325209500 \text{ грн.}$$

на проектованому підприємстві:

$$P_{r1} = 40000 \cdot 8485 = 339400000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від зниження собівартості:

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

де ΔC – зміна собівартості, грн/т

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

$$\Delta C = 552,1 - 514,1 = 38 \text{ грн/т}$$

$$E_r = 38 \cdot 40000 = 1680000 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від збільшення прибутку:

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$E_{г.приб} = 8485 \cdot 40000 - 8447 \cdot 38500 = 28900360 \text{ грн.}$$

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	38500	40000	1500	3,7
у вартісному виразі	млн.грн.	69,3	72,0	2,7	3,7
2. Річна собівартість виробництва продукції	млн.грн.	21,26	21,56	0,3	1,3
3. Річний прибуток від виробництва продукції	млн.грн.	325,20	339,40	14,2	4
4. Ціна одиниці продукції	грн./т	1800	1800	-	-
5. Собівартість одиниці продукції	грн/т	552,1	514,1	-38	-7,3
6. Прибуток на одиницю продукції	грн./т	8447	8485	38	0,44
7. Рентабельність витрат на виробництво продукції	%	25,18	25,72	0,54	-

8. Вартість основних виробничих фондів	млн.грн.	6,5	7,0	0,5	7
9. Фондовіддача	грн/грн	18,94	19,70	0,76	3,8
10. Рентабельність основних виробничих фондів	%	215	221	6	-
11. Чисельність персоналу, у т.ч. основних робітників	осіб	250	250	0	0
	осіб	195	195	0	0
12. Фонд оплати праці	млн.грн.	4,2	4,2	-	-
13. Продуктивність праці основних робітників	т/особа	197,4	205,1	7,7	3,7
14. Економічний ефект, у т.ч. від зниження собівартості продукції	грн.		28900360		
			1680000		
15. Строк окупності капітальних витрат	років		1,5		

Розрахунки показують, що введені заходи є економічно ефективними.
Річний економічний ефект складає 28900360 грн.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		120

ВИСНОВОК

В даному дипломному проекті здійснена реконструкція цеху хімічно осадженої крейди.

Виконано технологічні, енергетичні, теплотехнічні розрахунки, розрахунки на міцність петльової сушарки.

В технологічному процесі передбачається використання двоступеневої карбонізації, що дозволяє одержати більш якісну продукцію і знижує витрату діоксиду вуглецю на 1 т хімічно осадженої крейди. Для очищення викидів і стоків у проекті передбачена очистка газів і викидів до норм ГДВ, стічних вод виробництво не має.

Устаткування розташоване в сучасній будівлі з залізобетону $24 \times 54 \times 104$ м. Завдяки ухваленим рішенням термін окупності складає 2,5 роки.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		121

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Голубов О.Г. Хімічний комплекс України /Хімічна промисловість України, 1999, № 1, С. 3 – 7.
2. Технологический регламент производства химически осажденного мела СП – 12-90.
3. Лощинский А,А. Толчинский Р.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л.: Машиностроение, 1970. – 752с.
4. Ицкович Г.М. Чернавский СА Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 560 с.
5. Дьячков В.К. Машины непрерывного транспорта: – Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1968. – 352 с.
6. Дьяченко С.К. Столбовой С.З. Расчет к проектированию деталей машин: Учебное пособие. – К.: Техника, 1964 - 320 с.
7. Кошарский Б.Д. Автоматические приборы и вычислительные системы. – М. 1976.- 488 с.
8. Куланов М.В. Технологические измерения и приборы для химпроводов. – М.: Машиностроение, 1983. - 424 с.
9. ОСТ 36-27-77 Обозначение условные в схеме автоматизации техпроцессов.
10. Голубятников А.А. Шувалов В.В. Автоматизация химпроцессов в промышленности. – М.: Химия, 1985. - 352с
11. СН и П П-4-79 Естественное и искусственное освещение – М.: Строитель -1980 - 48с.
12. СНиП 2.01.02 –85 Противопожарные Стройиздат – 1986. – 12с.
13. СНиП 2.09.04 – 87 Административные и бытовые здания – М.: Стройиздат. – 1986. – 16 с.
14. ГОСТ 12,4,026 – 76 Цветосигнальные знаки безопасности – М.: Издательство стандартов, 1979. – 25 с.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. СН и П 2.09.02-87 Инструкции по устройству и тупизации зданий и сооружений М.: Энергоатомиздат, 1986. - 699 с.
16. ПУЭ - 85 Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 699 с.
17. СН 245-71 Санитарные нормы проектировок промышленных предприятий -М.: Стройиздат, 1972. - 97 с.
18. ГОСТ 12.1.005 - 88 Система стандартов безопасности труда, общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны М.: Издательство стандартов, 1987 - 96 с.
19. СН и П2,04,05 - 86 Отопление, вентиляция и колатирование - М.: Стройиздат, 1987. - 96с.
20. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочное издание / Под ред. Баранов А.И. Корольченко А.И. Кравчук П.Н. и др. - М.: Химия, 1990. - 496 с.
21. Средства индивидуальной защиты. Справочник / Каменский СЛ. и др. - Л.: Химия, 1985 – 400 с.
22. Зайцев И.Д. Ткач Т.А. Стоев Производство соды. - М.: Химия, 1986. - 311 с.
23. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 639 с.
24. Макаров Г.В. изд и др. Охрана труда в химической промышленности - М.: Химия, 1989. - 688 с.

					2017.030.00.000 ПЗ	Арк.
						123
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		