

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

(назва факультету)

кафедра металургійного обладнання

(повна назва кафедри)

## **ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

На тему Удосконалення механізмів завантаження доменних печей

Виконав: студент групи 6.1331-с

Худяков Р. А.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

\_\_\_\_\_ (шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Керівник Таратута К.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ бакалавр

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедру А.О. Власов

\_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

**Завдання**

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Худяков Ростислав Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення механізмів завантаження доменних печей  
керівник кваліфікаційної роботи доцент, канд. техн. наук. Таратута К.В.  
затверджені наказом вищого навчального закладу від “26” грудня 2023 року № 2215-с.
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 10 червня 2024 року.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи доменного цеху
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека.  
Загальні висновки та рекомендації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Трьохконусний завантажувальний пристрій доменної печі – 1А1; 2. Малий конус зі штангою – 1А1; 3. Розподільник шихти – 2А1; 4. Деталювання-1А1,6А4.

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Таратута К.В., канд. техн. наук., доцент		
2	Таратута К.В., канд. техн. наук., доцент		
3	Таратута К.В., канд. техн. наук., доцент		
4	Таратута К.В., канд. техн. наук., доцент		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітки
1	Збір матеріалу на проектування	13.05.2024 – 20.05.2024	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проектування	21.05.2024 – 27.05.2024	
3	Виконання теоретичної частини проекту	26.05.2024 – 29.05.2024	
4	Виконання графічної частини проекту	30.05.2024 – 05.06.2024	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	06.06.2024 – 10.06.2024	
6	Перевірка проекту консультантами	11.06.2024 – 13.06.2024	
7	Попередній захист проекту	14.06.2024	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проекту	Згідно з графіком	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Худяков Р.А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Таратута К.В.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Худяков Р.А. Удосконалення механізмів завантаження доменних печей  
Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти  
бакалавр за спеціальність 133-Галузеве машинобудування, керівник Таратута  
К.В.Запорізький національний університет,Інженерний навчально науковий  
інститут ім.Ю.М.Потебні,кафедри металургійного обладнання, 2024 .

Проаналізовані переваги та недоліки наявних технічних рішень  
спрямованих на підвищення ефективності роботи механізму завантаження  
доменої печі .Запропонований варіант модернізації механізму завантаження.  
Виконані необхідні для впровадження модернізації розрахунки. Приділено  
увагу питанням техногенної безпеки та екології в плавильному виробництві.

Ключові слова: ДОМЕНА ПІЧ, КОНУС, КОЛОШНИКОВИЙ  
МЕХАНІЗМ

## ABSTRACT

Khudyakov R.A. Improvement of the loading mechanism of blast furnaces  
Qualifying thesis for obtaining a bachelor's degree in higher education,  
specialty 133-Industrial engineering, adviser Taratuta K.V. Zaporizhzhya National  
University, Engineering Educational and Scientific Institute them after Yu.M.  
Potebny, Department of Metallurgical Equipment, 2024.

The advantages and disadvantages of the available technical solutions aimed  
at increasing the efficiency of the loading mechanism of Domain furnaces are  
analyzed. The proposed option for the modernization of the loading mechanism. The  
necessary calculations for the implementation of the modernization are carried out.

Key words: DOMAIN FURNACE, CONE, ROCKER MECHANISM

## Зміст

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Технологічний процес виготовлення чавуну	8
1.2 Огляд та аналіз завантажувальних пристроїв доменної печі	16
1.3 Проект модернізації трьохконусного завантажувального пристрою доменної печі	19
1.4 Конструкція та принцип роботи трьохконусного завантажувального пристрою	22
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	25
2.1 Розрахунок висоти обічайки на великому конусі	25
2.3 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна насоса гідроприводу маневрування середнім конусом	33
2.4 Розрахунки на міцність деталей гідроприводу маневрування середнім конусом	37
3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	42
3.1 Підготовка до капітального ремонту розподільника шихти.	42
3.1.2 ПОР (проект організації робіт) на капітальний ремонт розподільника шихти.	42
3.1.3 Відомість дефектів на капітальний ремонт розподільника шихти.	44
3.1.4 Оперативний графік виконання капітального ремонту розподільника шихти.	46
3.1.6 Відомість допоміжного обладнання, пристосувань, інструменту для ведення капітального ремонту розподільника шихти	49
3.2 Монтаж, експлуатація і ремонт	50
3.2.1 Монтаж модернізованого ТЗП	50
3.2.2 Експлуатація модернізованого ТЗП	58
3.2.3 Організація ремонтних робіт модернізованого ТЗП	60
3.2.4 Змащення механізмів	63

3.2.5 Змащення редуктора приводу обертового розподільника шихти	63
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	65
4.1 Заходи з охорони праці при капітальному ремонті розподільника шихти	65
4.3 Заходи з промислової санітарії при капітальному ремонті розподільника шихти	68
4.4 Заходи з охорони навколишнього середовища	69
ВИСНОВКИ	71
ЛІТЕРАТУРА	72
СПИСОК ВИКОНАНИХ КРЕСЛЕНЬ	74
ДОДАТКИ	75
	76
	77

## ВСТУП

Зазвичай в умовах економічної кризи підприємства чорної металургії, намагаючись знизити свої витрати, зменшують собівартість випускаємої продукції за рахунок погіршення її якості, на це також впливає відставання за обсягами використання прогресивних технологій сучасному металургійному виробництву ряду зарубіжних країн Заходу.

Недостатній технічний рівень металургійного виробництва спричиняє більші на 20-35%, у порівнянні з зарубіжними, витрати енергетичних і матеріальних ресурсів, що значно позначається на погіршенні економічного стану країни в цілому.

Через повільне впровадження прогресивних, екологічно чистих процесів і відсутність ефективного природоохоронного обладнання склалася вкрай несприятлива екологічна ситуація на Україні взагалі, і в промислових центрах країни, зокрема. Необхідність технічного переозброєння галузі пов'язана з вирішенням наступних основних завдань:

- поліпшення якості та збільшення асортименту виробленої металургійними підприємствами продукції з метою підвищення її конкурентоспроможності на світовому ринку;
- скорочення всіх видів витрат у ресурсів за рахунок підвищення технічного рівня і покращення технологій;

Об'єкт проектування – вузли завантажувального пристрою доменної печі.

Таким чином основним завданням, рішення якого дає економіці України додаткові енергетичні і матеріальні ресурси, є розгляд та впровадження нових, прогресивних технологій у сфері виробництва металопрокату.

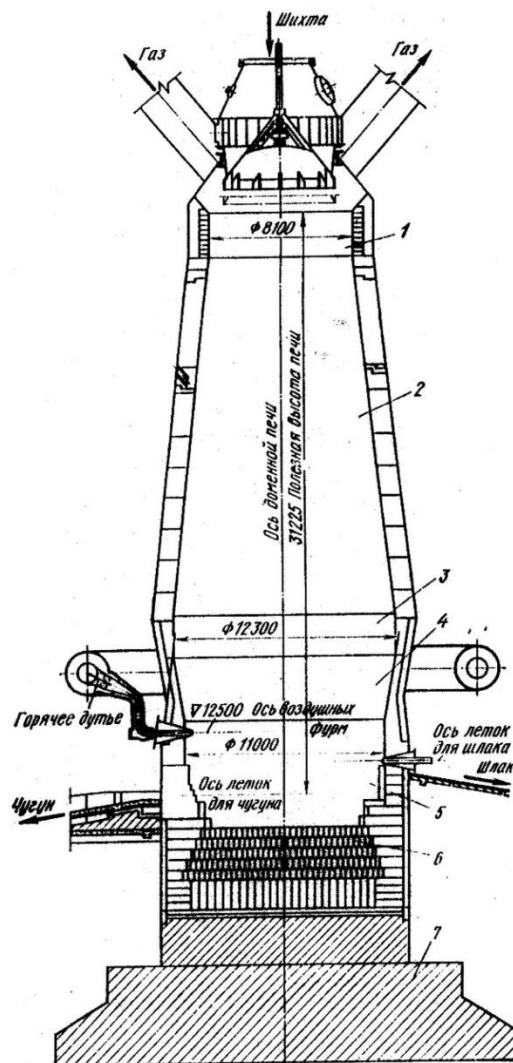
Пояснювальна записка до бакалаврської роботи містить 78 сторінки тексту комп'ютерного набору, 4 рисунків, 6 таблиць, 12 додатків. Бібліографічний список має 16 літературних джерел.

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Технологічний процес виготовлення чавуну

Вихідною сировиною металургійного підприємства є: залізна руда, добута на рудниках і минула попередню обробку й збагачення, кам'яне вугілля, флюси, добуті в кар'єрах і оброблені.

Виробництво чавуну складається із двох основних етапів: підготовка шихтових матеріалів до доменної плавки й безпосередньо виплавка в доменній печі (рис.1.1) [1].



- 1 – колошник, 2 – шахта, 3 – розпар, 4 – заплічка, 5 – горно, 6 – лещадь,  
7 – фундамент

Рисунок 1.1 – Розріз доменної печі



Шихтовими матеріалами доменної плавки є залізовмісні матеріали (руда, агломерат, окатиші, металодобавки), кокс і флюси.

Показники якості залізовмісних матеріалів: зміст заліза, склад й властивості порожньої породи, зміст шкідливих домішок, відновлюваність, кусковатість, міцність, пористість і вологість.

Руди, як правило, збагачують, одержуючи при цьому тонко здрібнений залізорудний концентрат, який разом з дрібнокусковими й пилоподібними рудами піддають усередненню, а потім огрудкуванню, з одержанням агломерату або окатишів. У доменній плавці використовують агломерат крупністю 5 – 50 мм, а окатишів 10 – 15 мм, об'ємна маса агломерату й окатишів становить відповідно 1,6 – 1,7 т 2,1 – 2,2 т/м<sup>3</sup>. Огрудкування сприяє газопроникності стовпа шихтових матеріалів у доменній печі, поліпшенню відбудовної здатності газового потоку, рівному ходу печі, зменшенню витрати палива, тиску сірки. У результаті огрудкування значно збільшується продуктивність доменної печі, скорочується витрата коксу й зростають якісні показники чавуну.

Для ведення доменної плавки використовують кокс, який є паливом і відновлювачем. Якість коксу визначається хімічним складом і фізико-механічними властивостями й залежить від властивостей вихідного вугілля та технології коксування. Кокс повинен мати шматки не менше 20 – 40 мм. Об'ємна маса коксу 0,43 – 0,48 т/м<sup>3</sup>, кут природнього укусу 35 – 40°.

Флюси, застосовувані в доменній плавці, служать для додання дрібноплавкості порожній породі руди, ошлаковування золи коксу й одержання рідкорухливих шлаків з високою сіркопоглинаючою здатністю. У якості флюсів звичайно застосовують вапняки. Флюси втримуються в офлюсованому агломераті й окатишах. Флюси можна вводити безпосередньо в доменну піч. Залежно від способу введення флюсів у плавку, до них висувають різні вимоги по міцності й кусковатості. Так для агломерації необхідний дрібний, а для доменної плавки – кусковатий і високоміцний.

Потрапляючи в доменну піч шихтові, матеріали в міру огрудкування й опускання нижче по шахті доменної печі, зазнають під впливом гарячих відновлюючих газів істотних змін. З матеріалів повністю видаляються летучі речовини: волога, гідратна вода, вуглекислота й, у меншій мері, інші возгоняємі речовини. Відновлюються окисли металів: заліза, марганцю, фосфору, кремнію, сірки.

Відновлені матеріали далі навуглецьовуються.

До повного відновлення всього заліза й до помітного розвитку відновлення інших елементів починається шлакоутворення – з'єднання окислів деяких елементів у більш складні комплекси, що утворюються при взаємному розчиненні шлаків, що стікають вниз і міняють при цьому свій склад. Зміна складу шлаків відбувається в результаті розчинення в ньому твердих компонентів і відновлення деяких елементів з окислів, що перебувають у первинних шлаках. Остаточний склад шлаків устанавлюється нижче рівня фурм, після приєднання до нього золи пального, відновленого заліза, марганцю, кремнію, фосфору з окислів і переходу значної частини сірки в шлаки.

На рівні фурм різні елементи окисляються киснем дуття. Спочатку згорає вуглець коксу у вуглекислий газ і окис вуглецю.

Важливі перетворення, що відбуваються в доменній печі, є фізико-хімічними процесами й підкоряються законам хімії.

Основною продукцією доменної плавки є чавун, що випускається в доменному цеху чавун ділиться на передільний і ливарний. Передільний чавун іде на переробку в сталь, а ливарний для одержання литих деталей. Також до продуктів доменної плавки відносять одержувані після випуску чавуну шлаки й доменний (колошниковий) газ. Шлаки після переробки йдуть на різні будівельні матеріали. Колошниковий газ після очищення використовують як паливо в цехах металургійних підприємств.

Основними показниками, що характеризують роботу доменної печі, є: продуктивність в одиницю часу й витрата коксу на тонну виплавленого чавуну.

Сирі матеріали – руда, концентрати, флюси й інші надходять на механізовані склади для усереднення й зберігання. Кокс агломерат і окатиші подають у вагонах безпосередньо до доменних печей, минаючи склади.

Дані склади, іменовані рудними дворами, служать також і для усереднення матеріалів по фізико-хімічному составу розташовані паралельно фронту доменних печей.

Вагони, рисунок 1.2, із сирими матеріалами 1 надходять на рудний двір доменної печі. Далі вагоноперекидач 2 розвантажує вагон у розвантажувальну траншею 4. Далі матеріали за допомогою перевантажувального крана 3, що має грейферний візок 5, подають на склад, де їх пошарово укладають у штабелі 6.

Матеріали, які необхідно подати в рудні бункери бункерної естакади 7, забирають зі штабелів грейфером перевантажувального крана й завантажують у рудні перевантажувальні вагони 8 ці вагони переміщуються по шляху, покладеному по верху естакади, розвантажують матеріали в бункери.

Кокс у коксовий бункер 9 подається в коксовому перевантажувальному вагоні або стрічковим конвеєром. З горловини коксового бункера, під якою розташований гуркіт, великий кокс надходить у вирву ваг, а потім, відповідно до програми завантаження доменної печі, у скіп 10.

За допомогою барабанних затворів 11, шихтові матеріали з бункерів бункерної естакади, відповідно до програми завантаження доменної печі видають у дві кишені вагових вагонів –12, які подають їх до скіпової ями й через вирву приймальню 13, вивантажують у скіп 10.

На колошник доменної печі всі шихтові матеріали подають скіповим підйомником. На мосту 14 скіпового підйомника покладено два паралельні шляхи для переміщення двох скіпів. У крайніх положеннях один скіп перебуває в скіповій ямі 15, а другий – у верху, на розвантажувальних кривих

моста. Для переміщення скіпів служить лебідка 16, розташована в машинному залі 17 доменної печі. Зі скіпа матеріал вивантажують у прийомну вирву завантажувального пристрою 18, і він попадає в малий конус обертової вирви розподільника шихти.

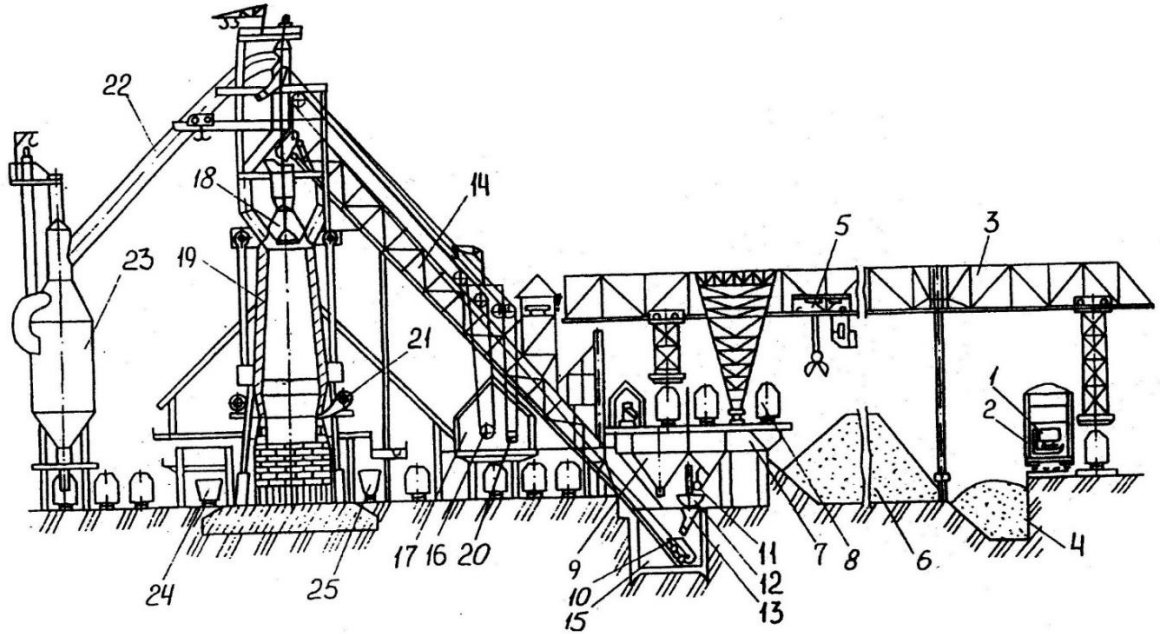


Рисунок 1.2 – Технологічна лінія виготовлення чавуну (позиції наведено в тексті)

Чаша після опускання малого конуса матеріал попадає на великий конус. Після вибору подачі (звичайно із чотирьох скіпів) опускають великий конус, і матеріал попадає в доменну піч 19. Маневрування конусами завантажувального пристрою через балансири й тяги здійснюються лебідкою 20.

Природний газ і інші види палива подаються у доменну піч 19 через фурменні прилади 21, розташовані по окружності печі. Доменний газ відводять через газовідводи 22 для очищення до пиловловлювача 23.

Рідкий чавун чавуновозними ковшами 24 подається на розливочну машину або в міксер. Шлаки зливають у чашу шлаковоза 25 і подають на установку для грануляції шлаків.

Чавун і шлак по жолобах на робочому майданчику будівлі ливарного двору надходять в чавуновози 24 і шлаковози 25 відповідно. Рідкий ливарний

чавун подають на розливну машину, де його розливають по формах, в яких він застигає у вигляді чушок і відправляється на склад холодного чавуну.

Переробний чавун надходить в рідкому вигляді для переробки в сталеплавильний цех. Шлак використовують в якості добавки при виробництві цементу і для дорожнього покриття. Також, з шлаків виготовляють шлакові блоки, шлакову вату, шлакову повсть та ін.

Побічним продуктом доменної плавки є доменний, або колошниковий газ, який після відповідного очищення використовують для нагрівання повітря в спеціальних нагрівачах, опалення коксових, мартенівських та інших нагрівальних печах та агрегатах.

До обладнання доменного цеху пред'являються особливі вимоги: висока ступінь надійності механізмів, довговічність їх в роботі, висока продуктивність, зручність обслуговування і ремонту. Це обумовлено тим, що механічному обладнанню належить працювати тривалий час безперервно і в важких умовах – при великих навантаженнях і високій температурі.

Основні характеристики механічного обладнання що приймає участь в технологічному процесі наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік і характеристика устаткування доменного цеху

№ п/п	Найменування устаткування	Тип	Кількість	Призначення	Основні показники			
					Продуктивність або вантажо-підйомність, т	Загальна потужність двигуна, кВт	Габаритні розміри, м	Маса т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вагоно-перекидач	Вежевий	1	Розвантаження вагонів	150т	2×125 2×75 4×75	52,25×11,23×18,9	592
2	Грейферний перевантажувач	Гратчастий	5	Переміщення шихтових матеріалів	30	8×11 8×36	76,2×26,5×18,4	–
3	Рудний перевантажувач	Вагон	1	Транспортування матеріалів	37	2 × 180 2 × 180	13,720 × 2,500 × 3,400	–
4	Скіповий підйомник	С – 10 – 1	1	Підйом шихтових матеріалів на колошник	22,5	2×260	69,80 × 2,795 × 2,850	85,6
5	Розподільник шихти	63-37-10	1	Рівномірний розподіл шихти по окружності колошника	10 м <sup>3</sup>	55	9,305 × 2,500 × 2,500	56,6
6	Засипний апарат	К21- 000	1	Підтримка тиску й подачі матеріалів	58	180		76,9
7	Зондовий апарат	Ланцюговий	2	Вимір рівня засипаної шихти	0,6	3,7	1,438 × 2,530 × 1,310	0,9
8	Машина закриття чавунної льотки	Гідравлічна	2	Забивання чавунної льотки	3800 кН	90	5,05 × 4,18 × 1,935	28,702

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Машина розкриття льотки	Гідравлічна	2	Свердління льотк	Зусилля подачі 10 кН	90	5,345 × 3,150 × 4,485	19,086
10	Маніпулятор	Гідравлічний	1	Демонтаж і монтаж кришок	20 кН	90	–	20,35
11	Чавуновоз	Із грушоподібним ковшем	2	Перевезення розплавленого чавуну			9 × 5,8 × 3,6	140
12	Шлаковоз	Із зубчастим механізмом	1	Перевезення шлаків	16,5 м <sup>3</sup>	15	7,8 × 3,615 × 3,35	46,2
13	Розливочні машини	2-х стрічкові	2	Виливка чавунних чушок	204 т/год	28	–	202
14	Газовий пальник	ІЗТМ	4	Примусової подачі газу в камеру горіння	48000 м <sup>3</sup> /год	100	5,350 × 2,94 × 3,100	5,8
15	Газовий клапан	Ø 1100	8	Регулює витрату газу	Ø 1100	1,3	2,54 × 1,875 × 0,89	4,1
16	Клапан гарячого дуття	Ø 1100	8	Для відділення повітрянагрівача від магістралі	Ø 1100	2 × 6,4	1,85 × 5,1 × 1,74	5,1

## 1.2 Огляд та аналіз завантажувальних пристроїв доменної печі

Незважаючи на різноманіття пропозицій щодо вдосконалення конструкції, технології виготовлення і монтажу двоконусного завантажувального пристрою, багато з яких досить ефективні, задовільного рішення комплексу всіх питань в рамках принципової схеми цього пристрою знайти не вдалося. Це зумовлено органічними вадами схеми, яка передбачає поєднане виконання конусними затворами різнохарактерних функцій: приймання, наповнення та розподілу шихти, газозапирання.

З кінця 50-х років на печах металургійного комбінату "Запоріжсталь" застосовують створений комбінатом триконусний завантажувальний пристрій (ТЗП), в якому нижній конусний засув не виконує функцію газозапирання, а служить для набору і розподілу шихти. Завдяки цьому він не працює під перепадом тисків і має вищу стійкість в порівнянні зі звичайним засипним апаратом. Можливості регулювання шихти на колошнику ті ж самі, що і в двоконусного. З цих причин ТЗП має обмежене застосування: на вищевказаному комбінаті і деяких печах США та Японії [1].

Чотирьохконусний завантажувальний пристрій став продовженням розробок завантажувальних пристроїв конусного типу. Вони отримали застосування на печах Японії, Франції та інших країн. Пристрій володіє тривалим терміном придатності при високому тиску газу, але він більш дорогий і складний, ніж триконусний, має велику висоту. Функцію набору та розподілу шихти можна зняти з великого конусу при застосуванні завантажувальних пристроїв клапанно-конусного типу (рис. 1.3). На відміну від ТЗП, цей пристрій поєднує в собі переваги конусних засипних апаратів з перевагами клапанних безконусних. Клапани виконують роль шлюзів для відбору матеріалів. Слід зазначити, що надійність пристрою знижується через наявність сальникових ущільнень і використання двох паралельно встановлених клапанів. Вихід з ладу одного із них не компенсується наявністю другого і викликає необхідність зупинки печі для заміни клапана.



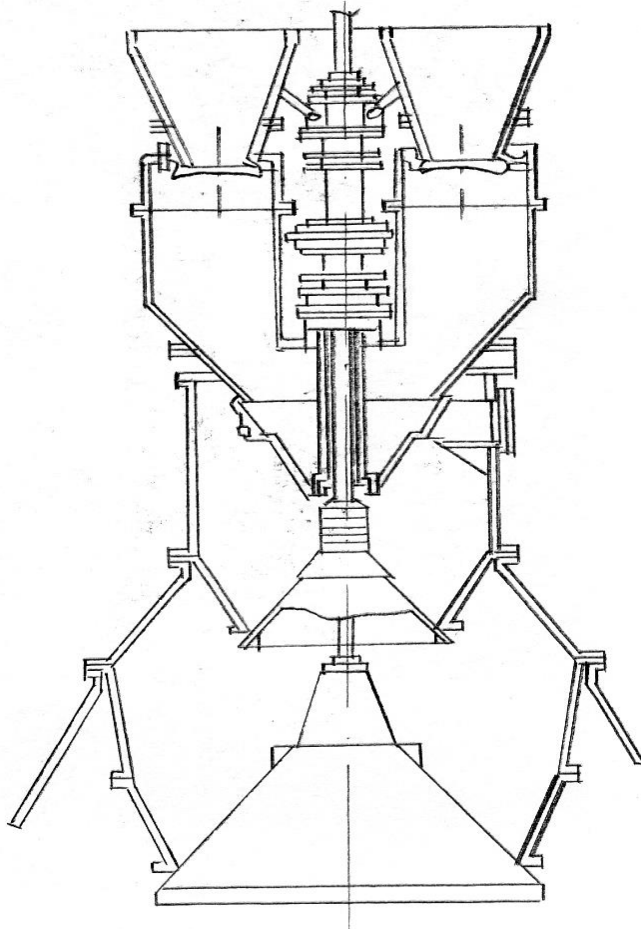


Рисунок 1.3 – Клапанно-конусний завантажувальний пристрій  
фірми "Бейлі" США

Розглянутим конструкціям властиві складність і громіздкість.

Радикальним вирішенням проблеми стало створення безконусних завантажувальних пристроїв. Їх створення дозволило: розділити функції між відповідними елементами; розташувати газоуцільнювальне обладнання поза пічним пристроєм, а розподільчу частину – безпосередньо над шихтою. На рисунку 1.4 представлені принципові схеми розподільників шихти безконусних завантажувальних пристроїв різних типів. Елементи уцільнювача газу можуть мати вигляд тарілчастих клапанів, більш простих і зручних, ніж конусні затвори.

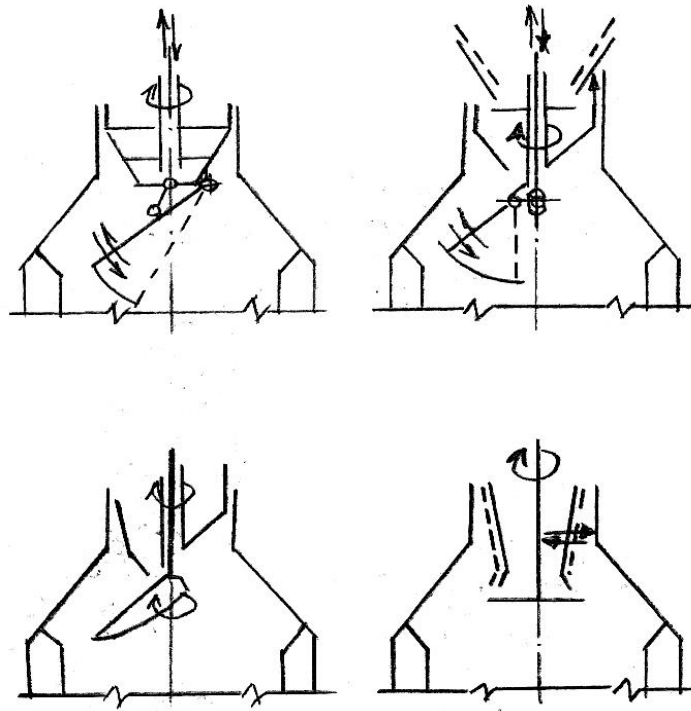


Рисунок 1.4 – Принципові схеми БЗП

Нижнє розташування розподільників шихти, конструктивна незалежність їх від інших основних частин пристрою дозволяє мати розподільні органи в різних виконаннях з широкими можливостями керуючого впливу на хід печі.

На сьогоднішній день набуває все більш широкого поширення у світовій і вітчизняній практиці доменного виробництва безконусні завантажувальні пристрої (БЗП) лоткового типу, наприклад, апарат Пауля Вюрта (Люксембург) або вітчизняні конструкції ВО «Азовмаш», а також вітчизняні апарати типу воронки-склизу.

Після відпрацювання технології завантаження шихти БЗП досягається зниження витрати коксу на 20-25 кг/тону чавуну. Такі результати при користуванні БЗП дають можливість вважати їх на сьогоднішній день кращим зразком завантажувальних пристроїв в світовій практиці.

Основними перевагами безконусових завантажувальних пристроїв є можливість подачі частини коксу безпосередньо в центр колошника та широкі можливості в регулюванні радіального розподілу шихти.

### 1.3 Проект модернізації трьохконусного завантажувального пристрою доменної печі

Розглянуті в попередньому розділі завантажувальні пристрої мають, як правило, порівняно низьку якість розподілу матеріалів і газів при завантаженні доменних печей, а, отже, і підвищену витрату коксу.

Провідне місце в розробці і експлуатації обладнання систем завантаження доменних печей займають фірми: Paul Wurth (Люксембург); Nippon Kokan KK (Японія); Гіпромезом і ін.

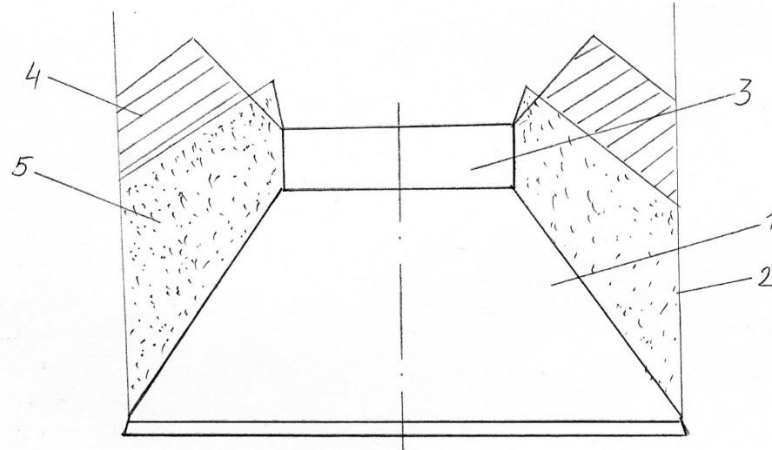
За розробками УКРГіпромезу для Маріупольського меткомбінату було розроблено, виготовлено та встановлено трьохконусний завантажувальний пристрій з осьовим технологічним отвором у великому конусі, з огляду на простоту та ефективність цього рішення пропоную взяти його за основу при модернізації існуючих моделей завантажувальних пристроїв.

Новизна пропонованого процесу завантаження полягає в забезпеченні завантаження частини коксу в осьову зону колошника, що дозволяє поліпшити окружний і радіальний розподіл газового потоку (рис.1.5).

Завантажувальний пристрій містить триконусний засипний апарат, типовий ГРК, при цьому нижній конус виконаний з технологічним отвором.

Завантажувальний пристрій з осьовим технологічним отвором у великому конусі так само дозволяє подавати частину коксу в центральну зону колошника. При цьому такий пристрій має значну технологічну перевагу. Він дозволяє формувати безперервний осьовий стовп коксу в шахті доменної печі без затримки в завантаженні. БЗП формує осьову зону коксу у вигляді окремих лінз. Можливості радіального розподілу шихти ТЗП трохи нижче, ніж БЗП. Однак, більшість з можливостей радіального розподілу коксу і агломерату,

якими володіє БЗП, не є раціональними для ДП. Будь-який розподіл шихти в периферійній і проміжній зонах, більш доцільний для ведення доменної плавки в різних умовах, може бути досягнутий і за допомогою ТЗП.



1 – ВК; 2 – чаша великого конусу; 3 – обічайка, що обмежує осьовий отвір; 4 – шихта у звичайному робочому режимі середнього конусу; 5 – те ж саме, але у зміненому робочому режимі середнього конусу.

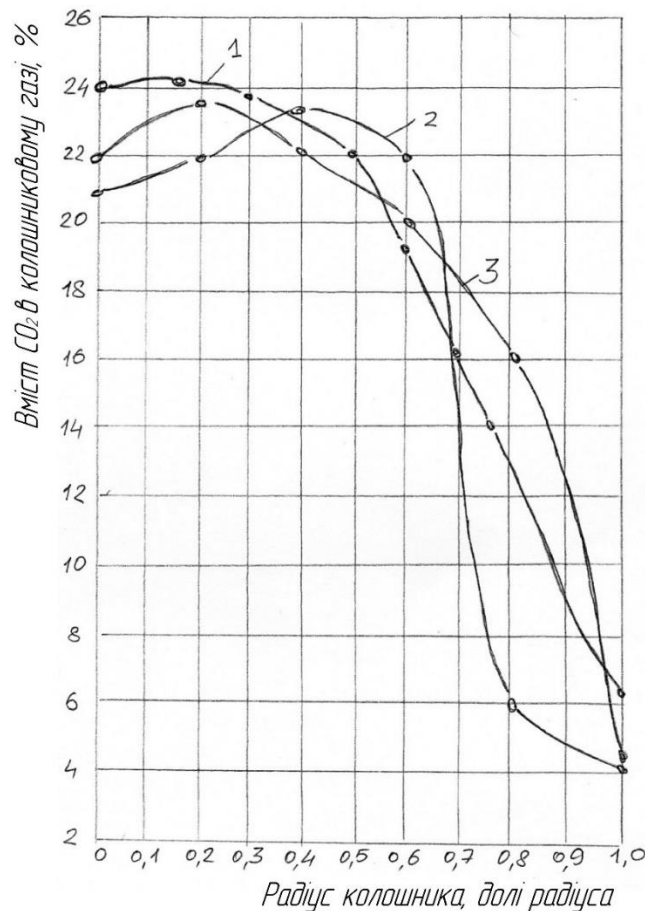
Рисунок 1.5 – Розподіл шихти на ВК у різних режимах роботи середнього конусу

Таким чином, за умови регулювання радіального розподілу шихти – завантажувальний пристрій з осьовим технологічним отвором у великому конусі близький до кращих відомих засипних апаратів. Про це свідчить порівняння радіального розподілу  $\text{CO}_2$  в колошниковому газі, досягнуте при експлуатації БЗП і розглянутого завантажувального пристрою (рис. 1.6).

Характер кривих розподілу однаковий для обох видів завантажувальних пристроїв. Приблизно однаковими є і результати. Витрата коксу при експлуатації ТЗП з осьовим отвором у великому конусі так само знижується на 20-25 кг/т чавуну. До того ж, слід зазначити досить надійний розподіл матеріалів і газів по колу і радіусу печі при її завантаженні модернізованим ТЗП.

Окрім того, встановлення та введення в експлуатацію БЗП вимагає значних додаткових витрат на переобладнання колошника, постійне

охолодження вузлів і деталей приводу лотка і автоматичного контролю положення розподільного органу. Додаткові витрати на установку та експлуатацію ТЗП з технологічним отвором у великому конусі не значні, оскільки його габарити, установка і експлуатація практично не відрізняються від типового ЗП.



- 1 - №5 Маріупольський МК;
- 2 - №6 Новолипецький МК;
- 3 - №3 - №9 «Криворіжсталь».

Риснок 1.6 – Радіальний розподіл CO<sub>2</sub> у колошниковому газі доменних печей, обладнаних завантажувальними пристроями з осьовим технологічним отвором та БЗП (2,3)

Аналіз опрацьованої науково-технічної літератури говорить про те, що в наш час дана галузь техніки знаходиться в стані інтенсивних досліджень і розробки. У зв'язку з чим, технічний рівень безперервно зростає.

## 1.4 Конструкція та принцип роботи трьохконусного завантажувального пристрою

Трьохконусовий завантажувальний пристрій призначений для завантаження шихтових матеріалів в доменну піч і рівномірного їх розподілу по колу колошника.

Трьохконусний завантажувальний пристрій (рис. 1.7) складається з нижнього конусового засува 1, що служить для набору і розподілу шихти в чаші 2. На чашу спирається нижній газовий засув 3, верх якого є опорою для воронки 5 середнього конусу 4. Верх воронки служить опорою верхнього газового засуву 6, на який вмонтовано обертовий розподільник шихти (ОРШ) 7, воронка якого знизу закрита верхнім малим конусом 8. У верхню частину воронки ОРШ вмонтована приймальна воронка 9, в яку висипається шихта зі скіпу при завантаженні ТЗП.

Трьохконусний завантажувальний пристрій працює наступним чином: зі скіпу через приймальну воронку потрапляє в воронку обертового розподільника шихти, закриту знизу малим конусом. Для висипання матеріалу з воронки в верхній міжконусовий простір необхідно відкрити верхній конус, для чого відкривається вихлопний клапан (рис. 1.8). Наповнювальний клапан в цей час закритий. Шихта зсипається з верхнього конусу на середній і потрапляє в його воронку. Після того як вихлопний клапан верхнього конусу закриється, а наповнювальний відкриється, тиск у верхньому міжконусовому просторі стає рівним тиску в нижньому. Відкривається середній конус, і шихта з верхнього міжконусового простору зсипається в нижню. Як тільки на великому конусі набереться повна подача, він відкривається (середній конус повинен бути при цьому закритий), і шихта потрапляє в піч. Обсяг верхнього міжконусового простору розрахований на обсяг шихти одного скіпу ( $10 \text{ м}^3$ ), а обсяг нижнього міжконусового простору - на повну подачу ( $42 \text{ м}^3$ ).

Розподільник шихти з гідравлічним ущільненням діє за допомогою двох електродвигунів, які працюють на загальний диференційний редуктор.

Завдяки цьому він може працювати в режимі безперервного обертання і на станціях.

Потрійне пересипання шихти через конусні засуви забезпечує рівномірний розподіл шихти по колу колошника.

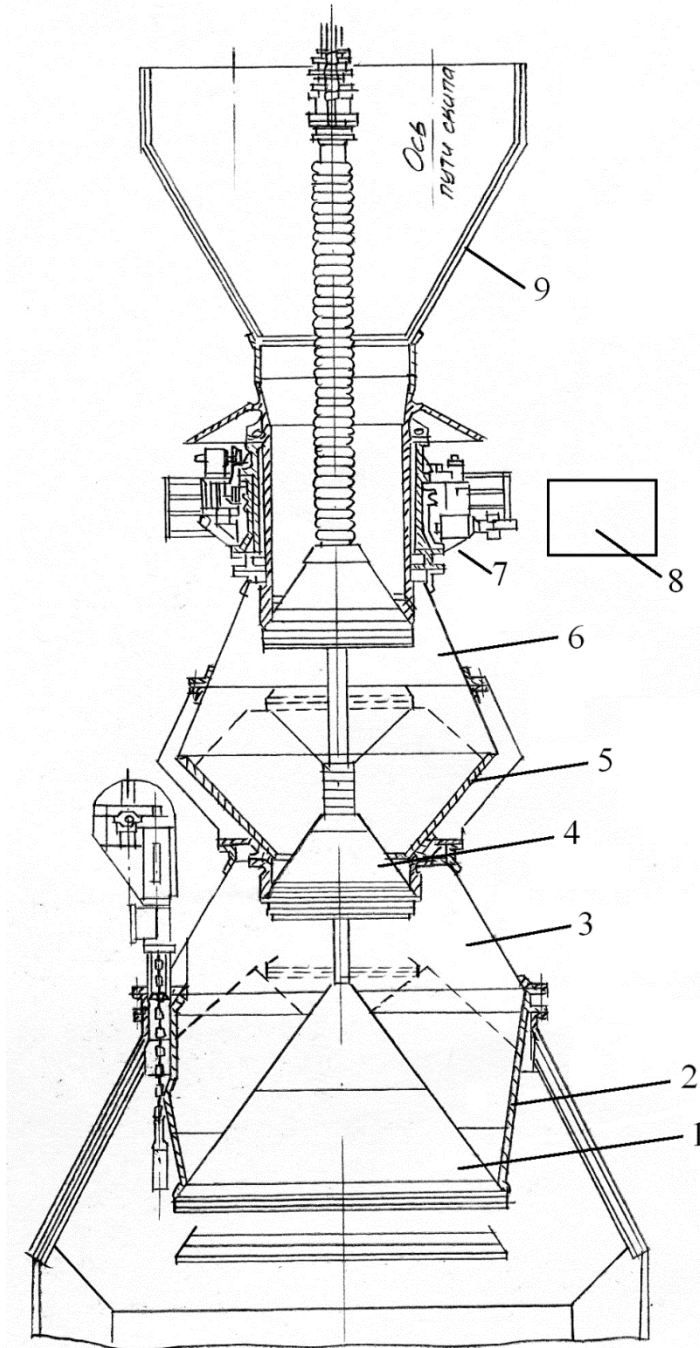


Рисунок 1.7 – Трьохконусовий завантажувальний пристрій (позиції наведено в тексті)

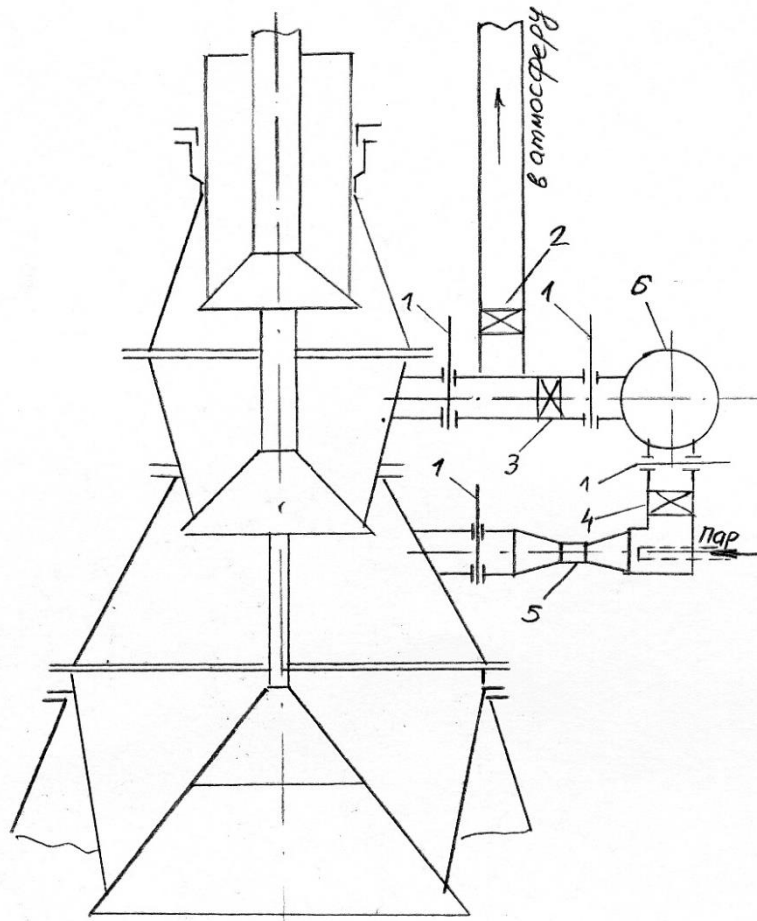


Рисунок 1.8 – Схема газопроводів та вирівнювальних клапанів доменної печі (позиції наведено в тексті)

Режим роботи ТЗП з пересипанням частини коксу до центру колошника здійснюється тільки тоді, коли обсяг подачі більше корисного об'єму простору між нижнім конусом і чашею. Різниця обсягу подачі і обсягу матеріалів на нижньому конусі буде пересипатися до центру печі. Змінюючи обсяг подачі можна досягти більш раціонального розподілу газового потоку в радіусі колошника. При цьому зберігається можливість регулювання радіальних потоків газу системою чергування коксових і рудних скіпів, але таким чином, щоб останнім скіпом завантажувався лише кокс.

При цьому кокс у центр печі може подаватися наступними шляхами: при пересипанні частини коксу з четвертого скіпу в чотирьохскіповій подачі;



- при пересипанні до центру печі коксу з п'ятого скіпу в п'ятискіповою подачі;
- при змішаному завантаженні, згідно якого, до центру доменної печі пересипається частина четвертого скіпу коксу і періодично у циклі може подаватися п'ятий скіп коксу, який при цьому повністю пересипається до центру колошника.

У всіх зазначених режимах завантаження можливе регулювання радіального газового потоку чергуванням коксових і рудних скіпів. Отже, в залежності від технологічних умов доменної плавки можна вантажити в центр печі будь-яку кількість коксу.

## 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунок висоти обічайки на великому конусі

Розрахунок висоти обічайки виконаний на основі загального обсягу матеріалів, розміщених на великому конусі, що дорівнює 42 м<sup>3</sup>.

Умовно цей об'єм можемо розподілити на 4 складові (рис.4.1):

$V_I$  – об'єм шихти між циліндричною частиною чаші і конусом;

$V_{II}$  – об'єм шихти між конічною частиною чаші і конусом;

$V_{III}$  – об'єм шихти над циліндричною обічайкою з кутом відкосу шихти;

$V_{IV}$  – об'єм шихти між чашею і циліндричною обічайкою.

Об'єм шихти між чашею і великим конусом можна знайти за наступною формулою:

$$V_I = \pi R^2 h_1 - \frac{\pi}{3} h_1 (r_1^2 + r_2^2 + r_1 \cdot r_2), \quad (2.1)$$

де  $h_1$  – висота шихтових матеріалів у межах об'єму  $V_I$ , м;

$R$  – внутрішній радіус чаши, м;

$r_1, r_2$  – великий і малий радіус в межах об'єму  $V_I$ .

Підставляючи зазначені дані (4.1) отримаємо:

$$V_I = 3,14 \cdot 2,37^2 \cdot 1,41 - \frac{3,14}{3} \cdot 1,41 \cdot (2,15^2 + 1,05^2 + 2,15 \cdot 1,05) = 13,12 \text{ м}^3.$$

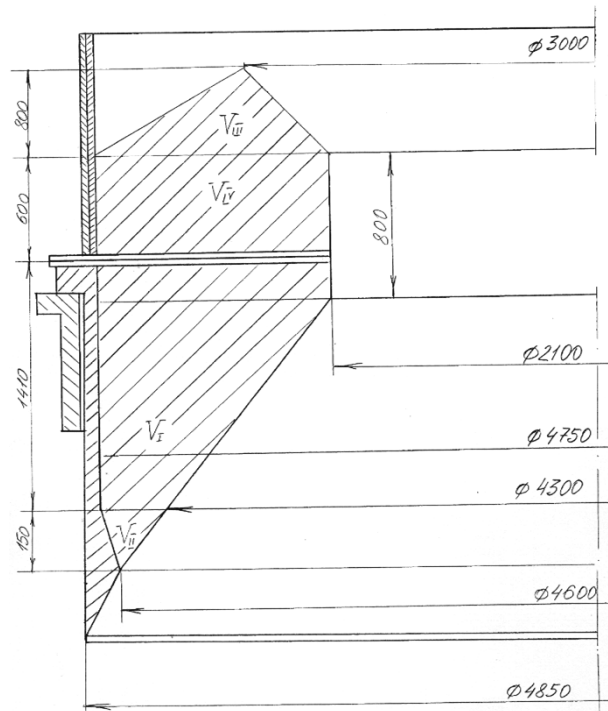


Рисунок 2.1 – Розташування шихтових матеріалів на ВК

Об'єм шихти між конічною частиною чаші і конусом визначається наступним чином:

$$V_{II} = \frac{\pi}{3} \cdot h_2 \cdot (R^2 \cdot r_3^2 + R \cdot r_3) - \frac{\pi}{3} h_2 \cdot (r_3^2 + r_1^2 + r_3 \cdot r_1), \quad (2.2)$$

де  $h_2$  – висота шихтових матеріалів в межах об'єму  $V_{II}$ , м;

$r_3$  – великий радіус конусу в межах об'єму  $V_{II}$ , м;

$$V_{II} = \frac{3,14}{3} \cdot 0,15 \cdot [(2,37^2 + 2,3^2 + 2,37 \cdot 2,3) - (2,3^2 + 2,15^2 + 2,3 \cdot 2,15)] = 0,23 \text{ м}^3.$$

Об'єм шихти над циліндричною обічайкою визначається як:

$$V_{III} = \frac{\pi}{3} h_3 \cdot (R^2 + r_5^2 + R \cdot r_5) - \frac{\pi}{3} h_3 \cdot (r_5^2 + r_2^2 + r_5 \cdot r_2), \quad (2.3)$$

де  $h_3$  – висота шихти над обічайкою, м;

$r_5, r_2$  – великий і малий радіус в межах об'єму  $V_{III}$ , м;

$$V_{III} = \frac{3,14}{3} \cdot 0,8 \cdot [(2,37^2 + 2,5^2 + 2,37 \cdot 2,5) - (2,5^2 + 1,05^2 + 2,5 \cdot 1,05)] = 5,43 \text{ м}^3.$$

Для розрахування висоти обічайки визначаємо об'єм  $V_{IV}$ :

$$V_{IV} = \pi R^2 H - \pi r_2^2 H = \pi H (R^2 - r_2^2), \quad (2.4)$$

де  $H$  – висота обічайки.

З іншого боку, об'єм  $V$  дорівнює:

$$V_{IV} = 42,0 - 13,12 - 0,23 - 5,43 = 23,22 \text{ м}^3.$$

де 42,0 – загальний об'єм шихтових матеріалів на великому конусі, м<sup>3</sup>.

Тоді висота циліндричної обічайки за (2.3):

$$H = \frac{V_{IV}}{\pi(R^2 - r_2^2)} = \frac{23,22}{3,14 \cdot (2,37^2 - 1,05^2)} = 0,8 \text{ м.}$$

Таким чином, висота обічайки дорівнює 800 мм.

## 2.2 Розрахунок обсягу матеріалу розміщених на середньому та верхньому конусах

Розрахунок обсягу матеріалів для середнього конуса виконаний з урахуванням профілю шихти, зображеного на рис. 2.2 під час його ходу на 900 мм. Тоді об'єм матеріалів, розміщених на середньому конусі визначається таким чином:

$$V = V_1 + V_2, \quad (2.5)$$

$$V_1 = V^I - (V^{II} + V^{III}),$$

де  $V^I$  – об'єм чаші,  $m^3$ ;

$V^{II}$  – об'єм конусу,  $m^3$ ;

$V^{III}$  – об'єм не заповнений матеріалом,  $m^3$ .

Чаша виглядає як усічений конус, що розширюється до верху.

Тоді її об'єм:

$$V^I = \frac{3,14}{3} \cdot 2,0 \cdot (2,3^2 + 0,94^2 + 2,3 \cdot 0,94) = 17,44 \text{ м}^3.$$

Об'єм конусу розраховується як об'єм усіченого конусу:

$$V^{II} = \frac{3,14}{3} \cdot 2,0 \cdot (0,94^2 + 0,24^2 + 0,94 \cdot 0,24) = 2,44 \text{ м}^3.$$

Об'єм порожнини, не заповненої матеріалом розраховується так само:

$$V^{III} = 0,03 \text{ м}^3.$$

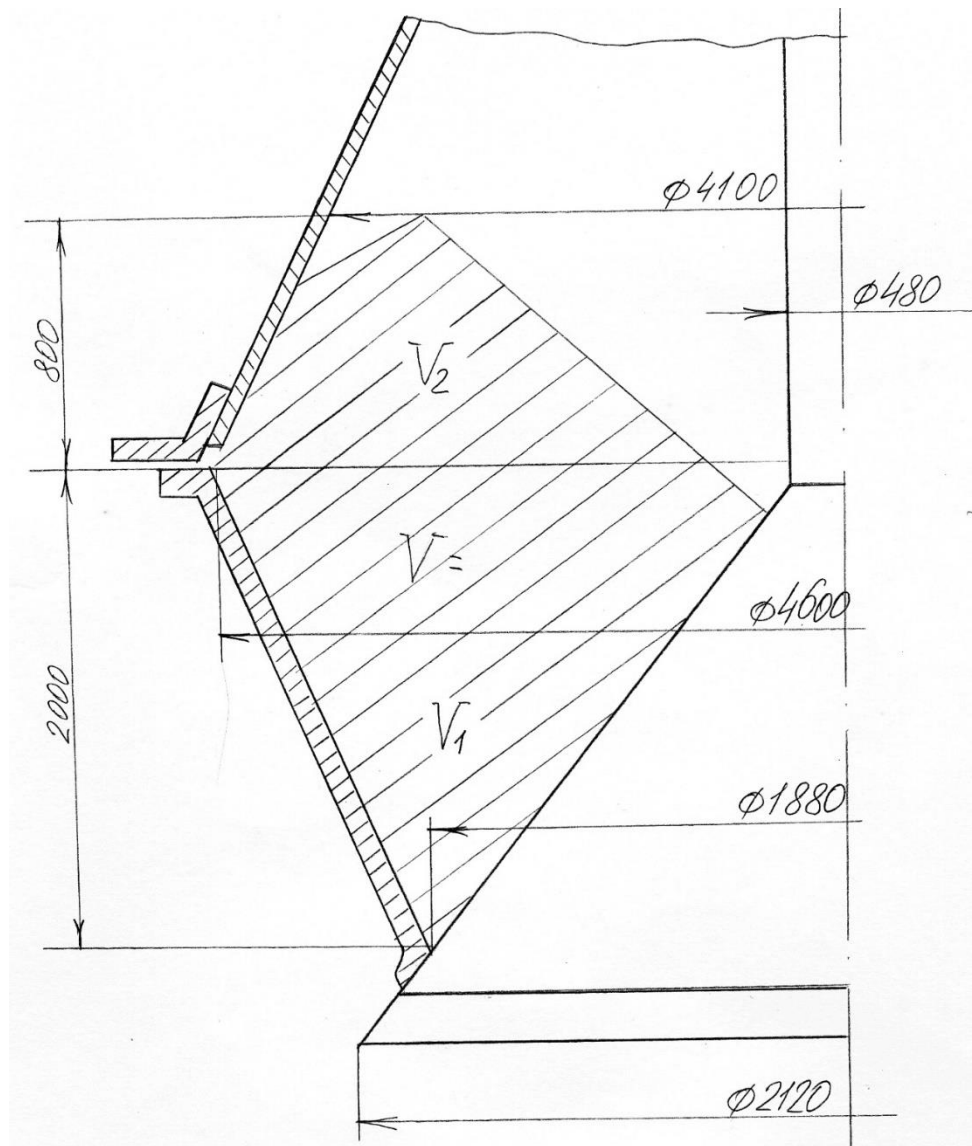


Рисунок 2.2 – Розташування шихтових матеріалів на верхньому конусі

Тоді об'єм  $V_1$  становить:

$$V_1 = 17,44 - (2,44 + 0,03) = 14,97 \text{ м}^3.$$

Об'єм  $V_2$  визначається наступним чином:

$$V_2 = V^I - (V^{II} + V^{III}), \quad (2.6)$$

де  $V^I$  – об'єм усіченого конусу,  $\text{м}^3$ ;

$V^{II}$ ,  $V^{III}$  – об'єм порожнини, не заповненої матеріалом,  $\text{м}^3$ ;

$$V^I = \frac{3,14}{3} \cdot 0,86 \cdot (2,3^2 + 2,05^2 + 2,3 \cdot 2,05) = 7,37 \text{ м}^3 .$$

$$V^{II} = \frac{3,14}{3} \cdot 0,82 \cdot (0,3^2 + 0,94^2 + 0,3 \cdot 0,94) = 1,05 \text{ м}^3 .$$

$$V^{III} = 0,2 \text{ м}^3 .$$

Об'єм  $V_2$  становить:

$$V_2 = 7,37 - (1,05 + 0,2) = 6,1 \text{ м}^3 .$$

Тоді загальний об'єм матеріалів на середньому конусі під час ходу на 900 мм становитиме:

$$V = V_1 + V_2 = 14,97 + 6,1 = 21,07 \text{ м}^3 .$$

Розрахунок обсягу матеріалів розміщених на верхньому конусі будемо виконувати з урахуванням профілю шихти, зображеного на рис.2.3. Тоді об'єм матеріалів, розміщених на верхньому конусі визначається наступним чином:

$$V = V_1 + V_2 + V_3, \quad (2.7)$$

$$V_1 = V^I - (V^{II} + V^{III}), \quad (2.8)$$

де  $V^I$  – об'єм чаші,  $\text{м}^3$ ;

$V^{II}$  – об'єм конусу,  $\text{м}^3$ ;

$V^{III}$  – об'єм штанги,  $\text{м}^3$ ,

Зважаючи на те, що чаша має вигляд усіченого конусу, що звужується до низу, її об'єм можна розрахувати наступним чином:

$$V^I = \frac{\pi}{3} * h * \left( \frac{D^2}{4} + \frac{d^2}{4} + \frac{D * d}{4} \right) ,$$

де  $h$  – висота чаші, м;

$D$  – великий діаметр усіченого конусу, м;

$d$  – менший діаметр усіченого конусу, м.

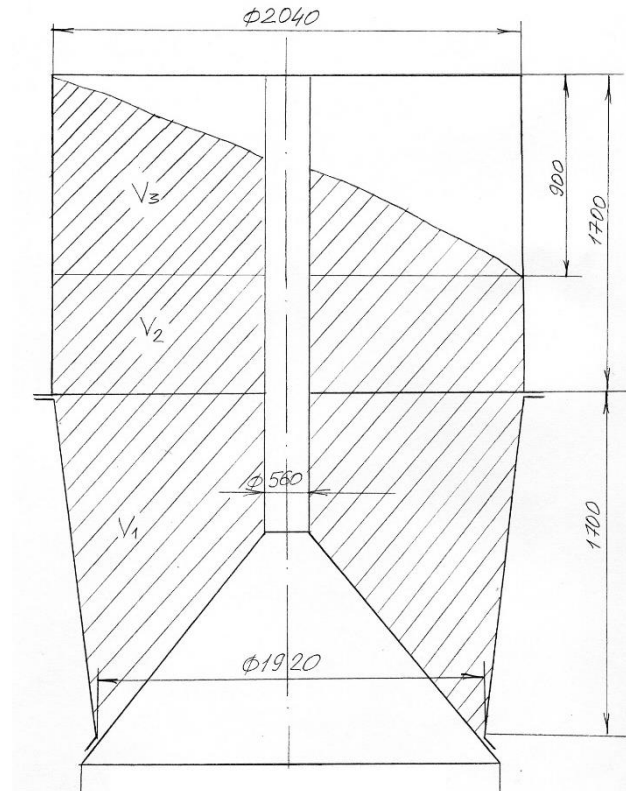


Рисунок 2.3 – Розташування шихтових матеріалів на верхньому конусі

$$V^I = \frac{3,14}{3} \cdot 1,78 \cdot (1,02^2 + 0,96^2 + 1,02 \cdot 0,96) = 7,23 \text{ м}^3 \text{ . (2.9)}$$

Для визначення обсягу малого конусу вважаємо, що він має вигляд усіченого конусу, що розширюється до низу. Тоді його об'єм дорівнює:

$$V^{II} = \frac{3,14}{3} \cdot 1,18 \cdot (0,96^2 + 0,28^2 + 0,96 \cdot 0,28) = 1,56 \text{ м}^3 \text{ . (2.10)}$$

Штанга має вигляд циліндру і її об'єм:

$$V^{III} = \frac{\pi * d^2}{4} * h \quad ,$$

де  $d$  – діаметр штанги, м

$h$  – висота штанги в межах об'єму  $V_1$ , м;

$$V^{III} = 3,14 \cdot 0,28 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ м}^3 \quad . \quad (2.11)$$

Виконавши всі необхідні перетворення отримаємо визначення об'єму

$V_1$

$$V_1 = 7,23 - (1,56 + 0,04) = 5,63 \text{ м}^3.$$

У співвідношенні з рис. 2.3 об'єм  $V_2$ :

$$V_2 = V^I - V^{II} \quad , \quad (2.12)$$

де  $V^I$  – об'єм циліндричної частини воронки,  $\text{м}^3$ ;

$V^{II}$  – об'єм штанги у межах об'єму  $V_2$ ,  $\text{м}^3$ ;

$$V^I = \frac{\pi * d^2}{4} * h, \quad (2.13)$$

де  $d$  – діаметр воронки, м

$h$  – висота воронки, м;

$$V^I = 3,14 \cdot 1,02 \cdot 0,42 = 1,38 \text{ м}^3. \quad (2.14)$$

$$V^{II} = 3,14 \cdot 0,28 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ м}^3. \quad (2.15)$$

Виконавши перетворення отримуємо визначення об'єму  $V_2$ :



$$V_2 = 1,38 - 0,04 = 1,34 \text{ м}^3.$$

Так само, розділяючи об'єм  $V_3$  на більш звичайні об'єми, та розраховуючи їх величину, отримуємо:

$$V_3 = 3,33 \text{ м}^3.$$

Тоді загальний об'єм шихтових матеріалів на верхньому конусі дорівнюватиме:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 5,63 + 1,34 + 3,33 = 10,3 \text{ м}^3.$$

Таким чином, розраховані обсяги шихтових матеріалів на нижньому (великому), середньому і верхньому малих конусах забезпечують всі режими завантаження шихти.

### 2.3 Розрахунок потужності та вибір електродвигуна насоса гідроприводу маневрування середнім конусом

Площа плунжера складає:

$$F = \pi \frac{D^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{0,25^2}{4} = 0,049 \text{ м}^2. \quad (2.16)$$

де  $D$  – діаметр плунжера

Робочий об'єм плунжерного гідроциліндра:

$$V_{РАБ} = F * H_K ,$$

де  $H_K$  – хід середнього конусу, м.

$$V_{РАБ} = 0,049 \cdot 0,9 = 0,0441 \text{ м}^3 .$$

Робочий тиск в гідроциліндрі при зворотному ході (підйомі середнього конусу та інших рухливих частин без ваги шихтових матеріалів) дорівнює:

$$P_P = \frac{T}{F} , \quad (2.17)$$

де  $T$  – вага середнього конусу та інших рухливих частин, Н.

$$P_P = \frac{149112}{0,049} = 3,04 \text{ МПа} .$$

Прямий хід (опускання) здійснюється під власною вагою конусу і шихти, що знаходиться на ньому. Зворотний хід (підйом) проводиться примусово при включеному насосі, що нагнітає мастило під плунжер.

Зворотний хід проводиться у три етапи:

I – зрушення при подачі  $Q/2$  тривалістю 0,2 с;

II – робочий хід при подачі  $Q$  тривалістю 8,0 с;

III – підхід конусу до чаші при подачі  $Q/2$  тривалістю 0,2 с і притиснення його до чаші.

Відповідно до цього побудована навантажувальна діаграма насосу в координатах «подача-тривалість» на рисунку 2.4.

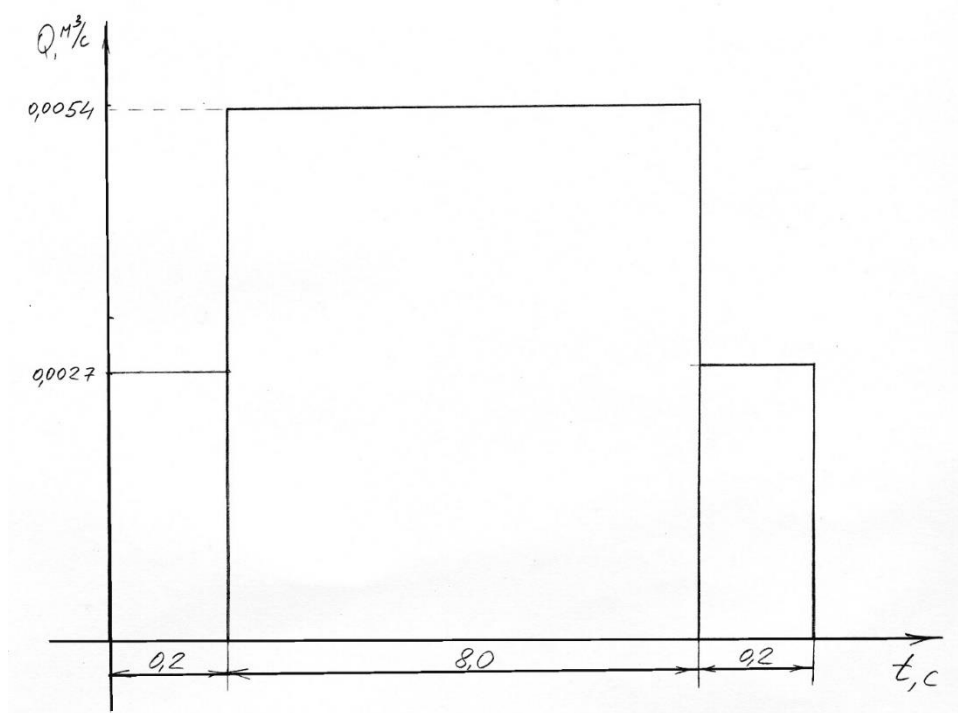


Рисунок 2.4 – Навантажувальна діаграма насосу гідроприводу середнього конусу

Швидкість руху конусу на тихому ході визначається як:

$$V_{Т.Х} = \frac{Q_{\Phi}}{2F} \cdot \eta_{ОБ}, \quad (2.18)$$

де  $Q_{\Phi}$  – фактична подача насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

$\eta_{ОБ}$  – об'ємний к.к.д. гідроциліндру.

Швидкість повільного ходу

$$V_{Т.Х.} = \frac{0,0054/2}{0,049} = 0,055 \text{ м/с} .$$

Швидкість робочого ходу конусу;

$$V_{РАБ.Х.} = \frac{Q_{\Phi}}{F} \cdot \eta = \frac{0,0054}{0,049} = 0,11 \text{ м/с} .$$

Перевірка за величиною ходу.

Як відомо, хід конусу рівний  $H_k=0,9$  м, а час повільного і робочого ходу дорівнюють:  $t_{T.X.} = 0,2$ с +  $0,2$ с  $t_{P.X.} = 0,8$ с (за циклограмою роботи СК).

Тоді шлях, що подолає конус, буде дорівнювати:

$$\begin{aligned} H_K &= t_{T.X.} \cdot V_{T.X.} + t_{P.X.} \cdot V_{P.X.} + t_{T.X.} \cdot V_{T.X.} = \\ &= 0,2 \cdot 0,055 + 8,0 \cdot 0,11 + 0,2 \cdot 0,055 = 0,902 \text{ м.} \end{aligned} \quad (2.19)$$

За раніше визначеними даними, робочий об'єм плунжера дорівнює  $V_{\text{раб}} = 0,0441$  м<sup>3</sup>. Сумарний час роботи насосу при підйомі конусу:

$$T_{\text{ц}} = t_{T.X.} + t_{P.X.} + t_{T.X.} = 0,2 + 8,0 + 0,2 = 8,4 \text{ с.} \quad (2.20)$$

За час  $T_{\text{ц}}$  насос подасть в плунжер мастило об'ємом:

$$V_{\phi} = Q_{\phi} \cdot T_{\text{ц}} = 0,0054 \cdot 8,4 = 0,0453 \text{ м}^3.$$

Порівнявши, робочий об'єм плунжера  $V_{\text{раб.}}=0,0441$  м<sup>3</sup> проти фактичного об'єму  $V_{\phi.}=0,0453$  м<sup>3</sup>, можна зробити висновок, що в гідравлічній схемі необхідне встановлення запобіжного клапана, при спрацювання якого різниця в 1,2 літра зіллється в бак.

Теоретично, необхідна потужність електродвигуна приводу насосу дорівнює:

$$N_{\text{ДВ.Г.}} = \frac{Q_T \cdot P_H}{60 \cdot \eta_{\text{ОБЩ}}}, \quad (2.21)$$

де  $Q_T$  – теоретична подача насосу, л/хв (паспорт насосу);

$P_H$  – тиск насосу, МПа (паспорт насосу);

$\eta_{\text{общ}}$  – к.к.д. загальний. Для радіально-поршневих насосів:  $\eta_{\text{общ}} = 0,75-0,85$ .

$$N_{ДВ.Т.} = \frac{400 \cdot 10}{60 \cdot 0,75} = 88,8 \text{ кВт.}$$

Потужність двигуна при фактичній подачі:

$$N_{ДВ.Ф.} = \frac{324 \cdot 10}{60 \cdot 0,75} = 72,0 \text{ кВт.}$$

За умови виникнення можливих форс-мажорних виробничих ситуацій, з огляду на необхідну розраховану теоретичну потужність електродвигуна насоса обираємо асинхронний трифазний електродвигун змінного струму типу 4A250M4У3 потужністю N=90 кВт при номінальній частоті обертів n=1480 хв<sup>-1</sup> [7] з керуванням частотним перетворювачем фірми «Schneider electric».

#### 2.4 Розрахунки на міцність деталей гідроприводу маневрування середнім конусом

Товщина стінки плунжерного гідроциліндра при осьових напруженнях:

$$\delta \geq \frac{P \cdot D}{4 \cdot [\sigma_T]}, \quad (2.22)$$

де P – робочий тиск в гідроциліндрі, МПа;

D – діаметр гідроциліндра, м;

$[\sigma_T]$  – допустиме напруження, для сталі 20  $[\sigma_T]=100,0$  МПа при коефіцієнті запасу k=3,0.

Товщина стінки гідроциліндру:

$$\delta \geq \frac{3,04 \cdot 0,25}{4 \cdot 100,0} = 0,0019 \text{ м.}$$

Товщина стінки гідроциліндру з урахуванням подачі в нього максимального тиску насосу  $p_n=10,0$  МПа буде:

$$\delta \geq \frac{10,0 \cdot 0,25}{4 \cdot 100,0} = 0,0065 \text{ м.}$$

Товщина стінки гідроциліндру при тангенціальному напруженні:

$$\delta \geq \frac{P \cdot D}{2[\sigma_T]} = \frac{10,0 \cdot 0,25}{2 \cdot 100,0} = 0,0125 \text{ м.}$$

З огляду на те, що найбільш небезпечним є тангенціальні (дотичні) напруження, товщину стінки гідроциліндру беремо за останньою формулою, та приймаємо  $\delta = 15$  мм

Розрахунок осі плунжера гідроциліндру на міцність виконаємо за схемою наведеною на рис.2.5

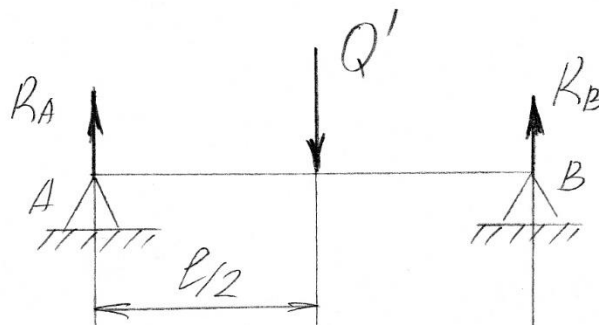


Рисунок 2.5 – Схема до розрахунку осі плунжера на міцність

Умова міцності вісі при згинанні:

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W} \leq [\sigma_{зг}], (2.23)$$

де  $M = \frac{Q \cdot l}{2 \cdot 2} = \frac{Q \cdot l}{4}$  – місце, що гнеться під навантаженням, Нм;

$W = 0,1d^3$  – момент супротиву згибанню, м<sup>3</sup>.

$$\sigma_{зг} = \frac{Q \cdot l}{4 \cdot 0,1 \cdot d^3} = \frac{393000 \cdot 0,26}{4 \cdot 0,1 \cdot 0,19^3} = 1,34 \text{ МПа} \leq [\sigma_{II}] = 125 \text{ МПа.}$$

(сталь 45)

Напруження на внутрішній поверхні отвору під тягою траверси (рис.2.6) знаходиться за формулою Ляме:

$$\sigma = \frac{P(c^2 + r^2)}{c^2 - r^2}, \quad (2.24)$$

$$P = \frac{R_A}{d * b} = \frac{R_B}{d * b} = \frac{\frac{Q}{2}}{2d * b} \text{ МПа}, \quad (2.25)$$

де  $c = 0,14$  м;

$b = 0,077$  м;

$r = d/2 = 0,15/2 = 0,075$  м;

$d = 0,15$  м.

Тоді, з урахуванням перетворень:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{Q(c^2 + r^2)}{2db(c^2 - r^2)} = \frac{196500 \cdot (0,14^2 + 0,075^2)}{2 \cdot 0,15 \cdot 0,077 \cdot (0,14^2 - 0,075^2)} = 39 \text{ МПа} \leq [\sigma] \\ &= 60 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Умова виконується

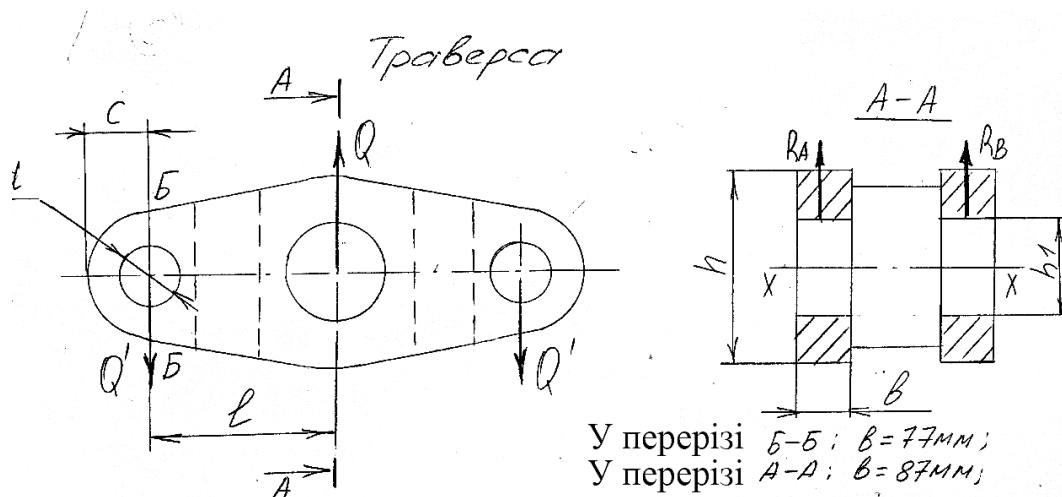


Рисунок 2.6 – Схема до розрахунку траверси на міцність

Перетин А-А

Умова міцності траверси :

$$\sigma_{зг} = \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma_{зг}], \quad (2.26)$$

$$M_x = \frac{Q}{2} * l \quad \text{Н * м}, \quad (2.27)$$

$$W_x = \frac{2b(h^3 - h_1^3)}{6h} = \frac{b(h^3 - h_1^3)}{3h} \text{ м}^3, \quad (2.28)$$

де  $[\sigma_{зг}] = 100 \text{ МПа}$  – допустиме напруження для сталі 35 л:

$h = 0,485 \text{ м}$ ;

$h_1 = 0,19 \text{ м}$ .

Тоді напруження в перетині А-А буде:

$$\sigma = \frac{\frac{Q}{2} \cdot l}{\frac{b(h^3 - h_1^3)}{3h}} = \frac{196500 \cdot 0,55}{\frac{0,077 \cdot (0,485^3 - 0,19^3)}{3 \cdot 0,485}} = 43 \text{ МПа.}$$

$$\sigma = 43 \text{ МПа} \leq [\sigma_{II}] = 100 \text{ МПа.}$$

Умова виконується



Сила розтягування, діюча на одну тягу:

$$Q' = \frac{Q}{2} = \frac{393000}{2} = 196500 \text{ Н.} \quad (2.29)$$

де  $Q$  – сумарне навантаження від ваги середнього конусу, його рухомих частин і шихти, що знаходиться на ньому, Н.

Найбільш слабким є перетин, що проходить через різьбу. Умова міцності нарізаної частини тяги:

$$\sigma_P = \frac{Q'}{\pi \frac{d_1^2}{4}} \leq [\sigma_P], \quad (2.30)$$

де  $d_1=118,505$  внутрішній діаметр різьби М125х6, мм;

$[\sigma_P]=110$  МПа – допустиме напруження розтягнення для сталі 45.

Тоді міцність в різьбі буде дорівнювати:

$$\sigma_P = \frac{196500}{3,14 \frac{0,118^2}{4}} = 46 \text{ МПа.} \leq [\sigma_P] = 110 \text{ МПа}$$

Умова міцності провухини тяги:

$$\sigma_P = \frac{Q'}{e(l-d)} < [\sigma_P] = 30 \text{ МПа.} \quad (2.31)$$

$$\sigma_P = \frac{196500}{0,18(0,28 - 0,15)} = 22 \text{ МПа.} \leq [\sigma_P]$$

Умова виконується.

### 3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Підготовка до капітального ремонту розподільника шихти.

Для забезпечення високої якості ремонту при зменшенні простою обладнання до початку ремонту виконується підготовча робота, що складається із комплексу взаємопов'язаних робіт, від ретельності виконання яких залежить ефективність і якість виконання капітального ремонту.

В підготовчій період ремонтною службою цеху виконується робота за такими напрямками:

Дефектно-кошторисна;

Конструкторська;

Матеріальна;

Організаційна.

Документація, яка необхідна для капітального ремонту розподільника шихти, цехом передається виконавцю капітально ремонту. Виконавець згідно до отриманої документації розробляє ПОР (проект організації робіт) і оперативний графік виконання капітального ремонту.

#### 3.1.2 ПОР (проект організації робіт) на капітальний ремонт розподільника шихти.

ПОР на капітальний ремонт розробляється для рішення технічних, господарських та інших питань, пов'язаних з виконанням капітального ремонту.

До складу цього проекту входять такі матеріали:

1 .Відомість дефектів на капітальний ремонт.

2.Графік виконання робіт.

3.Опис раціональних способів виконання ремонтних робіт з урахуванням використання ефективних механізмів та механізації збиральних і слюсарних робіт.

5. Відомість виробів, заготовок, деталей і матеріалів, які необхідно виготовити силами цеху, заводу, чи замовити на іншому підприємстві.
6. Перелік механізмів, такелажних засобів і пристосувань, інструменту і засобів транспорту, необхідних для виконання ремонтних робіт
7. Рекомендації щодо виконання робіт безпечними методами.

Для складання ПОРу необхідно:

- установчі креслення розподільника шихти;
- план ремонтної площадки з нанесеними схемами енерго,-водо,-повітре,-таропостачання, залізничні шляхи, автомобільні під'їзди;
- схема фундаменту з геодезичним обґрунтуванням, якщо передбачається знімання обладнання з фундаменту;
- технічні умови збирання та монтаж механізмів, машин і агрегатів.

ПОР на капітальний ремонт розподільника шихти складається з метою раціональної організації виконання капітального ремонту і доцільної послідовності виконання робіт.

ПОР встановлює :

- послідовність виконання ремонтних робіт, передбачених відомістю дефектів;
- визначає ремонтні роботи і операції, які можливо виконувати не тільки послідовно, але і паралельно;
- визначає тривалість операції;
- визначається необхідна кількість ремонтників для виконання кожної із передбачених ремонтних робіт;
- визначає засоби механізації для виконання робіт;
- передбачає встановлення переносних і стаціонарних механізмів, необхідних для виконання ремонту;
- розробляє графік вантажопотоків;

- вирішує питання з охорони праці;
- визначає тривалість ремонту згідно до складеного оперативного графіка.

### 3.1.3 Відомість дефектів на капітальний ремонт розподільника шихти.

Відомість дефектів - це базовий документ, згідно якого визначається об'єм ремонтних робіт і потреба механізмів, металоконструкцій, запасних частин, ПТМ та допоміжного обладнання. Відомість дефектів містить в собі перелік деталей і вузлів обладнання з визначенням необхідних ремонтних робіт.

Відомість дефектів складає заступник начальника цеху по обладнанню, механік цеху з участю ремонтного і експлуатаційного персоналу, який забезпечує щомісячне обслуговування і профілактичний огляд.

Відомість дефектів складається не менше, ніж за шість місяців до початку ремонту, а якщо є необхідність робити замовлення іншим підприємствам, то відомість дефектів складається за 12 -18 місяців до початку капітального ремонту.

Відомість дефектів складається в 5-ти екземплярах: для цеху, для управління головного механіка підприємства, кошторисного відділу, для планового відділу та виконавцю ремонту.

Згідно відомості дефектів конструкторське бюро, чи проектний відділ добирає і комплектує креслення деталей і вузлів, позначених в відомості, перевіряють їх і при необхідності, роблять виправлення робочих і ремонтних креслень; виконують ескізи на запасні частини, які виконано з попередніми розмірами з урахуванням остаточної обробки; на деталі, які підлягають поновленню, розробляють додаткові ремонтні креслення. Під час виконання капітального ремонту розроблюються технічні проекти на реконструкцію або модернізацію.

Після погодження і затвердження відомості дефектів кошторисний відділ згідно діючих преїскурантних цін на матеріали, металоконструкції,

допоміжне обладнання з урахуванням фактичної собівартості запасних деталей, вузлів і металоконструкцій, які виробляються в ремонтно-механічних цехах підприємства, виконується розрахунок витрат на ремонт і складає кошторис на виконання ремонтних робіт. Кошторисно - фінансові розрахунки погоджуються із замовником та виконавцем і затверджуються технічним директором.

Відомість дефектів, технічний проект, робочі креслення надаються виконавцем ремонтної організації, яка складає ПОР і оперативні графіки (календарно - операційний або сітвовий).

Відомість дефектів на капітальний ремонт розподільника шихти - надається.

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ																											
на капітальний ремонт: розподільника шихти																											
Порядковий номер	Найменування укріпленого вузла і № складального креслення. Характер ремонту і його опис	Найменування деталей	Номер креслення	Позначка	Матеріал	Вид обробки	Планова зміна			Планова виготов.			Обсяг робіт			Підлога ре-мону, ревізії			Найменування	ед. вимірювання	Загальна вага	Виконавці	Номер замовлення	Пріоритет			
							Кількість	шт.	Вага в кг	Кількість	шт.	Вага в кг	Демонтаж	Монтаж	Кількість	шт.	вага	Кількість							шт.	вага	
Демонтаж лотків. Працювати в шлангових апаратах з використанням запобіжних монтажних поясів																											
1	Демонтаж, монтаж кришок, лотків, лотків											т	1,20	1,20													
2	Демонтаж, монтаж абразивного уніфікованого лотків											м	14,00	14,00					Шпон 25x25	м	14						
3	Постанова, зняття болтів М30 х 160 кріплення лотків											шт	80,00	80,00					Болт М36 х 160, гайка	шт	80						
4	Утяжка болтів кривих лотків, вручну до і після задання ( 2 рази )											шт	160,00	160,00													
5	Демонтаж, монтаж огорожі площею від 42,5 м для д-жа лотків											т	0,20	0,20													
6	Очищення кишень лотків від пилових навіщичень з використанням газозахисної апаратури											м3	4,00	4,00													
7	Демонтаж, ремонт, монтаж опор лотків											т	0,30	0,30			140		Швелер №14	т	0,14						
8	Демонтаж, монтаж м/к лотків											т	3,60	3,60													
9	Виготовлення окремих елементів для пресування майланичків								4	300									Двошар №24	т	0,15						
10	Монтаж, демонтаж дробних м/к при перерівленні майланичків на отм. ± 42500 мм											т	0,30	0,30					Швелер №16 - 18	т	0,15						
Бронювання лотків																											
1	Виготовлення індивідуальних м/к бронювання лотків									100	800								Лист δ = 20 - 30 мм	т	0,8						
2	Демонтаж, монтаж дробних м/к бронювання лотків											т	0,80	0,80													
3	Ручне газове рівняння листового металу товщиною мм											м		176,00													
4	Ручне електродугове зварювання таврових швів бронювання δ = 22мм (шов горизонтальний)											м		94,00													
5	Теж саме, шов вертикальний											м		82,00													
6	Виготовлення індивідуальних м/к броні лотків з листа									10	1500								Лист δ = 25 - 80 мм	т	1,5						
7	Демонтаж, монтаж броні основання лотків при частковій заміні											т	1,50	1,50													
8	Відновлення зварних стикових швів підстави лотків і БЗУ δ = 22мм дробними до 0,25 м (шов горизонтальний )											м		24,00													
9	Теж саме, шов вертикальний											м		16,00													
Демонтаж вузла завантажувального пристрою																											
1	Монтаж, демонтаж траверси для каткування на гаках головного підйому для каткування порожнього стелю											т	3,78	3,78													
2	Монтаж стелю в положення для прийому демонтованого завантажувального пристрою											т	23,00	23,00													
3	Монтаж, демонтаж м/к опор з труби під опорні поверхні стелю											т	1,20	1,20													
4	Монтаж, демонтаж траверси для монтажу для д-жа старого вузла ВРШ											т	11,17	11,17													
5	Зняття, при демонтажі постановка при монтажі, болтів М 36 х 200											шт	16,00	16,00													
6	Переміщення сквозала і воронки ВРШ в сторону похилого мосту за допомогою 2-х сл. Лебідок Q = 8 т.											т		31,00													
7	Демонтаж старого вузла з печі											т	120,00														
8	Монтаж старого вузла стелю													120,00													
9	Демонтаж, монтаж тумбочок, упорів, фіксаторів											т	0,20	0,20					Болти М20 - 24	шт	8						

Порядковий номер	Найменування укріпленого вузла і № складального креслення. Характер ремонту і його опис	Найменування деталей	Номер креслення	Позначення	Матеріал	Вид обробки	Підлягає заміні			Підлягає виготовленню		Обсяг робіт			Підлягає ремонту, регулюванню			Найменування	од. вимірювання	Загальна вага	Виконавець	Номер замовлення	Примітки	
							Кількість	Вага		Кількість	Довжина шва в кг	м	Демонтаж	Монтаж	Кількість	1 шт. в кг	Загальна вага							
								1 шт.	Загальна в кг															
10	Ручна електрошварування К = 10мм, шов горизонтальний										3,00													
11	Розгорнути вузол на 90° перед заведенням в стіну									т	138,10													
12	Переміщення воронки і скрозвала (поворот на 180°) для забезпечення габариту за допомогою 2-х сл. лебідок Q = 8т									т	31,00													
13	Демонтаж траверси "для монтажу" на ж / д платформу									т	11,17													
14	Монтаж, демонтаж "траверси для кантування" для опускання стінду зі старим вузлом ВРШ в горизонтальній положення									т	3,78	3,78												
15	Переміщення демонтованого вузла ВРШ зі стіндом в горизонтальне положення за допомогою 4-х електрлебідок Q = 8т									т		147,00												
16	Демонтаж, монтаж "траверси для кантування" для монтажу нового вузла ВРШ									т	3,78	3,78												
17	Переміщення нового вузла ВРШ зі стіндом в вертикальне положення за допомогою 4-х електрлебідок Q = 8т									т		147,00												
18	Монтаж м / к опор з труби під опорні стелю в вертикальному положенні									т		1,20												
19	Монтаж, демонтаж "траверси для монтажу" для монтажу нового вузла									т	11,17	11,17												
20	Демонтаж тумбочок фіксації воронки і скіпа									т	0,20													
21	Переміщення воронки і скрозвала (поворот вручну на 180°) для забезпечення габариту при заведенні вузла за допомогою 2-х сл. Лебідок Q = 8т									т	31,00													
22	Демонтаж болтового з'єднання вузла до стінду М16									шт	16,00													
23	Переміщення вузла на 90° перед заведенням в п'я за допомогою 2-х сл. лебідок Q = 8т									т	131,10													
24	Виготовлення індивідуальних м / к перекриття опорного кінця з матеріалу з перерахунок сортового прокату.							20	940										Швелер №14	т	0,50			
																			Уголок 63 - 75 мм	т	0,1			
																			Лист δ = 3 мм	т	0,34			
25	Монтаж, демонтаж дроби м / к перекриття									т	0,94	0,94												
26	Ручна електрошварування К = 10мм, шов горизонтальний									м		76,00												
27	той же вертикальний									м		24,00												
28	Монтаж вузла ВРШ									т		119,70												
29	Центрування (приведення в проектне положення) ВРШ щодо осі люку									т		119,70												
30	Монтаж, демонтаж "траверси для кантування" для опускання порожнього стінду в транспортне положення									т	3,78	3,78												
31	Переміщення порожнього стінду в транспортний положення за допомогою 4-х сл. лебідок Q = 8т									т		23,00												
	Демонтаж, верхніх газотисованих клапанів (ГОК)									т	14,60	14,60												
32	Зняття, постановка болтів на верхні і нижні ГОК																							

Рисунок 3.1 Відомість дефектів

### 3.1.4 Оперативний графік виконання капітального ремонту розподільника ШИХТИ.

Оперативний графік повинен вичерпно відповідати на питання послідовності і часу ремонту розподільника шихти, доставка конструкцій, матеріалів, деталей, вузлів, механізмів та інших питань.

Оперативний графік містить перелік виконуваних робіт, дані про трудомісткість і необхідної робочої сили, дані про вартість і розподіл робіт за часом, що забезпечить виконання їх у встановлений термін.

Оперативний графік дає змогу визначити потребу робочої сили (за кваліфікацією та терміном прибуття їх на ремонтну площадку), не допускає скритих простоїв та зниження продуктивності праці.

Для правильного визначення потрібності робочої сили слід керуватися прогресивними нормами виробки окремо для кожного виду робіт.

Оперативний графік капітального ремонту розподільника шихти додається.

Календарно - операційний графік на капітальний ремонт розподільника шихти																																								
Найменування работ	1 доба						2 доба						3 доба						Тривалість	Кількість робітників	Трудомісткість																			
	1 зміна	2 зміна	3 зміна	1 зміна	2 зміна	3 зміна	1 зміна	2 зміна	3 зміна																															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72				
Демонтаж старого вузла печі	■	■	■																																			4	9	36
Демонтаж вузла підйому води до шпанги скіпу		■	■	■																																		4	9	36
Демонтаж бункерів			■	■	■	■																																6	4	24
Демонтаж основи				■	■	■	■	■																														6	5	30
Демонтаж клапана НУК					■	■	■	■	■																													6	9	54
Демонтаж проміжної воронки						■	■	■	■	■																												4	5	20
Демонтаж швидкохідного редуктора							■	■	■	■	■																											4	6	24
Ремонт вузла підйому води до шпанги скіпу								■	■	■	■	■	■																									6	9	54
Ремонт основи									■	■	■	■	■	■																								6	9	54
Ремонт клапана										■	■	■	■	■	■																							8	9	72
Ремонт проміжної воронки											■	■	■	■	■	■																						4	9	36
Монтаж старого вузла на етанд																																						8	5	40
Монтаж вузла ВРШ																																						8	4	32
Монтаж вузла підйому води до шпанги скіпу																																						4	4	16
Монтаж бункерів																																						4	5	20
Монтаж основи																																						8	4	32
Монтаж клапана НУК																																						8	5	40
Монтаж проміжної воронки																																						6	5	30
Монтаж швидкохідного редуктора																																						6	4	24
																																							944	

Рисунок 3.2 Календарно-операційний графік на капітальний ремонт розподільника шихти

### 3.1.5 Вибір методу проведення капітального ремонту та опис технології проведення капітального ремонту розподільника шихти

Відновлення працездатності обладнання, втраченої в процесі його експлуатації необхідно проводити шляхом широкого впровадження:

- Розосередженого методу проведення капітального ремонту
- Вузлового методу ремонту

1. Сутність розосередженого методу проведення капітального ремонту обладнання полягає у виконанні робіт по капітальному ремонту обладнання, де це технічно можливо та доцільно, частинами у дні планування зупинок його на поточні ремонти. Це дозволяє або скоротити тривалість простоїв обладнання при капітальному ремонті, або повністю виключити останнє.

Для виконання капітального ремонту частинами повинні обиратися такі роботи, які технічно можливі та доцільно проводити незалежно від загального об'єму робіт, передбачених відомістю дефектів.

Мінімальний об'єм при капітальному ремонті обладнання, який намітили до виконання при його зупинці на поточний ремонт повинен включати повний об'єм робіт капітального ремонту окремої, яка входить в комплекс машини, механізму та вузла.

Якщо вказаний мінімальний об'єм робіт не може бути виконаний за час який передбачений планом для однієї зупинки обладнання на поточний ремонт, допускається деяке збільшення тривалості цієї зупинки.

Тривалість періоду протягом якого капітальний ремонт може здійснюватися розосередженим методом, не повинна перевищувати тривалість ремонтного циклу обладнання.

2. Застосування вузлового метода заміни забезпечує значне скорочення простоїв обладнання при капітальному ремонті.

До ряду випадків доцільно замінити вузол в цілому, це дозволяє скоротити час простою обладнання при капітальному ремонті.

Для проведення капітального ремонту розподільника шихти доцільно застосовувати вузловий метод ремонту.

Всі вузли розглядають, вузли які підлягають заміні розбирають, та на їх місце встановлюють нові вузли.

До технологічного процесу капітального ремонту розподільника шихти відносяться підготовчі роботи до складу яких входять наступні заходи:

1. Підготовка технологічної документації.
2. Підготовка кріплення в необхідній кількості.
3. Підготовка інструменту та оснастки для стропування вузлів та окремих деталей.
4. Підготовка майданчика для ремонту деталей, звільнення проходів та проїздів.

Для проведення капітального ремонту складається відомість дефектів, на підставі якої кошторисний сектор складає кошторис капітального ремонту даного агрегату.



Кошториси та відомість узгоджується з підрядними організаціями, які будуть проводити капітальний ремонт. Служби головного механіка готують під заказ цеху відповідні запасні частини, деталі. Відділ постачання заводу забезпечує матеріалами заздалегідь до зупинки на капітальний ремонт.

Капітальний ремонт виконується з метою повного відновлення ресурсу обладнання з заміною або відновленням його частин.

Капітальний вважається ремонт обладнання із встановленою періодичністю не менше одного року, при якому виконується повне розбирання машини, ремонт базових деталей та фундаментів, збирання, вивіряння, регулювання, випробовування обладнання на порожньому ході та під навантаженням.

### 3.1.6 Відомість допоміжного обладнання, пристосувань, інструменту для ведення капітального ремонту розподільника шихти

Такелажними називають роботи по зв'язанню вузлів обладнання гнучкими підвісками (стропами), їх підйманню та транспортуванню до місця встановлення. Такелажні роботи виконують за допомогою різних вантажопідйомних засобів та механізмів, застосувань та машин.

Для пересування вантажу при монтажі найбільш ефективно застосування стандартних засобів - тракторів, пересувних кранів, авто вантажівок. У випадку відсутності вказаного обладнання застосовують електричні лебідки, монтажні блоки, поліспасти, талі та інше.

При виконанні такелажних робіт, при підйманні вантажу, дуже важливою та відповідальною операцією є стропування. Ретельно слід вказувати крупні вузли обладнання великої маси. Всі вузли обладнання, по яким відбувається торкання стропів, повинні бути закруглені спеціальними запобіжними підкладками. При стропуванні важливо правильно визначити центр тяжіння вантажу. Стропування повинно виконуватись так, щоб центр тяжіння та вісь

блоків крюкової підвіски механізму підйому знаходились на одній вертикалі. Маса збільшених вузлів та блоків обладнання не повинна перевищувати вантажопідйомність засобів, які знаходяться на монтажному майданчику, а габаритні розміри - розміри монтажних підйомів.

До такелажних засобів та застосувань відносять сталеві та пенькові канати, ланцюги, стропи, захвати, блоки, поліспасти, талі, лебідки, домкрати.

## 3.2 Монтаж, експлуатація і ремонт

### 3.2.1 Монтаж модернізованого ТЗП

Як зазначалося вище, конструкція ТЗП в основному залишилася без змін, які торкнулися тільки верхньої частини великого конусу. Це, в свою чергу, стало підставою для розробки процесу монтажу, який не відрізняється від монтажу базового ТЗП.

Монтаж механізмів системи завантаження являє собою складне технічне завдання. Засипний апарат працює в важких температурних умовах, постійно піддається абразивному впливу шихтових матеріалів і потоку гарячих газів, що містять колошниковий пил, який дається взнаки при роботі печі під час підвищеного тиску. Монтажні роботи ускладнюються ще й тим, що габаритні розміри і маса складальних одиниць досягає великих розмірів. Крім того, встановлюються вони на висоті 40-65 м. Нерідко роботи виконуються у зимовий час на відкритому повітрі, що створює додаткові труднощі при монтажі та випробуванні механічного обладнання. Тому необхідно якомога більший обсяг робіт виконати внизу (складання і маркування складальних одиниць, ревізію і т.д.).

Засипний апарат доменної печі незалежно від прийнятого методу монтажу піддають перевірці і обов'язкової контрольній збірці знизу [4].

Великий конус 2 (рис. 3.3.) складають на стелажі 7 стрілового самохідного крану і домкрату 6. Стелаж, що складається з стругальних рейок, виставляють чітко горизонтально за допомогою рівня.

Великий конус під час зачинення повинен по всій поверхні щільно прилягати до чаші, під час цього, він має бути розташований відносно чаші концентрично і висіти на штанзі без переносу.

Для перевірки балансування конус шарнірно підвішують над горизонтальною плитою, покладеною і вивіреною за допомогою контрольної лінійки і рівня. Під час цього різниця в відстані між плитою і двома діаметрально протилежними точками конусу допускається не більше 1 мм.

Після збірки на великий конус надягають чашу і перевіряють сполучення конусу з чашею (рис 3.4.). Щільність прилягання конусу до чаші (на рисунку показано стрілкою) має бути надійною; під час цього допускається проміжок до 0,05 мм. в чотирьох положеннях з поворотом на 90 °. Щільність перевіряють щупом, а також zalиванням води, яка не повинна протікати між дотичними деталями.

Перевіривши сполучення конусу з чашею, на торці фланця чаші наносять мітки осей доменної печі: першу у напрямку похилого мосту, другу – перпендикулярно першій. Мітки наносять у вигляді рисок за допомогою слюсарного зубила і молотка.

Розподільник шихти надходить на майданчик в розібраному вигляді. Зміцнюють його перед монтажем. Штанга великого конусу, а також підвіски всіх конусів повинні бути ретельно перевірені перед встановленням. Стропувати штангу великого конусу необхідно в двох місцях, ділячи її приблизно на три рівні частини.

Посадкове місце для штанги на малих конусах заміряють в натурі або контрольною збіркою. Для цього обидві половини малого конусу виставляють на шпальній клітці, краном подають малу штангу, потім половинки конусів зрушують і закріплюють частиною болтів. Переконавшись в правильності сполучення, проводять розбірку.

Штангу великого конусу до встановлення піддають ревізії, під час якої перевіряють її посадкове місце в конусі. Для цього з конусу виймають стакан і одягають його на штангу, перевіряючи, як заходить до свого гнізда клин. Виявлені під час ревізії та контрольного складання устаткування недоліки повинні бути усунені до монтажу.

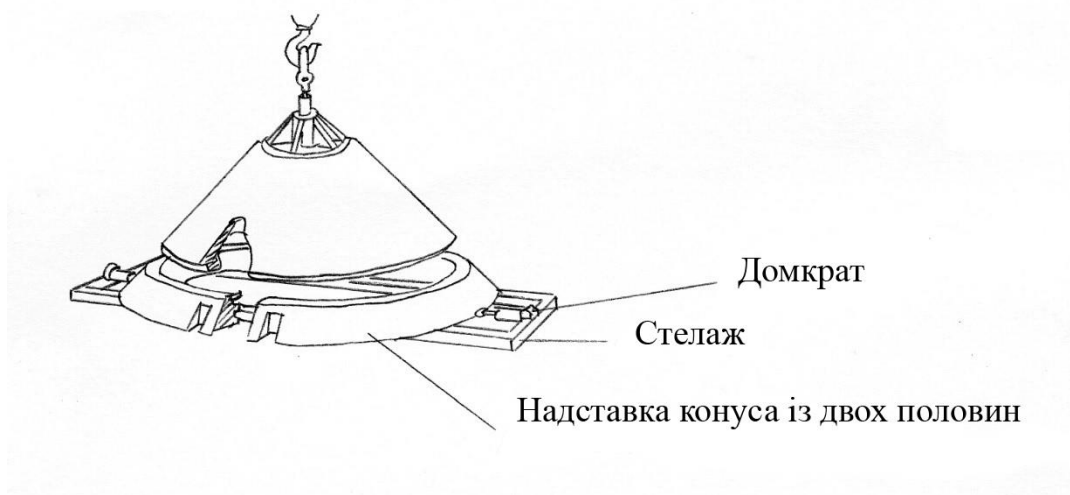


Рисунок 3.3 Перевірка сполучення чаші з конусом

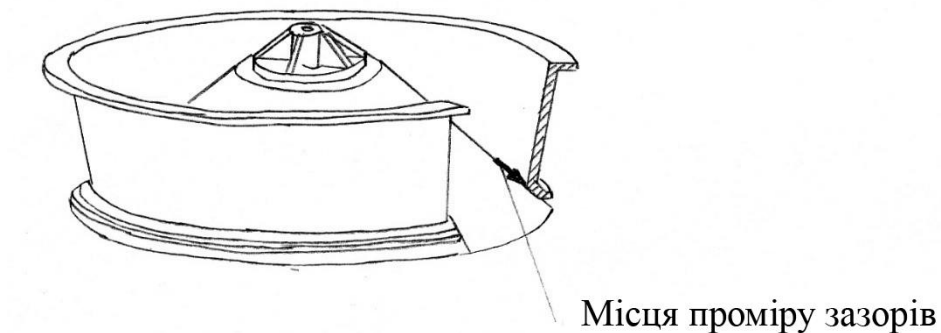


Рисунок 3.4 Збільшена збірка великого конусу

Основою для монтажу механізмів завантаження слугує колошниковий фланець, який завершує кожух доменної печі. Під час приймання колошникового фланцю необхідно перевірити: збіг центру фланця з центром мораторного кільця, відхилення допускаються в межах до 30 мм;

горизонтальність фланця, відхилення не більше 2 мм. Горизонтальність колошникового фланця перевіряють за допомогою контрольної лінійки і валовим або гідростатичним рівнем. Результати фіксують у вигляді схеми та акту.

Приймання колошникового фланцю завершується нанесенням двох взаємоперпендикулярних осей доменної печі; одна з них збігається з напрямком осі похилого мосту.

Під час монтажу обладнання засипного пристрою окремими збірними одиницями спочатку піднімають великий конус. Для цього на основному колошниковому фланці за розрахунками роблять частини з металевих балок, які розташовують через 0,5 м, а покривають його настилом з дощок; на нього кладуть конус. Фіксують конус стрижнем, закріпленим в станині для штанги за допомогою клину.

Обладнання системи завантаження монтують монтажною балкою, яка розташована під колошниковим майданчиком. Вантажопідйомність монтажної балки в залежності від обсягу печі становить 60-175 тонн.

Для попереднього встановлення конусу на тимчасовий майданчик фарбою наносять окружність діаметру, що дорівнює зовнішньому діаметру конусу. Опустивши конус на майданчик, орієнтуючись на зазначену окружність, додатково вивіряють і коригують його щодо висків, під час необхідності пересуваючи конус за допомогою домкратів. Горизонтальність конусу перевіряють рівнем, встановленим на його вершині. Рихтування здійснюють на металевих підкладках. Точне встановлення великого конусу на майданчику необхідне для полегшення заведення і з'єднання штанги.

Щоб опустити в піч конус разом з чашею на колошниковий фланець доменної печі, їх з'єднують чотирима надійними підвісками з гвинтових стяжок, які прикріплюють до приливів з отворами. Перед опусканням чаші на колошникове кільце укладають прокладки з азбестового набивання діаметром 25 мм. Щоб полегшити установку чаші за осями, як тимчасову направляючу використовують чотири трубки довжиною приблизно 500 мм, які вставляють

по одній в отвір для болтів колошникового фланця в місцях, розташованих близько нанесених міток осей на фланці.

Встановивши чашу на місце, перевіряють співпадання її центру з центром колошникового фланцю. Відхилення не більше 4 мм.

Так само піднімають і встановлюють газовий засув, під час цього задалегідь укладають азбестові прокладки і направляючі трубки. Відхилення від центру не більше 2 мм, під час цього враховується його напрям, який буде враховано під час установки ВРЖ.

Стик фланців засуву і колошникового кільця тягнуть, послідовно затягуючи кожен гайку стяжних болтів. Відхилення 0,1 мм на 1 метр діаметра фланцю. При установці і закріпленні газового засуву переходять до монтажу розподільника шихти. Піднявши розподільник, його встановлюють на вивірених фланцях газового засуву і закріплюють кількома болтами. Штанги після складання знизу піднімають разом, що в значній мірі знижує можливість їх деформації під час підйому. Положення розподільника шихти вивіряють при центруванні завантажувального пристрою.

Конуси повинні бути встановлені чітко концентрично по відношенню до чаш. Відхилення не більш 1,5 мм. В момент закриття конуси повинні видавати чіткий єдиний звук. Конуси повинні відкриватися на величину задану проектом. Перенесення штанг змінюють за допомогою гайок підвісок конусів [5].

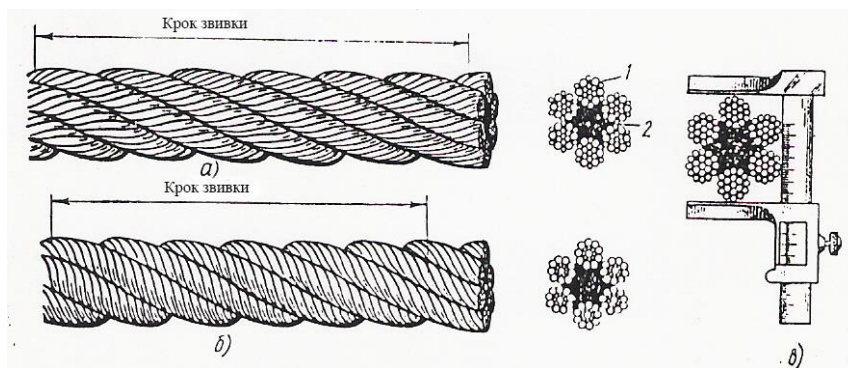
Обладнання завантажувального пристрою найчастіше монтують великими блоками, повністю зібраними знизу. Нижній блок, наприклад, складається з: великого конусу, чаші, газового засуву. Після збірки, підйому і встановлення в проектне положення на нього заводять і встановлюють інші і т.д.

### 3.2.3 Такелажні пристосування що використовуються під час монтажу ТЗП і їх розрахунок

Монтаж технологічного устаткування ТЗП супроводжується такелажними роботами, до яких відносяться навантаження, вивантаження і переміщення вантажів за допомогою вантажопідійомних машин, пристосувань і пристроїв.

До такелажних засобів і пристосувань відносять сталеві і пенькові канати, ланцюги, стропи, траверси, захвати, блоки й поліспасти, талі, лебідки, домкрати.

Під час монтажних робіт в якості такелажу найбільшого поширення набули сталеві канати (рис. 3.5.).



а) - перехресного плетіння,

б) - односторонньої звивки,

в) - вимірювання діаметру канату;

1 - пасмо канату, 2 - сердечник.

Рисунок 3.5 Сталеві канати

Сталеві канати (ДСТ 3241 - 80) використовують в механізмах, поліспадах, різних монтажних пристосуваннях, а також для виготовлення стропів.

Найбільше допустиме зусилля в канаті визначають за відповідним виразом:  
 $S = P/k,$

де  $P$  – розривне зусилля канату, гарантоване паспортом (або взятє за ГОСТом для даного типу канату);

$k$  – коефіцієнт запасу міцності, який приймається в залежності від умов роботи канату.

Отже, для канату при роботі механізму з машинним приводом коефіцієнт запасу міцності складе в легкому режимі роботи 5, при важкому - 6, при роботі механізму з ручним приводом - 4.

Під час монтажу обладнання ТЗП використовують сталевий канат типу ТК діаметром 39 мм, покладений на барабан електричної лебідки в легкому режимі роботи і тимчасовому опорі розриву дротів канату  $1700 \text{ Н/мм}^2$ .

Відповідно до ГОСТ 3071 – 74 знаходимо, що для канату діаметром 39 мм під час тимчасового опорі розриву дротів канату  $1700 \text{ Н/мм}^2$  розрахункове розривне зусилля складатиме  $510466,7 \text{ Н}$ .

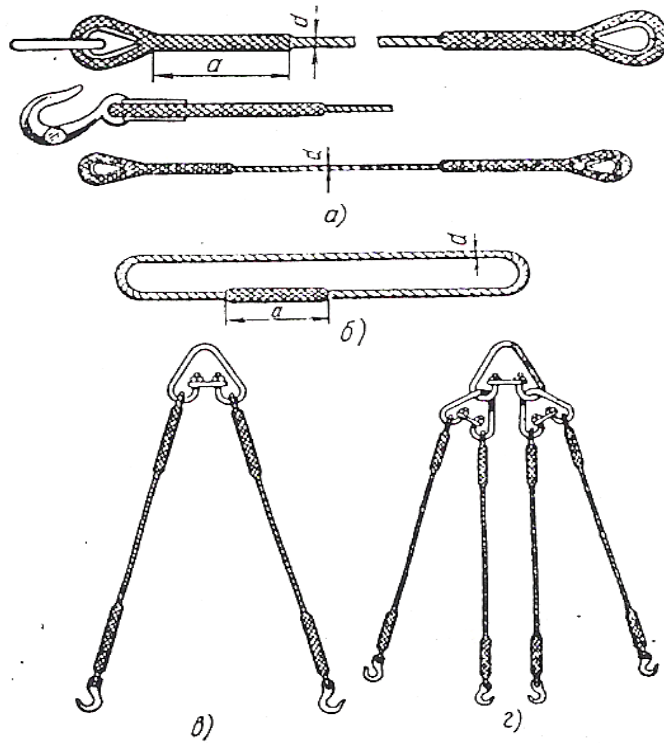
За нормами Держміськтехнагляду, коефіцієнт запасу міцності для заданих умов роботи лебідки дорівнює 5. Підставивши в формулу наші дані, отримаємо  $S = 510466,7/5 = 102093,3 \text{ Н}$ .

Так ми визначили, що на канат припадає навантаження  $102093,3 \text{ Н}$  або що за допомогою цього канату можна підняти вантаж масою не більше  $10209,3 \text{ кг}$ . Це цілком допустимо, оскільки максимальна маса вантажу, що піднімається при встановленні ТТЗП (великий конус) становить  $24400 \text{ кг}$ .

При виконанні такелажних робіт, особливо при підйомі вантажів, досить важливою і відповідальною операцією є стропівка (ув'язка вузлів устаткування гнучкими підвісками).

Стропами (рис. 3.6.) називають відрізки канатів або ланцюгів, з'єднані в кільця або обладнані спеціальними підвісними пристроями, що забезпечують швидке, зручне та безпечне закріплення вантажу. Число гілок стропу, на яких підвішують вантаж, обирають в залежності від маси вантажу і діаметру канату





а – спрощений, б – універсальний, в – двогілковий, г – чотиригілковий

Рисунок 3.6 – Стропи

Вантаж  $Q$  (рис.3.7.) підвішують до гаку вантажопідіймального механізму за допомогою гілок стропового канату або ланцюга під кутом  $\alpha$  до вертикалі.

Гілки стропу розташовують під кутом не менше  $30^\circ$  до горизонту, щоб в стропі не виникали великі зусилля.

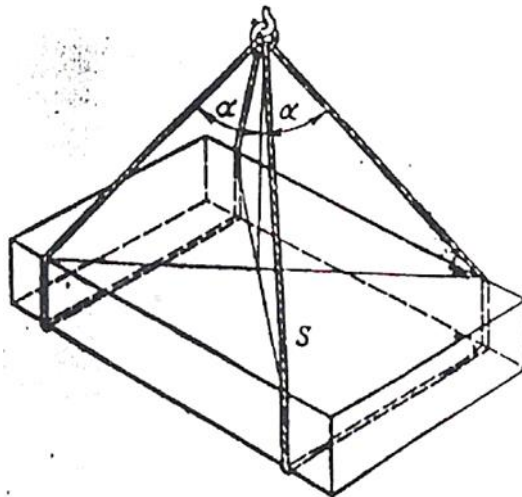


Рисунок 3.7 Схема стропівки вантажів

Максимальний натяг  $S$ , Н, в гілки стропу визначають за формулою

$$S = (Q/m \cos \alpha) K_n,$$

де  $Q$  – вага вантажу;  $m$  – кількість гілок;  $\alpha$  – кут нахилу гілок по відношенню до вертикалі;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірного навантаження на гілки стропу. Якщо вантаж підвішено на дві гілки, то  $K_n = 1$ . У тому разі, якщо гілок більше двох  $K_n = 1,3 - 1,4$ ; для стійкої рівноваги вантажу кут  $\alpha$  не повинен перевищувати  $60^\circ$ . Під час монтажу великого конусу ТЗП  $Q = 244000$  Н;  $m = 4$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $K_n = 1,3$ . Підставивши ці дані у формулу, отримуємо

$$S = (244000/4 * \cos 30^\circ) * 1,3 = 91570,4 \text{ Н}$$

Під час монтажу ТЗП важке обладнання спочатку підіймають на 100-200 мм так, щоб всі нитки стропу відчували приблизно однакове навантаження. Нитки стропу при роботі не повинні перехрещуватися.

### 3.2.2 Експлуатація модернізованого ТЗП

Проектом передбачається модернізація ТЗП. Модернізований пристрій завантаження виконується за осьовим технологічним отвором у великому конусі, призначеному для завантаження шихтових матеріалів в центральну зону колошника.

Завантажувальний пристрій з осьовим технологічним отвором призначений для експлуатації в доменній печі № 2 металургійного комбінату "Запоріжсталь". Доменна піч № 2 має корисний об'єм 1513 м<sup>3</sup>, обладнана типовим ТЗП і гідроприводом маневрування середнім конусом. Верхній малий конус і великий конус керуються балансирним приводом від лебідки управління конусами і не відрізняються від типових.

Експлуатація модернізованого ТЗП відрізняється від експлуатації типового тоді, коли в доменній печі необхідно ввести в центральну зону колошника шихтові матеріали, зокрема кокс і інші промивні шихти. В цьому випадку ТЗП працює в одному з наступних режимів завантаження:

- пересипання частини коксу з четвертого скіпу при чотирискіповій подачі;
- пересипання до центру печі з п'ятого скіпу при п'ятискіповій подачі;
- змішане завантаження, під час якого до центру доменної печі пересипається частина четвертого скіпу коксу і періодично в циклі може подаватися п'ятий скіп коксу, який при цьому повністю пересипається в центр колошника.

Ці режими можливі тільки тоді, коли обсяг подачі більше корисного об'єму простору між нижнім конусом і чашею.

Всі перераховані режими завантаження необхідні для регулювання радіального газового потоку всередині печі.

Для виконання завантаження у різних режимах необхідна зміна роботи середнього конусу. Бо, якщо у звичайному режимі завантаження він опускається в повний хід – 900 мм за 6 секунд, потім йде витримка 1,5 секунди і виконується підйом за 8,2 секунди, то для завантаження в одному з трьох перерахованих режимів необхідно, щоб середній конус опускався в хід – 300 мм з витримкою 12 секунд.

Робота конусу у новому режимі не вимагає додаткових коштів управління, це означає, що експлуатація його зміниться тільки технологічно.

На експлуатацію ТЗП істотний вплив матиме модернізація великого конусу, в якому буде виконано осьовий технологічний отвір. Як було зазначено вище, осьовий технологічний отвір дає можливість роботи ТЗП в чотирьох режимах: трьох додаткових і одному основному. Але ця обставина, в свою чергу, призводить до переносу функції ущільнення газу з великим конусом на середній конус, що фактично є переходом від ТЗП до базового двоконусового завантажувального пристрою (ДЗП). З усіх питань експлуатації базового ДЗП на комбінаті та інших підприємствах чорної металургії вже є великий досвід. Так як в доменному цеху комбінату печей з  $V_{\text{п}} = 1513 \text{ м}^3 - 3$  одиниці, то є велика ремонтна база для пічного обладнання.

### 3.2.3 Організація ремонтних робіт модернізованого ТЗП

Комбінат "Запоріжсталь" має великий досвід ремонту ТЗП доменної печі. Ці ремонти виконуються цехами ремонту металургійного устаткування (ЦРМУ) № 1 і № 2 і організацією Дніпродомноремонт (ДДР), що спеціалізується безпосередньо на ремонті доменних печей та іншого обладнання доменних цехів.

Ремонт модернізованого ТЗП практично не відрізняється від ремонту базової моделі ТЗП, так як модернізація проекту не передбачає зміну конструкції основних вузлів ТЗП, зміни будть лише в конструкції верхньої частини великого конусу без істотних змін його основної конструкції.

Ремонт модернізованого ТЗП здійснюється під час капітального ремонту доменної печі III розряду. Фактично це не ремонт, а повна заміна засипного апарату на новий. Графік ремонту і послідовності операції наведено в рис. 3.8. Ремонт III розряду здійснюється один раз на рік, поточний ремонт – Т2 – раз у 6 місяців.

Для кожного виду ремонту і по кожному агрегату ремонтними службами цехів, спільно з ремонтними службами заводу розробляються робочі і технологічні графіки ремонтів. Робочий графік ремонту передбачає певну послідовність і тривалість операцій (комплексів операцій) ремонту, вказується кількість ділянок та випробувань.

Технологічний (післяопераційний) графік ремонту містить перелік операцій ремонту у тій послідовності, яка необхідна для раціонального робочого процесу. Потрібно дотримуватись умов паралельності виконання операцій.

Технологічний графік ремонту завантажувального пристрою доменної печі відображено у рис. 3.8.







Змащення набивки сальникового ущільнення воронки також централізоване. На рис. представлена карта змащення редуктора приводу розподільника шихти ТЗП, а у таблиці – перелік деталей, точок змащення і мастильних матеріалів для циліндричного редуктора приводу розподільника шихти ТЗП.

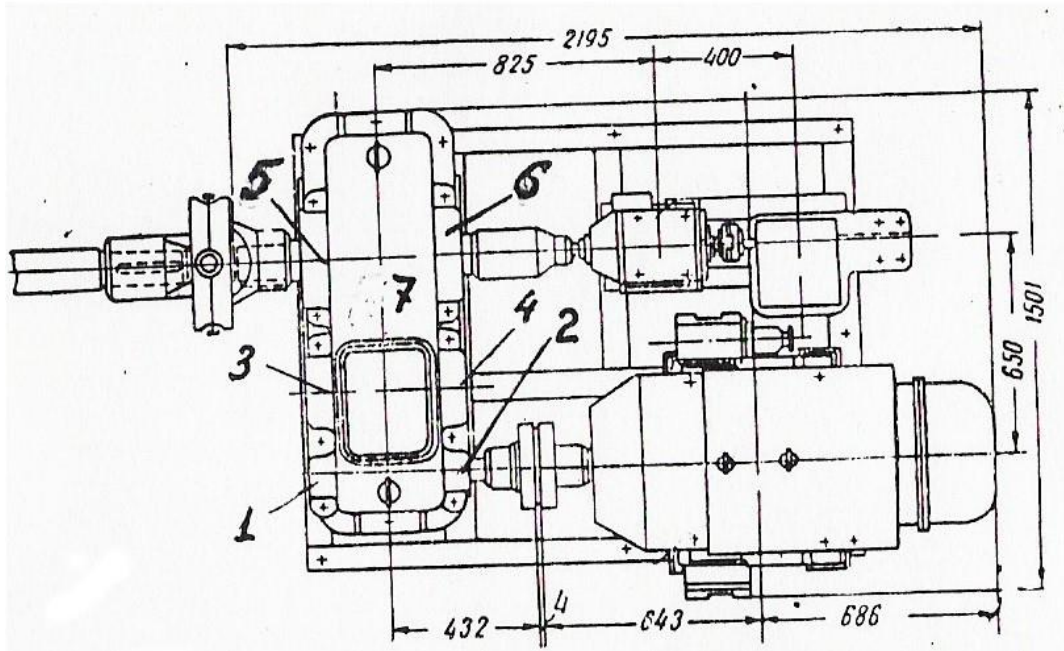


Рисунок 3.9 Карта змащення циліндричного редуктора приводу розподільника шихти, що обертається

Таблиця 3.2 Перелік змащуваних деталей, точок мастила та мастильних матеріалів для циліндричного редуктора приводу розподільника шихти ТЗУ згідно з картою мастила (рис 3.9).

№поз. на рис	Змащувані деталі	Число точок мастила	Вид мастила	Мастильний матеріал	Періодичність заміни, година	Картер	
						Місткість, кг	Строк служби, доба
	Редуктор						
1,2	Підшипники вхідного валу	2	Індивідуальна густа заставна	УС-1 ГОСТ 1033-83	1000-1200		
3,4	Підшипники проміжного валу	2	Індивідуальна густа заставна	УС-1 ГОСТ 1033-83	1000-1200		
5,6	Підшипники вихідного валу	2	Індивідуальна густа заставна	УС-1 ГОСТ 1033-83	1000-1200		
7	Картер шестерен	4	Рідка заливна	Індустріальне 50	Доливають масло 1 раз в 10 суток	80	60



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

### 4.1 Заходи з охорони праці при капітальному ремонті розподільника шихти

Для проведення капітального ремонту розподільника шихти необхідно виконувати наступні обов'язкові заходи:

1. оформити наряд - допуск на право виконання ремонту та відповідальний за ремонт повинен отримати бірку.
2. обладнання від'єднати від електропостачання.
3. надати вказівки ремонтним бригадам про безпечне виконання ремонтних робіт.
4. організувати місця для проведення ремонтних робіт з метою уникнення травматизму.

Ремонтний майданчик огородити від діючої частини цеху та встановити попереджувальні таблички з надписом.

На ремонтному майданчику забезпечити порядок та чистоту: захащеність робочого місця може призвести до травмування ремонтного персоналу; обмежити ходіння ремонтників по діючій частині цеху та не допускати їх перебування там без необхідності; не дозволяти робочим ходити біля шляхів, на яких рухається транспорт. Організувати шлях руху робочих так, щоб він був небезпечним.

Робочий інструмент підлягає постійному нагляду. Несправний інструмент замінити справним.

Деталі та вузли обладнання, які необхідні для проведення ремонту розташувати на ремонтному майданчику з урахуванням послідовності їх застосування.

Не слід піддавати деталі та вузли ремонту чи ревізії, якщо вони підвішені.

Застосовувати зубила та кувалди не рекомендується, це може спричинити травмування. Користуватися ключами з подовженою рукояткою. Не слід знімати деталі, які насаджені з натягом, сильними ударами

молотка

або кувалди, для цього слід застосовувати спеціальні з'ємники.

Працювати тільки справним інструментом. Рукоятки молотків, кувалд та інших інструментів повинні бути виготовлені з деревини, гладко обробленими та надійно насадженими.

Інструмент для рубки металу повинен бути високостійким, не мати пошкоджень. Поверхня потиличної частини бути гладкою, довжина рукоятки бути не менше ніж 100 мм.

Ключі повинні мати отвори правильної форми, відповідні розмірам гайки. Не дозволяється користуватися ключами великого розміру. Подовжені рукоятки повинні надійно з'єднуватися з ключами.

Працювати ручним інструментом для рубки металу необхідно в захисних окулярах, робочих які знаходяться поблизу рубщиків потрібно відокремити захисними екранами.

Пневматичний інструмент повинен бути справний та перевірений. Виправлення та регулювання цього інструменту під час роботи забороняється. Перед підключенням інструменту, шланги продути.

Капітальний ремонт проводити за проектом організації робіт, який в проекті розроблений.

Перед тим як розпочати випробовування розподільника шихти переконатися що відсутні сторонні предмети, та що початок роботи не загрожуватиме життю працюючого. Перебування сторонніх в цьому районі заборонено. Звільнити всі шляхи від сторонніх предметів. Випробовувати розподільник шихти повинні механіки та електрики. Дільниця на якій випробовують розподільник шихти оголошують забороненою зоною. Керівник випробовування зобов'язан забезпечити охорону цієї дільниці.

На місці виконання вогневих робіт забороняється паління. Для цього необхідно встановити спеціальний знак «палити заборонено». Палити дозволено тільки в спеціально відведених місцях, обладнаних ємкістю з водою.

До початку вогневих робіт керівник ремонту разом з пожежною охороною комбіната проводять інструктаж. Прізвища виконавців вогневих робіт повинно записати в спеціальному журналі інструктажів. Робітники, які не прослухали протипожежний інструктаж, до ведення вогневих робіт не допускаються.

Виконавці вогневих робіт повинні:

- мати кваліфікаційне посвідчення і посвідчення про проходження навчання і перевірки знань з пожежно-технічного мінімуму;
- отримати інструктаж з безпечного ведення робіт на вказаному об'єкті і розписатися в наряді-допуску на виконання робіт;
- приступити до виконання вогневих робіт тільки після дозволу відповідального за пожежну безпеку на місці ведення вогневих робіт;
- виконувати тільки ту роботу, яка вказана в наряді-допуску на виконання тимчасових робіт;
- вміти користуватися засобами пожежотушіння. В випадку виникнення пожежі терміново прийняти міри по ліквідації загоряння;
- після закінчення вогневих робіт ретельно оглянути місце, усунути можливі причини пожежі.

Забезпечити правильне зберігання, видавання і перенесення легкозаймистих матеріалів, які використовуються для мийки ремонтованих деталей. Розлите мастило негайно засипати піском і прибрати. Використаний обтиральний матеріал необхідно складати в спеціально приготовлений металевий ящик з щільною кришкою. В кінці зміни необхідно звільнити ящик, так як тривале зберігання обтирального матеріалу може викликати самозаймистість.

Кожен працюючий на ремонтному майданчику повинні постійно слідкувати за виконанням робіт безпечним методом, що знижує випадки травматизму.

4.2 Заходи з протипожежної техніки безпеки при проведенні капітального ремонту розподільника шихти.

Досвід показує, що при проведенні капітального ремонту пожежі виникають внаслідок наступних причин:

- неправильне ведення ремонту електрообладнання
- неправильного ведення робіт при капітальному ремонті розподільника шихти
- самозагоряння
- порушення вимог пожежної безпеки (необережне поводження з вогнем, застосування відкритого вогню для освітлення).

У відповідності з нормами оснастки засобами пожежогасіння, доменний цех забезпечено наступними засобами пожежогасіння:

1. вогнегасники ОП-Б - 9 шт
2. Ящики з шском 0,5 м<sup>3</sup> - 9 шт
3. Лопати пожежні коло кожного ящику - 18 шт.

З середини будівлі встановлений пожежний кран на висоті 1,35 м від рівня полу. Біля кранів розташовані ящики з пожежними рукавами та стволами. Для доступу на дах будівлі обладнано металевою драбиною шириною 0,6 м.

#### 4.3 Заходи з промислової санітарії при капітальному ремонті розподільника шихти

Промислова санітарія - це система організаційних, гігієнічних та санітарно - технічних заходів та засобів, які запобігають їх дії на працюючих шкідливих виробничих факторів.

Важливу роль в цеху мають вентилятори, зволоження повітря. В цеху повинна працювати штучна та природня вентиляція. Вентиляція допомагає запобігти розповсюдженню шкідливих факторів по приміщенню.

Найбільш розповсюдженими пристроями для очищення повітря від пилу, особливо при великій її початковій концентрації є пилеуловлювачі або циклони.

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне освітлення, так як недостатнє освітлення може призвести до травматизму. Освітлення повинно бути рівномірним, без створення ярих контрастів та тіні.

Для подавання питної води обладнують спеціальні фонтанчики з насадками. Температура води повинна бути сирою, але очищеною і безпечною для вживання, або остудженою кип'яченою. Робочі місця необхідно обладнати пунктами свіже завареного чаю, автоматами газової води.

В літній період необхідно забезпечити квасом з біодобавками, які сприяють регулюванню питного режиму.

Гардеробні призначені для зберігання чистого і робочого одягу. Умивальні необхідно розташовувати в окремих приміщеннях, суміжних з гардеробними або в приміщенні гардеробних. Душеві необхідно розташовувати в суміжних з гардеробними приміщеннях. Убиральні необхідно розташовувати на відстані до 100 метрів від найбільше віддалених робочих місць. Устаткування і обладнання убиральних регламентовано санітарними нормами.

Для працівників необхідно створити умови для приймання їжі. Поряд із виробничим цехом повинні бути розташовані їдальні, буфети, обладнання яких відповідає санітарним нормам і правилам.

#### 4.4 Заходи з охорони навколишнього середовища

Найбільш ефективною формою захисту навколишнього середовища є безвідходна технологія. Під цією назвою слід розуміти комплекс заходів в технологічних процесах від обробки сировини до використання готової

продукції, в результаті чого скорочується кількість викидів шкідливих речовин та зменшується дія відходів на навколишнє середовище. До цього комплексу заходів входять: створення та впровадження нових процесів отримання продукції з утворенням найменшої кількості відходів, розроблення різних типів безстічних технологічних систем та водозворотніх циклів із застосуванням методів очищення стокових вод, розроблення систем переробки відходів виробництва на другорядні матеріальні ресурси.

До всебічного впровадження безвідходної технології важливим напрямком екологізації промислового виробництва слід вважати: удосконалення технологічних процесів та розроблення обладнання з найменшим числом викидів відходів до навколишнього середовища.

Підприємство для зменшення дії на навколишнє середовище повинно проводити: очищення стокових вод від домішок, розсіювання шкідливих викидів до повітря, очищення газових викидів від шкідливих домішок, зниження рівня інфразвуку, ультразвуку та вібрації на шляху їх розповсюдження, захоронення токсичних та радіоактивних відходів.

Для захисту атмосфери від викидів на підприємствах широко використовують пилеуловлюючі пристрої, до яких відносяться циклони та електрофільтри

## ВИСНОВКИ

Ознайомлення з технологією виготовлення чавуну та устаткуванням доменного цеху ПАТ «Запоріжсталь» показало, що одним з основних «вузьких» місць ділянки є незадовільна робота завантажувального пристрою.

На підставі наведеного огляду й аналізу технічної літератури встановлено, що для завантаження шихтових матеріалів у світовій практиці використовуються різні конструкції завантажувальних пристроїв (безконусні, дво- та триконусні), які мають ті ж самі недоліки, що й ТЗП доменного цеху ПАТ «Запоріжсталь».

В ході виконання кваліфікаційної роботи виконано розрахунок потужності та обрано електродвигун насоса гідроприводу маневрування середнім конусом

Виконані розрахунки вказують на високу працездатність і надійність машини.

Для покращення умов роботи доменних печей (розподілу матеріалів на конусі у конструкції триконусного завантажувального пристрою) у цій бакалаврській роботі пропонується виконати отвір у центрі середнього конуса. Це дозволить скоротити витрати коксу на виробництво чавуну на 0,005 т/т. (відповідно до досвіду роботи аналогічних завантажувальних пристроїв).

Результати роботи можуть бути використані не тільки в доменному цеху ПАТ «Запоріжсталь», але й на інших підприємствах чорної й кольорової металургії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Харлашин П. С. Металургія (проблеми, теорія, технологія, якість) : Підручник. Донецьк : Норд Комп'ютер, 2004. 723 с.
2. Смирнов В. О., Білецький В. С. Фізичні та хімічні основи виробництва. : навч. посіб. Донецьк : Сх. вид. дім, 2005. 148 с.
3. Селівьорстова Т.В., Селегей А.М. Методика визначення фактичного рудного навантаження доменної печі з допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. *System technologies*. 2021. Т. 6, № 131. С. 175–185.
4. Седуш В. Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин. 4-те вид. Донецьк : Юго – Восток, Лтд, 2008. 379 с.
5. Жук А. Я. Теорія та практика приводів. Навчальний посібник у 3-х книгах. Кн.1 Електромеханічний привід / А. Я. Жук, Н. К. Желябіна. – Запоріжжя: ІННІ, 2001. 380 с.
6. Жук А.Я., Желябіна Н.К. Методичні вказівки: Єдині правила виконання конструкторської документації у ВНЗ – Запоріжжя: Видавництво ІННІ, 2001. – 123 с.
7. Завантаження шихтових матеріалів у доменну піч та їх розподіл на колошнику. Рух матеріалів і газів у доменній печі. *Studfile*. URL: <https://studfile.net/preview/8853377/page:2/>
8. Сабірзянов Т. Г. Печі ливарних цехів : навч. посіб. Кіровоград : КНТУ, 2007. 280 с.
9. Міранцов С.Л., Тулупов В.І. Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні: метод. вказівки. : Метод. рек. Краматорськ : ДДМА, 2016. 35 с.
10. Крячко Г. Ю. Теорія і технологія доменного процесу : Метод. рек. Кам'янське : ДДТУ, 2014. 60 с.



- 11.Хітров І.О., Гавриш В.С. Ремонт машин та обладнання : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2012. 184 с.
- 12.Канарчук В.Є., Полянський П.К., Дмитрієв М.М. Надійність машин : підручник. Либідь, 2003. 424 с.
- 13.Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2004) : Наказ М-ва України з питань надзвича. ситуацій від 19.10.2004 р. № 126 : станом на 10 квіт. 2015 р.  
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1410-04#Text>
- 14.Брусов А.Л. Розвиток теорії і технології розподілу шихти на колошнику доменної печі лотковим завантажувальним пристроєм : Автореферат. Донецьк, 2014. 24 с.
- 15.Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання: підручник / ред.: О. Науменка, О. Сідашенко. Агроосвіта, 2014. 665 с.
- 16.Жук А. Я. Обладнання для виробництва металів та сплавів. Методичні вказівки до виконання курсового проекту. / А. Я. Жук, К. В. Таратута, О. М. Гречаний. – Запоріжжя: ІННІ, 2016. – 67 с.

## СПИСОК ВИКОНАНИХ КРЕСЛЕНЬ

№ п/п	Найменування	Кільк. листів	Формат
1	Трьохконусний завантажувальний пристрій доменної печі	1	A1
2	Малий конус зі штангою	1	A1
3	Розподільник шихти	2	A1
4	Деталювання	1 6	A1 A4