

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Обладнання та технологія зварювального виробництва

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

магістр _____

(ступінь вищої освіти)

на тему Розробка технологічного процесу відновлення контактних кілець
малого конусу доменої печі

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи

ІФ-311м

Спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма Технології та устаткування
зварювання

Авдеева Т.В

(прізвище та ініціали)

Керівник Капустян О.Є

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет Інженерно-фізичний

Кафедра Обладнання та технологія зварювального виробництва

Ступінь вищої освіти _____ магістр _____

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма _____ Технології та устаткування зварювання

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТЗВ

проф. Нетребко В.В

« _____ » _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТА(КИ)

Авдєєва Тетяна Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Розробка технологічного процесу відновлення контактних кілець малого конусу доменної печі

керівник проєкту _____ Капустян Олексій Євгенович, канд. техн. наук, доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» грудня 2022 р. №414 _____

2. Строк подання студентом проєкту 21.12.2022

3. Вихідні дані до проєкту _____ Базова технологія відновлення контактних кілець малого конусу доменної печі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз умов експлуатації деталі; 2. Вибір та обґрунтування способів і матеріалів для наплавлення малих конусів ; 3. Розробка технологічного процесу зміцнення контактної кільця малого конуса





контактного кільця малого конуса; 4. Розрахунок і проектування стандартної складально-зварювального обладнання складально-зварювального обладнання

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1. Кільце контактне; 2. Контактний пояс малого конуса; 3. Термічна піч; 4. Засипний апарат доменної печі; 5. Малий конус зі штангою у зборі складальне креслення; 6. Контактний пояс малого конуса; 7. План ділянки.

6. Консультанти розділів проекту

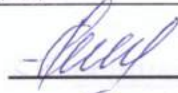
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
Інженерно –технічна частина (I-IV розд.)	Капустян _О.Є, канд. техн. наук, доцент		
Охорона праці (V розд.)	Нестеров О.В. зав.кафедри ОПНС		

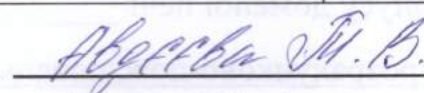
7. Дата видачі завдання « 10 » вересня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

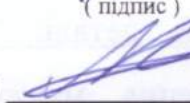
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.	Вступ	25.09.2022	
2.	Аналіз умов експлуатації деталі	10.10.2022	
3.	Вибір та обґрунтування способів і матеріалів для наплавлення малих конусів	15.10.2022	
4.	Конструкторська частина	25.10.2022	
5.	Розрахункова частина	01.11.2022	
6.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	14.11.2022	
7.	Висновки	20.11.2022	
8.	Перелік джерел посилань	01.12.2022	
9.	Креслення та додатки	11.12.2022	

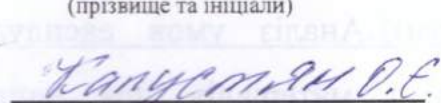
Студент(ка)


(підпис)


(прізвище та ініціали)

Керівник проекту


(підпис)


(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра на тему: " Розробка технологічного процесу відновлення контактних кілець малого конусу доменної печі с проектуванням ділянки " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 93 аркуші формату А4 і графічної частини об'ємом 8 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається 5 розділів. Для висвітлення питань, які розглядаються у дипломній роботі магістра, розрахунково-пояснювальна записка містить 5 розділів, 23 рисунки, 15 таблиці, 2 графік .

При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 18 літературних посилань.

У даній роботі вирішено завдання підвищення технологічної ефективності відновлення контактних кілець малого конусу доменної печі шляхом зміцнення контактної поверхні малого конуса, за рахунок вдосконаленої технології пічного наплавлення з використанням форми багаторазового використання – кокіля.

Об'єкт дослідження - малий конус доменної печі, який зазнає інтенсивного абразивного та газоабразивного зношування в процесі експлуатації.

Мета роботи - розробка технології зміцнення малого конуса доменної печі.

Метод дослідження - аналіз літературних даних. Проаналізовано види зношування малого конуса доменної печі під час експлуатації.

Розроблено технологічний процес зміцнення поверхні малого конуса доменної печі та показано, що пічне наплавлення є найоптимальнішим методом для зміцнення конуса доменної печі.

МАЛИЙ КОНУС, ДОМЕННА ПІЧ, ЗНОШУВАННЯ, КОЛОШНИКОВИЙ ГАЗ, ЗМІЦНЕННЯ, ПІЧНЕ НАПЛАВЛЕННЯ, РОЗПОДІЛЬНИК ШИХТИ, ДИСПЕРСІЙНО-ТВЕРДИЙ СПЛАВ.

ЗМІСТ

Завдання на проект	2
Реферат.....	5
Зміст.....	6
Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз умов експлуатації деталі	11
1.1 Конструкція розподільника шихти	11
1.2 Умови роботи розподільника шихти	14
1.3 Матеріал малого конуса	15
1.4 Вид зносу деталі	18
1.4.1 Абразивне зношування під дією матеріалів шихти.....	19
1.4.2 Газоабразивне зношування під дією запилених газів.....	20
2 Вибір та обґрунтування способів і матеріалів для наплавлення малих конусів	25
2.1 Аналіз відомих технологічних процесів відновлення конусів	25
2.1.1 Електродугове наплавлення контактної кільця	25
2.1.2 Індукційне наплавлення малого конуса.....	27
2.1.3 Електрошлакове наплавлення малого конуса.....	28
2.1.4 Пічне наплавлення з використанням кокіля	32
2.2 Вибір способу наплавлення	34
2.3 Вибір матеріалу для пічного наплавлення контактної кільця малого конуса.....	36
3 Розробка технологічного процесу зміцнення контактної кільця малого конуса контактної кільця малого конуса.....	45
3.1 Опис конструкції виробу.....	45
3.2 Попереднє механічне оброблення контактної кільця малого конуса	

контактного кільця	47
3.3 Кріплення оснащення на контактне кільце.....	48
3.4 Технологія пічного наплавлення контактного кільця.....	51
3.5 Механічна обробка малого конуса після наплавлення	55
3.6 Контроль якості.....	60
4 Конструкторська частина	62
4.1 Розрахунок і планування ділянки.....	62
4.2 Розрахунок і проектування стандартного складально-зварювального обладнання	
складально-зварювального обладнання	63
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	66
5.1 Аналіз потенційних небезпек	66
5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки	67
5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	71
5.4 Заходи з пожежної безпеки	74
5.5 Заходи з цивільної оборони.....	77
5.6 Висновки з розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях у надзвичайних ситуаціях".....	80
Висновок.....	82
Перелік посилань.....	83
Додаток А "Комплект документів на технологічний процес наплавлення малих конусів".....	87
Додаток Б "Малий конус зі штангою в зборі"	90
Додаток В "Контактне кільце в зборі з формою".....	92

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Si - кремній;

Mn - марганець;

S - сірка;

P - фосфор;

σ_b - межа короткочасної міцності, МПа;

$\sigma_{0.2}$ - межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації), МПа;

δ_5 - відносне подовження при розриві, %;

ψ - відносне звуження, %;

KCU - ударна в'язкість, кДж/м²;

T - Температура, за якої отримано дані властивості, [Град].

E - Модуль пружності першого роду, [МПа].

α - Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20° - T),
[1/Град]

λ - Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт/(м-град)]

ρ - Щільність матеріалу, [кг/м³]

C - Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20° - T), [Дж/(кг-град)]

HRC - твердість за Роквелом, од.

W_x - осьовий момент, м

M_{max} - максимальний крутний момент, Н*м;

σ - міцність на стиск, МПа

EA - абразивна зносостійкість, од

EГА - газоабразивна зносостійкість, од.

ВСТУП

Одним із найвідповідальніших вузлів механічного обладнання доменної печі є засипний пристрій. Багато доменних печей через вихід з ладу засипного апарату, що зазнає ударно-абразивного впливу шихтових матеріалів і газоабразивного зносу неочищеним колошниковим газом, доводиться передчасно зупиняти на ремонт. Заміна малого конуса із зупинкою печі на 2-3 доби спричиняє втрати 5000-10000 т чавуну і витрати від 60 до 100 тис. грн. (залежно від об'єму печі). Тому завдання підвищення зносостійкості розподільника шихти і вузлів завантажувального пристрою вважається одним із найважливіших [1].

Однією з важливих і дорогих деталей, що визначають надійність і міжремонтний термін служби доменних печей є малий конус засипного пристрою. Основною причиною низької стійкості засипних апаратів, що працюють за підвищеного тиску газів на колошнику, є газоабразивне зношування запиленним колошниковим газом, що протікає через нещільності контактної поверхні, і застосування у складі шихти окатишів.

У міру підвищення тиску газу під колошником зростають висунуті до розподільника шихти вимоги щодо забезпечення герметичності робочого простору печі. Одночасно різко погіршуються умови роботи елементів розподільників шихти і знижується їхня стійкість.

Ідея створення засипних пристроїв виникла у доменщиків у зв'язку з бажанням використовувати колошниковий газ, що відходить. Початкові конструкції їх були вельми недосконалі і являли собою кришку, що прикривала колошниковий отвір. Під час завантаження печі кришку відкривали, і газ ішов в атмосферу [1].

Щоб зменшити втрати газу, завантаження намагалися прискорити, але це призводило до нерівномірного розподілу шихти. Якщо раніше розподіл матеріалів можна було регулювати, подаючи збільшену порцію руди в те місце, де виділялася більша кількість газу, то в разі застосування засипного пристрою

таке регулювання виявилось неможливим: колосник, як правило, був закритий, внаслідок чого не можна було спостерігати за розподілом шихти.

Вдале поєднання газового затвора і засипного апарату було знайдено англійцем Паррі в 1850 р. Цей пристрій, геніальний за простотою і зручний в експлуатації, застосовується і понині. Він являє собою нерухому лійку і конус, що замикає її знизу. Згодом до цієї пари додали ще одну лійку і конус менших розмірів для кращої герметизації робочого простору печі і для більш рівномірного розподілу матеріалів на колошнику.

Необхідно зазначити, що абсолютна більшість доменних печей працюють за підвищеного тиску газу на колошнику. Підвищення тиску газу на кожні 9,8 кПа дає змогу збільшити продуктивність доменної печі на (1 - 1,5) %.

Однак, при цьому в результаті підвищення тиску газів на колошнику і швидкості руху абразивних частинок, підвищується й інтенсивність зношування конуса запиленним колошниковим газом, що стікає через нещільності контактної поверхні. У зв'язку з цим розроблення ефективних технологічних процесів зміцнення робочих поверхонь конусів є актуальним завданням.

У цій дипломній роботі розглянуто один із методів зміцнення контактних кілець малого конуса засипного пристрою доменної печі - пічне наплавлення композиційними сплавами [2].

1 АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛЕЙ

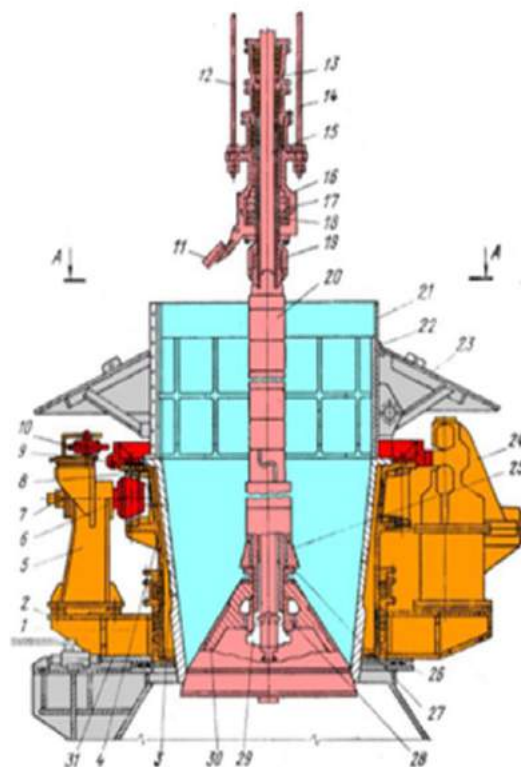
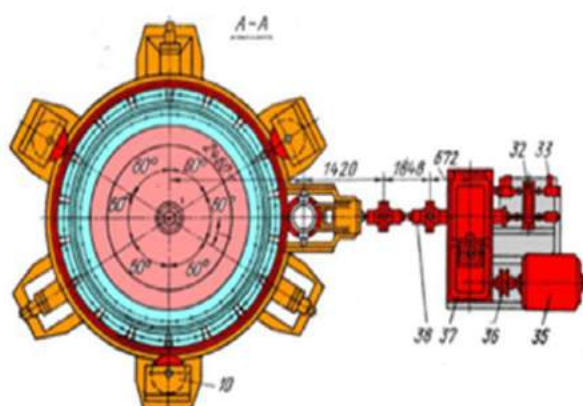
Обґрунтований вибір матеріалів для зміцнення і відновлення деталей, структурного стану і способу зміцнення можливий тільки на основі доволі повних знань про параметри умов роботи, характер і механізм зношування робочих поверхонь і вимоги, що висуваються до деталі.

1.1 Конструкція розподільника шихти

Малий конус і лійка отримали назву розподільника шихти, а весь комплекс механізмів, що включає приймальну лійку, розподільник шихти, засипний апарат, пристрій для маневрування конусами і зондові лебідки, назвали згодом засипним пристроєм. У поняття засипний апарат входять великий конус, конус жорсткості, воронка, штанга великого конуса, пазовий затвор і люки. Типовий розподільник шихти показаний на рисунку 1.1.

Розподільник складається з верхньої звареної обертової воронки 21, що обертається, яка з'єднана з корпусом 4 і воронкою малого конуса 3. У разі поганого затягування з'єднувальних болтів спостерігаються продуви по асбестовим прокладкам. Воронка малого конуса - лита або зварно-лита з вуглецевої або марганцовистої сталі. Воронка 21 всередині футерована захисними плитами 22. Іноді для збільшення зносостійкості воронку малого конуса всередині на висоту 500-1000 мм на-плавляють твердими сплавами. Корпус 4 має верхню і нижню знімні бігові доріжки 8, якими він може спиратися на три опорні і три контропорні ролики 6, які переміщуються під час регулювання зазору між поверхнею їхнього кочення і біговою доріжкою в результаті зміщення осі ролика гайками 7.

Корпуси 5 опорних роликів змонтовані на опорному кільці (павуку) 2 на 5 мм вище, ніж контр-опорні (між опорним кільцем і корпусом ролика знаходяться прокладки). Опорні та контр опорні ролики розташовані рівномірно по колу через один.



Загальний вигляд (а); вертикальний переріз (б); план (в)

Рисунок 1.1 - Схема типового розподільника шихти

Для запобігання зсуву воронки, що обертаються, під дією сил у зачепленні зубчастого вінця 9 із зубчастою шестернею кутового редуктора 24 є три ролики-центрувальники 10, змонтовані на корпусах опорних роликів. Для запобігання засміченню роликів під час просипання шихти є парасолька 23. Проміжок між корпусом 4, що обертається, і опорним кільцем 2 ущільнений: встановлено подвійний сальник 1. Грундбуksа нижнього сальника є корпусом верхнього сальника. Кожен сальник забезпечений незалежним підведенням мастила.

Малий конус 30, що виготовляється суцільнолитим або з двох порожнин (з роз'ємом по вертикалі), наплавляється, як і воронка малого конуса, твердими сплавами. Контактні поверхні конуса і воронки шліфують і підганяють одну до

іншої для забезпечення щільності. Щоб оберегти контактну поверхню конуса від стирання шихтою і збільшити зусилля, що розпирає лійку в горизонтальному напрямку, кут контакту збільшено до 62-63°; основна ж поверхня конуса виконана під кутом 51-55°. Малий конус закріплений на штанзі, виконаний із товстостінної суцільнотягнутої труби; для закріплення слугує нагвинчена і застопорена головка 28.

Для центрування взаємного положення штанг великого 15 і малого 25 конусів служить роз'ємна втулка 29, яку іноді оснащують бронзовим вкладишем. Для зручності виявлення місць продувів, а також для зручності заміни є фігурне кільце 27, приварене до малого конуса і штанги.

До верхньої частини штанги малого конуса, захищеної від стирання роз'ємними кільцями 20, кріпиться головка 19, яка через гайки 17 спирається на роликівий підп'ятник 18, поміщений в роз'ємний по вертикалі корпус. Корпус з'єднаний з обоймою 16, яка має траверсу, що служить для кріплення підвісок 12 і 13, які йдуть до балансира малого конуса. У верхній частині обойми встановлено триярусне сальникове ущільнення 14. Для запобігання скручуванню підвісок 12 і 13 під час заїдання підшипника встановлено протискручувальний пристрій 11, штанга якого проходить через отвір у приймальній лійці.

Корпус розподільника нижнім фланцем 31 спирається через ас-бестові прокладки на верхній фланець 26 газового затвора. Для центрування розподільника служать гідродомкрати, які встановлюють на кронштейни газового затвора.

Привід розподільника здійснюється від електродвигуна 35, який через муфту 36, циліндричний редуктор 37 і карданний вал 38 передає обертання спеціальному кутовому редуктору 24. Для поліпшення монтажу, обслуговування та умов роботи привід розподільника винесено вбік. Від силового редуктора через кінематичний редуктор 32 з передавальним числом, що дорівнює одиниці, двигун 35 пов'язаний із сельсинами 33 і командоапаратом 34.

Найбільш зношуваними ділянками в конструкції є: ділянка контакту малого конуса і лійки, сальникове ущільнення зазору між обертовими частинами і нерухомим корпусом, ущільнення зазорів між штангами, захисні кільця штанги [3].

1.2 Умови роботи розподільника шихти

Розподільник шихти сучасної доменної печі працює в дуже важких умовах, причому одними з перших виходять з ладу малий конус і засипний апарат. Відомо, що зносостійкість їх зменшується внаслідок впливу різних чинників, які можна звести в основному до двох видів ушкодження - зносу робочих поверхонь малого конуса з лійкою і великого конуса з чашею від дії матеріалів шихти, і зносу контактних сполучених поверхонь від дії запиленних колошникових газів. Крім того, термін служби деталей завантажувальних пристроїв під час роботи на підвищеному тиску газу залежить від конструктивного виконання, якості виготовлення і монтажу, кількості агломерату й окатишів у шихті, їхнього хімічного складу, а також умов роботи доменної печі. Довговічність роботи розподільника шихти впливає на тривалість роботи доменної печі, а також на її продуктивність. Тому для підвищення зносостійкості деталей розподільників шихти, які працюють в умовах високих і змінних температур, великих ударних навантажень і газо-абразивного впливу запиленних газів, їх виготовляють з легованих сталей або частіше з вуглецевих із застосуванням найефективніших способів зміцнення - поверхневого загартування, наплавлення робочих поверхонь різними зносостійкими сплавами.

Однією з найважливіших вимог, що висуваються до розподільника шихти, є його герметичність, що запобігає втратам доменного газу в атмосферу і перешкоджає засмоктуванню повітря при зниженні тиску в печі. Для досягнення герметичності необхідно насамперед забезпечити щільне сполучення оброблених (прошліфованих) контактних поверхонь лійки та

конуса, що значною мірою підвищує зносостійкість цих деталей, оскільки за відсутності достатньої щільності з'єднання заповнений газ, який проходить, чинить сильний абразивний вплив.

У районі контактної поверхні конуса з'являються дрібні ка-навки - продуви, які швидко збільшуються, і розподільник шихти стає негерметичним. У результаті доменну піч доводиться переводити на нижчий тиск.

Зупинку доменної печі для заміни розподільника шихти прийнято вважати ремонтом 3-го розряду. Тривалість такого ремонту за останні шість років знизилася на 25 % внаслідок удосконалення технології заміни розподільників шихти й укрупнення замінних вузлів [1].

На знос деталей розподільника шихти, крім того, сильно впливають чинники, пов'язані з веденням плавки, а саме: температура колошникового газу, рівність ходу доменної печі, вибухи в міжконусному просторі, потрапляння вологи на деталі розподільника шихти, надмірні динамічні впливи на чашу, вміст агломерату й окатишів у шихті, їхній хімічний склад і температура, зупинка печі зі зниженим рівнем засипних матеріалів та інші.

1.3 Матеріал малого конуса

Для підвищення зносостійкості деталей засипних апаратів, які працюють в умовах високих і змінних температур, великих ударних навантажень і газоабразивного впливу заповнених газів, ці деталі виготовляють з легованих сталей або частіше з вуглецевих із застосуванням найефективніших способів зміцнення - поверхневого загартування, наплавлення робочих поверхонь різними зносостійкими сплавами.

Контактне кільце і малий конус доменної печі виготовляється литтям зі сталі 35Л.

На деяких металургійних заводах для отримання щільного металу лійку малого конуса відливають з декількох секцій і потім зварюють. Для збільшення терміну служби по зносу товщину воронки доводять до 80 мм. Малий конус

виконують із потовщеною твірною поверхнею, яка створює "трамплін" для зсипання шихти, що зсипається через контактну поверхню[3].

-Ескіз малого конуса доменної печі показано на рисунку 1.2.

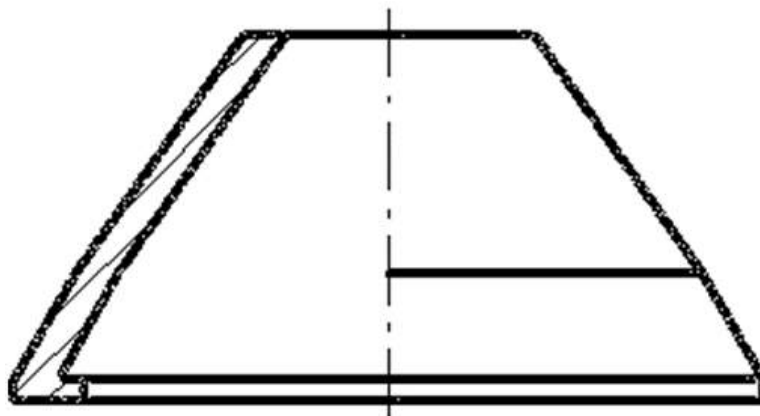


Рисунок 1.2 - Ескіз малого конуса доменної печі

Сталь марки 35Л – конструкційна вуглецева, застосовується при виробництві деталей невисокої міцності, які витримують невеликі напруги. Продукція зі сталі 35 повинна відповідати ДСТУ 7809.

Класифікація: Сталь конструкційна вуглецева якісна.

Хімічний склад і механічні властивості сталі 35Л наведено в таблицях 1.1 і 1.2 відповідно (ГОСТ 977-88) [4].

Види поставки матеріала 35Л	
В42 - Рейки. Накладки. Підкладки. Милиці	ДСТУ 7809 - Хрестовини залізничні типів Р75, Р65 та Р50. Технічні умови.
В82 - Виливки сталеві	ДСТУ 7809 Виливки сталеві.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад у % сталі 35

As	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
до 0.08	0.17-0.37	0.50-0.80	до 0.25	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.25

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 35 при T= 200

Сортамент	Розмір	σ_b	σ_T	δ	ψ	КСУ	Термообробка	Твердість
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-	НВ
Поковки	до 100	470	245	22	48	490	Нормалізація	217
Поковки	100 - 300	470	245	19	42	390	Нормалізація	217
Поковки	300 - 500	470	245	17	35	340	Нормалізація	217

Межу витривалості, технологічні та фізичні властивості сталі 35 наведено в таблицях 1.3, 1.4 і 1.5 відповідно (ДСТУ 8781:2018) [4].

Таблиця 1.3 - Межа витривалості сталі 35

σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	σ_b , МПа	Термообробка, стан сталі
265	-	570	Нормалізація 850 С.
245	147	-	Нормалізація 850-890 С. Відпуск 650-680 С.
402	-	710	Загартування 850 С. Відпуск 650 С.

Таблиця 1.4 - Технологічні властивості сталі 35

Зварюваність	обмежено зварювана
Флокеночутливість:	не чутлива
Схильність до відпускнуї крихкості:	не схильна.

Таблиця 1.5 - Фізичні властивості сталі 35

T	E 10 ⁻⁵	$\alpha 10^6$	γ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.06			7826		
100	1.97	12	49	7804	469	251
200	1.87	12.9	49	7771	490	321
300	1.56	13.6	47	7737	511	408
400	1.68	14.2	44	7700	532	511
500		14.6	41	7662	553	629
600		15	38	7623	578	759
700		15.2	35	7583	611	922
800		12.7	29	7600	708	1112
900		13.9	28	7549	699	1156

1.4 Вид зносу деталі

Очевидно, щоб обґрунтувати вибір способу відновлення необхідно знати процес зношування малого конуса.

Як правило малий конус зношується вдвічі швидше, ніж великий конус, хоча час впливу неочищеного колошникового газу на малий конус обмежується порівняно короткими періодами, температура його значно нижча навіть під час роботи на 100% гарячого агломерату, а його коливання вельми несуттєві.

Це пояснюється тим, що за однієї й тієї самої кількості матеріалів, що проходять через обидва конуси, поперечні розміри розподільника шихти значно менші, а умовна висота падіння матеріалів майже в півтора раза більша, ніж у засипному апараті. Менша площа контактної поверхні малого конуса порівняно з площею контактної поверхні великого конуса за однакової кількості шихтових матеріалів, що пропускаються через конуси, створює на одиницю контактної

поверхні малого конуса абразивне навантаження, що вдвічі перевищує аналогічний показник великого конуса.

У результаті абразивне спрацьовування контактної пояси малого конуса відбувається більш інтенсивно, що призводить і до більш швидкого утворення щілин, а отже, і продувів між контактними поясами малого конуса та його лійки[1].

Таким чином, головним чинником, що визначає знос деталей розподільника шихти, є абразивна дія матеріалів, що завантажуються в піч.

1.4.1 Абразивне зношування під дією матеріалів шихти

Абразивне спрацьовування - процес інтенсивного руйнування поверхонь деталей під час тертя ковзання, зумовлений наявністю абразивного середовища в зоні тертя, який виражається в місцевій пластичній деформації, мікроподряпуванні та мікрорізанні абразивними частинками поверхонь тертя.

Абразивне спрацьовування - один із найпоширеніших видів спрацьовування для деталей металургійного устаткування, що визначає термін їхньої експлуатації. Від дії шихтових матеріалів абразивного зносу зазнають деталі розподільника шихти. Найбільшому зносу піддаються малий конус із лійкою. Від їхнього терміну служби загалом залежить тривалість роботи розподільника шихти на печі. При всіх видах абразивного зношування на величину зносу тієї чи іншої деталі впливає кілька чинників, такі, як: температура, міцність абразивних частинок, розмір і форма їх, співвідношення твердості абразиву і деталі. Часто підвищення температури поверхонь, що труться, спричиняється не тільки теплом, що виділяється під час тертя, а й технологічними умовами роботи цих деталей: впливом потоків гарячого газу й повітря, гарячого агломерату й окатишів.

Як уже зазначалося вище, абразивні властивості шихти (руди, агломерату, окатишів, коксу) відрізняються одна від одної, тому і вплив їх на знос деталей розподільника шихти доменних печей різний. Дослідженнями

доведено, що максимальний абразивний вплив чинять окатиші, агломерат і кокс.

У разі збільшення вмісту в складі шихти агломерату, особливо окатишів, абразивний знос поверхні конусів і чаш у місцях падіння матеріалів значно збільшується.

Крім того, абразивне спрацювання залежить від кількості шихтових матеріалів, що завантажуються в доменну піч за період кампанії розподільника шихти, швидкості та траєкторії падіння шихти й опору зносу поверхні деталей. Цей вид зносу не залежить від тиску газу, деформації чаші або конуса та інших технологічних факторів [5].

1.4.2 Газоабразивне зношування під дією запилених газів

Газоабразивне спрацювання або ерозія являє собою процес руйнування поверхні матеріалу під дією дрібних частинок, які перебувають у підвішеному стані в струмені газу або рідини. Дрібні частинки абразиву, що мають гострі кути, із силою б'ються об поверхню металу, викликаючи знос. Одночасно поверхня металу руйнується внаслідок утворення мікротріщин, що виникають під дією внутрішніх і термічних напружень. Ерозія в початковий період на гладкій поверхні розвивається дуже повільно, але після появи уражених місць - струминного продуву - різко посилюється. Це можна пояснити підвищенням крихкості пошкодженого поверхневого шару у зв'язку з накопиченням макротріщин, розклинювальною дією запилених газів і посиленням ударної дії через велике вихроутворення біля поверхні. На процес газоабразивного зносу впливають й інші чинники - тиск запилених газів, хімічна активність газового струменя й абразивність зерен. У разі впливу потоку гарячих газів ерозійне руйнування значно прискорюється.

Цей вид зносу повністю відповідає зносу деталей поверхонь конусів і чаш, є найпоширенішим видом зносу і завжди є причиною виходу з ладу і передчасної заміни розподільників шихти. Наскрізнi продуви на чаші

з'являються в тих випадках, коли в районі контактних поверхонь малого конуса і чаші утворюються нещільності внаслідок деформації чаші, спричиненої нерівномірним нагріванням, неправильним взаємним розташуванням конуса щодо чаші в процесі експлуатації, а також налипання шихти на контактні поверхні. Неякісний монтаж розподільника шихти, наявність прихованих дефектів лиття і недотримання правил експлуатації, як показує практика, також завжди призводять до продування контактних поверхонь.

На рисунку 1.3 показано наскрізні продуви на чаші, що утворилися значно вище контактного пояса. Продуви утворилися після чотиримісячного терміну експлуатації чаші на доменній печі. Виникнення подібних дефектів практично не залежить від якості монтажу та умов експлуатації, оскільки під час процесу відливання в тілі чаші в цих місцях були приховані пухкості або скупчення пір, які перебували поблизу поверхні з внутрішньої сторони стінки, що і стало причиною продування. Під час експлуатації чаші верхній шар стінки зносився через абразивну дію шихтових матеріалів, а потім внаслідок абразивного впливу газового струменя. У результаті в чаші утворилися наскрізні отвори, газоабразивний потік, проходячи через ці отвори, наскрізь "прорізав" і тіло конуса. У всіх інших випадках, за винятком наявності прихованих ливарних дефектів у чашах, наскрізні та ненаскрізні продуви спочатку з'являються в конусах, і потім у чашах.

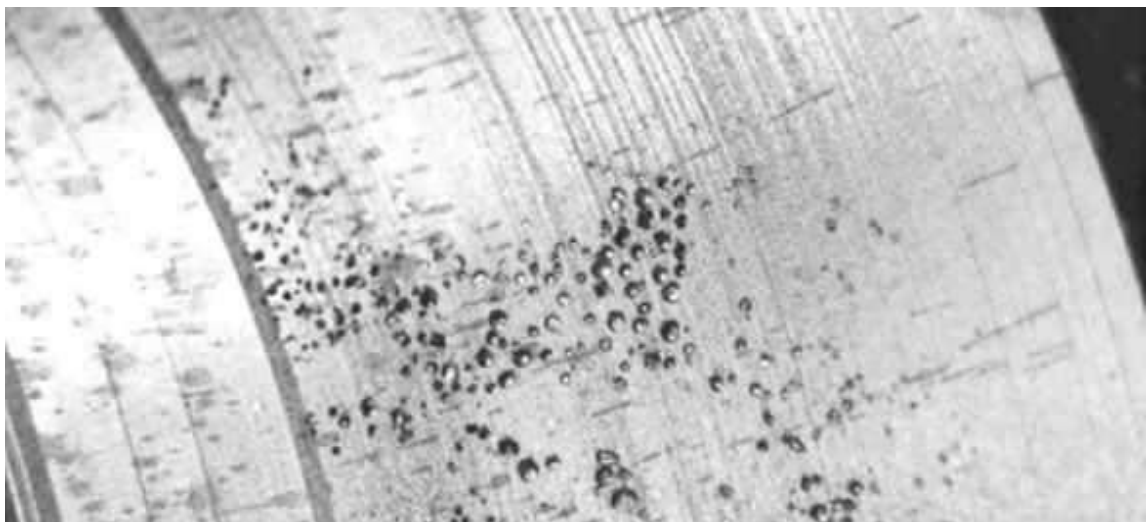


Рисунок 1.3 - Наскрізні продуви чаші малого конуса внаслідок дефекту лиття [2].

У разі перекосів малого конуса, крім появи щілин між конусом і чашею, виникають також місцеві концентрації напружень і пошкодження наплавленого шару внаслідок сильних ударів конуса об чашу.

Тому, крім забезпечення високої точності балансування конуса і центрування розподільника шихти під час його монтажу, необхідно не допускати подальшого порушення цих умов під час експлуатації. Особливу увагу слід звернути на забезпечення рівного ходу доменної печі, тому що нерівний хід може викликати розкочування малого конуса в процесі роботи.

На рисунку 1.4 показано зношування контактної поверхні малого конуса доменної печі в результаті наскрізних продувів.

Малий конус перебував в експлуатації на доменній печі протягом семи місяців. На печі виплавляють ванадієвий чавун.

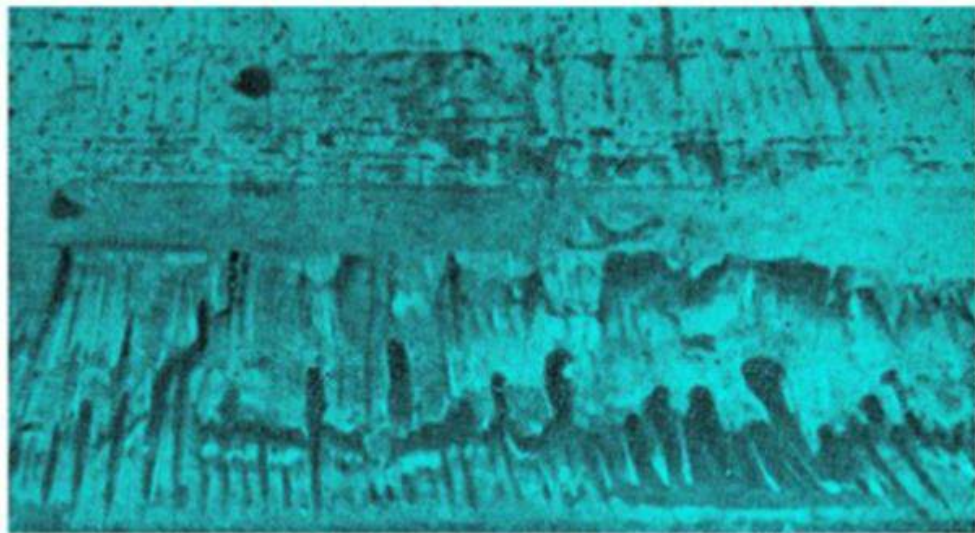


Рисунок 1.4 - Наскрізні продуви контактної поверхні малого конуса доменної печі [2]

Шихтою для виплавки цього чавуну служить агломерат і окатиші [2]

На рисунку 1.4 показано наскрізні продуви на конусі, розташовані в районі першого газовідводу. Продуви виходять вгору за контактну поверхню і досягають у висоту 400 мм, по колу вони зосереджені в одному місці на довжині 800 мм. Типовим прикладом газо абразивного зносу може слугувати зношений малий конус доменної печі, що також працює на шихті, показаний на

рисунку 1.5, перебував у експлуатації дев'ять місяців за підвищеного тиску газу. Наскрізний продув утворився в районі другого газовідводу. Ширина наскрізного продуву по колу досягає 200 мм, вгору по твірній конуса 400 мм, загальна висота продуву 700 мм. Практика показує, що контактні поверхні чаш малих конусів менше схильні до газоабразивного зносу запиленими газами. Знос, як правило, буває рівномірно розподіленим по всьому периметру контактної поверхні. Окремі місцеві зноси у вигляді продувів зазвичай з'являються там, де є продуви на конусах.



Рисунок 1.5 - Наскрізний продув контактного пояса на малому конусі доменної печі[2].

Знос контактної поверхні чаші малого конуса наведено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 - Зношена ділянка чаші малого конуса [2].

Розглянуті вище приклади газоабразивного і "щілинного" зносу деталей розподільника шихти дають досить чітке уявлення про знос, головним чином, з якісного боку.

Аналіз зношених деталей показав, що основним критерієм виходу з ладу розподільників шихти доменних печей є утворення на контактних поверхнях конусів і чаш продувів найрізноманітнішої конфігурації, протяжності та глибини.

Таким чином, для розв'язання поставленого в дипломному проєкті завдання необхідно вибрати матеріали, що володіють досить високою опірністю абразивному і газоабразивному зношуванню, а також "щілинному" зносу, вибрати способи та призначити режими наплавлення, які б забезпечували необхідну структуру та властивості наплавленого шару, і, крім того, за продуктивністю та технологічністю відповідали б особливостям конструкції деталі та вимогам масового виробництва[2].

2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ І МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ МАЛИХ КОНУСІВ

2.1 Аналіз відомих технологічних процесів наплавлення конусів

Аналіз літератури [1-3,5-8] показав, що наявні методи підвищення зносостійкості малого конуса вельми неефективні, тому що в одних випадках зміцнення недостатньо для роботи, в інших - вельми дорогі.

Розглянемо найбільш пріоритетні методи підвищення зносостійкості.

До них належать:

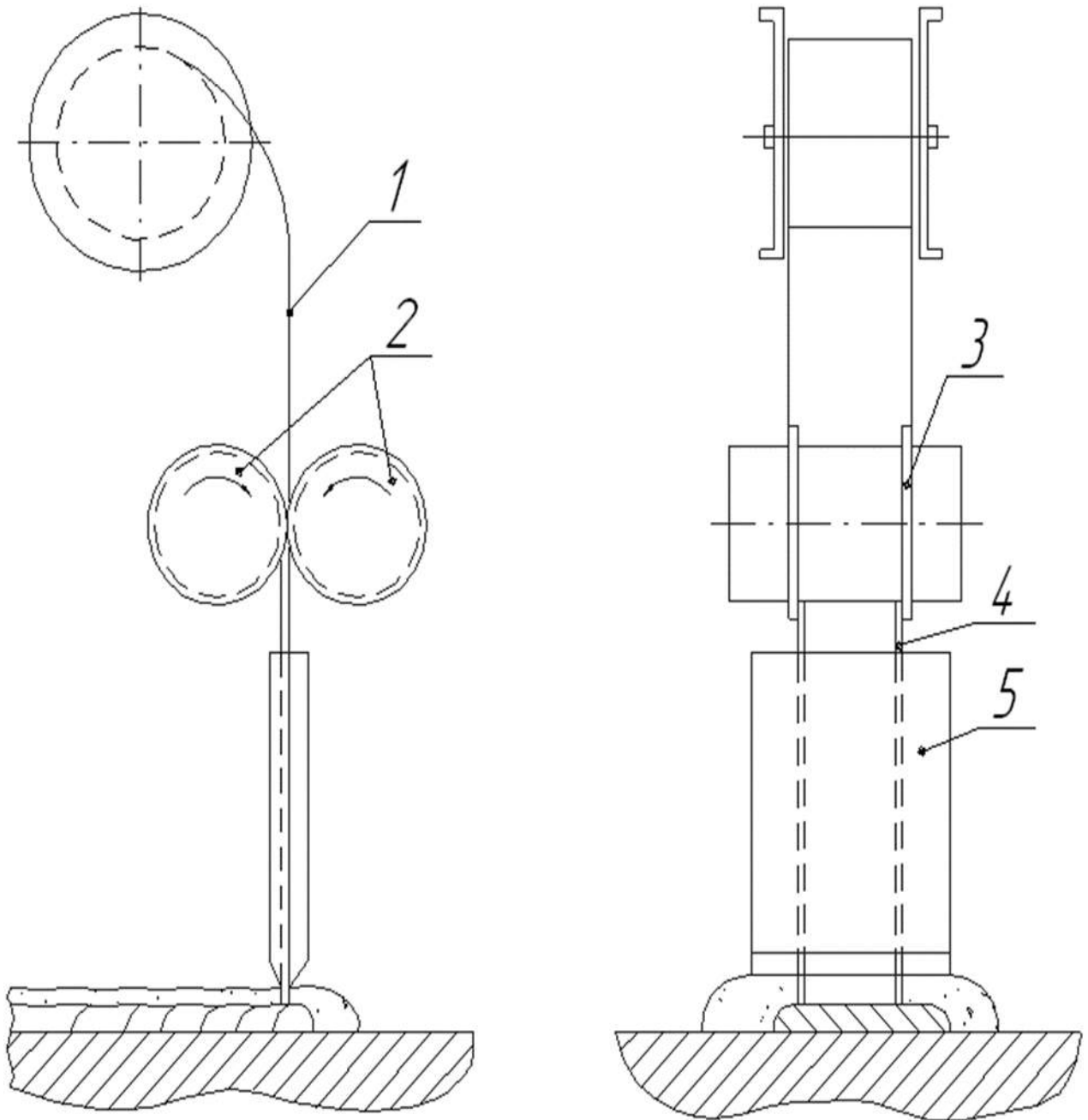
- електродугове наплавлення порошковою стрічкою
- індукційне наплавлення;
- електрошлакове наплавлення;

Також розглянемо вдосконалену технологію пічного наплавлення контактних кілець малого конуса з використанням кокіля.

2.1.1 Електродугове наплавлення контактного кільця

Електродугове наплавлення деталей засипних апаратів здійснюється переважно з використанням порошкової стрічки ПЛ-АН101. Важливою особливістю порошкової стрічки є можливість наплавлення без застосування флюсів або захисних газів.

Електродугове наплавлення здійснюються дуговим способом плавким металевим електродом. Електрична дуга горить між виробом і стрічкою, до яких підведений струм. При цьому розплавляються метал виробу і стрічка (Рисунок 2.1).



- 1 - електродна стрічка;
- 2 - подавальні ролики;
- 3 - згинальний профіль;
- 4 - кромки електродної стрічки;
- 5 - струмопідвід.

Рисунок 2.1 - Схема наплавлення профільованою електродною стрічкою [6].

Якість формування наплавленого шару, хімічний склад металу цього шару і його структура значною мірою залежать від режиму наплавлення. Необхідно завжди максимально підтримувати постійність цього режиму. [6].

Режим наплавлення має бути таким, щоб забезпечувалося гарне формування кожного наплавленого валика, максимальна продуктивність під час наплавлення, мінімальне проплавлення основного металу або раніше наплавленого шару і мінімальний припуск для механічної обробки. Основними факторами, що визначають режим наплавлення, є габарити стрічки, сила струму, напруга і швидкість переміщення дуги, виліт електрода, крок наплавлення і зміщення із zenіту.

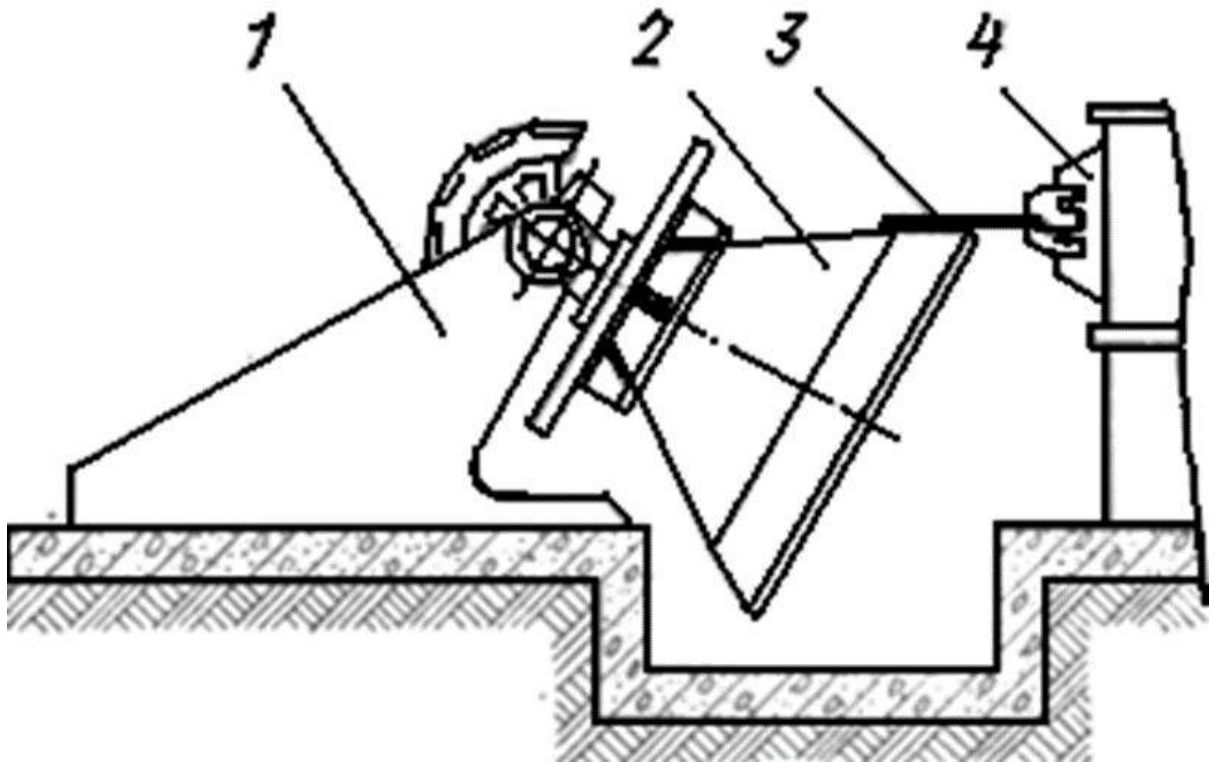
Процес наплавлення порошковою стрічкою триває сотні годин. Після наплавлення деталей піддають токарній і термічній обробці.

2.1.2 Індукційне наплавлення контактного кільця

Технологія індукційного наплавлення малих конусів показана на Рисунку 2.2. Для наплавлення застосовано високочастотну установку типу ЛЗ-206, що дає змогу здійснювати нагрівання деталі струмами з частотою 60-70 кГц. Як наплавлувальний матеріал застосовують композицію, що складається за об'ємом із зерен реліту (45%), гранульованого порошку ПГ ХН80СР4 (50%) і флюсу (5%). До складу флюсу входять борна кислота (50%), технічна бура (25%), силікокальцій (25%) [7].

До флюсу наведеного складу додають зварювальний флюс АН-348А (50%) для підвищення рідинної плинності та поліпшення відділення шлакової кірки. Маючи хороші змочувальні властивості, сплав ПГ ХН80СР4 розчиняє оксидні плівки на поверхні деталі, що наплавляється, і на зернах реліту, забезпечуючи отримання надійного паяного з'єднання елементів композиційного сплаву, а також останнього з основним металом.

Індукційне наплавлення неможливо застосовувати для відновлення деталей з нерівномірним зносом.



- 1 - маніпулятор;
- 2 - конус;
- 3 - індуктор;
- 4 - установка ТВЧ.

Рисунок 2.2 - Схема індукційного наплавлення малого конуса

Серед недоліків можна виділити:

- труднощі закріплення виробів великих габаритів;
- високу енергоємність процесу [7].

2.1.3 Електрошлакове наплавлення контактної кільця

Розроблено технологію електрошлакового наплавлення малих конусів композиційними сплавами. Наплавлення проводять у водоохолоджуваному кристалізаторі, розміщеному на рівні діаметрального перерізу конуса горизонтальною площиною, вісь обертання якого горизонтальна.

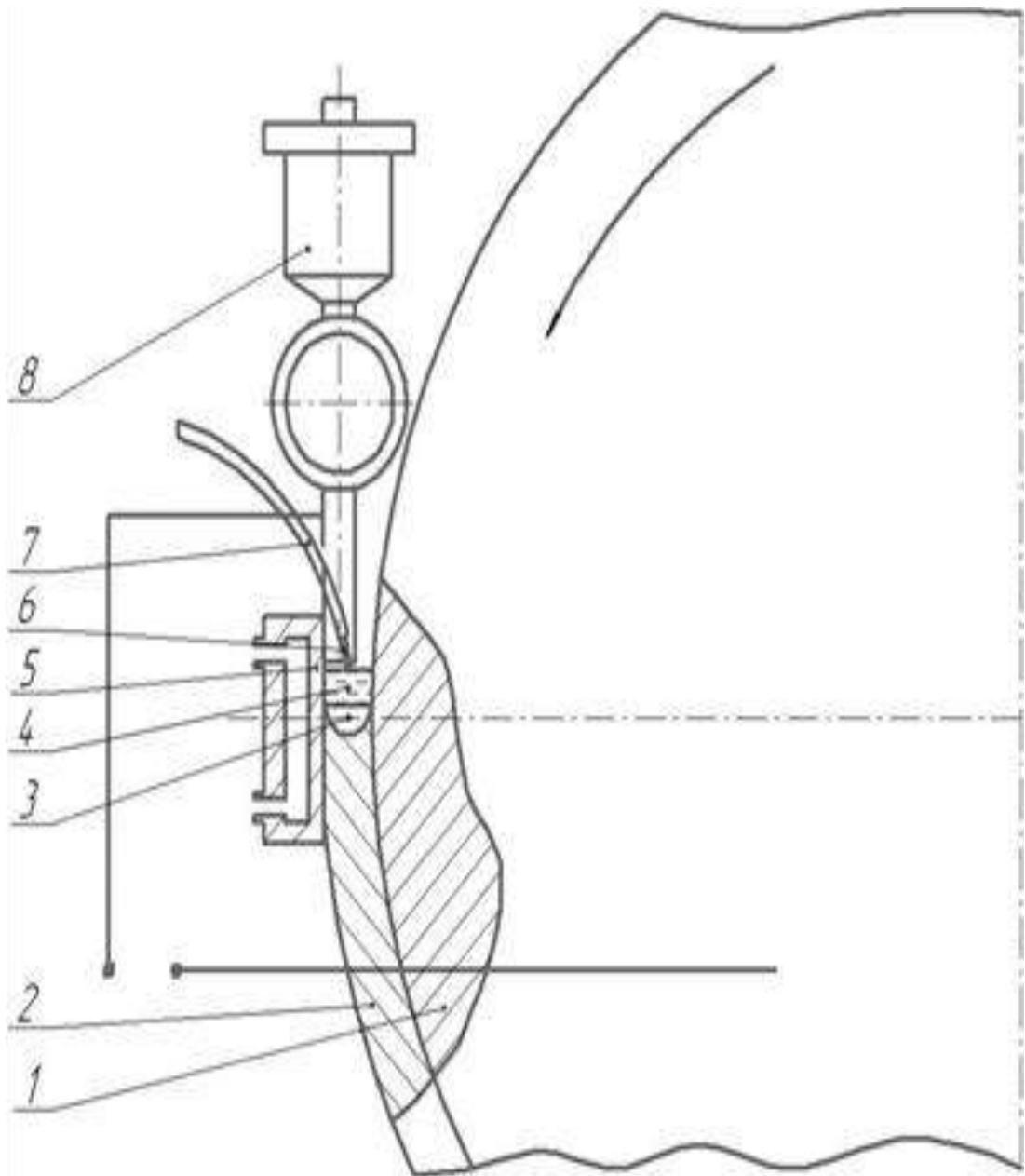
Як електроди для отримання сплаву-зв'язки застосовують порошок дріт складу, що забезпечує його високу зносостійкість і температуру плавлення 1400-1500° С. Наплавлення ведуть на змінному струмі. Зміцнювальною фазою композиційного сплаву є реліт. Для запобігання розчиненню зелених релітів у сплаві-зв'язці встановлено граничну теплову потужність шлакової ванни - 18 кДж/с на 1 г порошку, що подається в 1 с.

Технологія наплавлення (рисунок 2.3) передбачає подачу із заданою швидкістю в шлакову ванну електродних порошкових дротів, які, плавлячись, створюють сплав-зв'язку, що утворює матрицю композиційного сплаву. У процесі наплавлення в кристалізатор дозовано подають порошок реліту, який поверхнево очищується в шлаковій ванні, нагрівається і, не оплаваючись, осідає на дно металевої ванни, після кристалізації якої утворюється зносостійкий композиційний сплав. За певних режимів електрошлакового наплавлення отримують тризонну будову наплавленого металу.

Зерна реліту в матриці зосереджені в середній частині шару, а зона сплавлення з основним металом і зовнішній його шар, що обробляється металорізальним інструментом, вільні від цих частинок (рисунок 2.4).

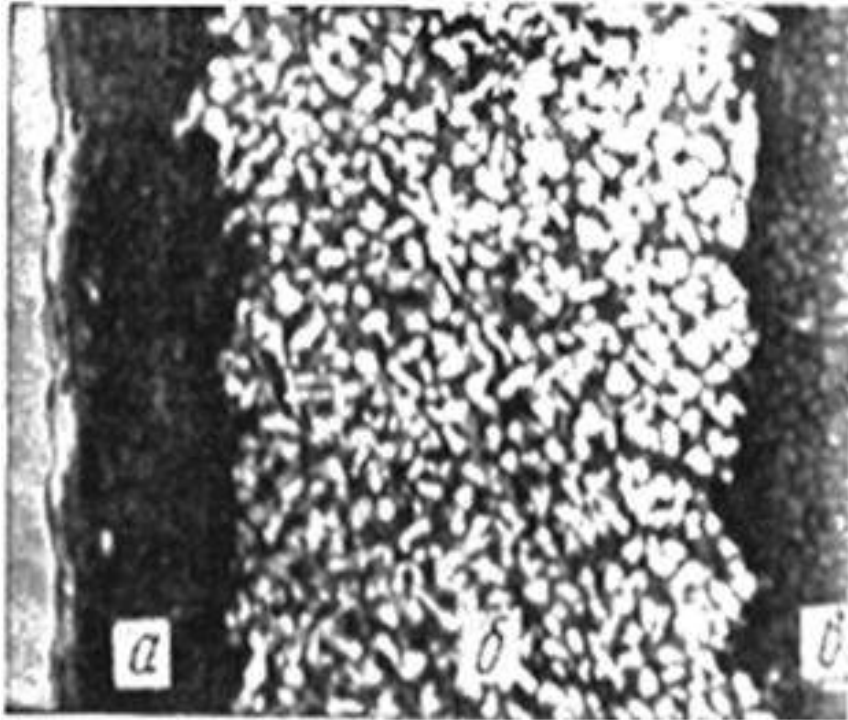
Трьох зонна будова наплавленого шару ванни і, ковзаючи по її стінках, що мають у перерізі форму параболи, зосереджуються в донній її частині. Зі збільшенням крутизни бічних стінок металевої ванни щільність пакування зерен реліту в середньому шарі підвищується, товщина його зменшується.

Така структура наплавленого металу забезпечує певні технологічні переваги, найважливіші з яких: підвищена стійкість проти утворення тріщин, зумовлена відсутністю реліту в зовнішньому шарі та зоні сплавлення; скорочення витрат реліту завдяки його розташуванню тільки в робочому шарі; зниження трудомісткості механічного оброблення зовнішнього шару до розкриття робочого.



- 1 - наплавлюваний конус; 2 - наплавлений шар;
 3 - металева ванна; 4 - шлакова ванна;
 5 - кристалізатор; 6 - дровий електрод;
 7 - направляючий канал; 8 – дозатор

Рисунок 2.3 - Електрошлакове наплавлення малого конуса



а - зовнішній шар;

б - зерна реліту;

в - зона сплавлення з основним металом.

Рисунок 2.4 - Трьох зонна будова наплавленого шару під час електрошлакового наплавлення малого конуса

Наплавлення конуса проводять за один його повний оберт. Режим наплавлення [8]:

Сила струму, А.....	2000
Напруга, В	42
Глибина шлакової ванни, мм	60
Швидкість подачі дроту, м/год	95
Кількість дротів, шт.....	4
Діаметр дроту, мм.....	4
Час наплавлення, год	3,5
Швидкість наплавлення, м/год.....	2
Продуктивність наплавлення, кг/год	80

Подача реліту, г/хв.....	160
Товщина наплавленого шару, мм	20
Ширина наплавленого шару, мм	180

Замикання наплавленого шару здійснюють постановкою додаткового кристалізатора. Ширину і товщину наплавленого шару задають конструкцією основного кристалізатора. Для наплавлення використовують суміш флюсів АН-8 і АН-348 у співвідношенні 3:1 [8].

2.1.4 Пічне наплавлення з використанням кокіля

Проведений аналіз альтернативних варіантів зміцнення контактної кільця не дав результатів, тому найприйнятнішим способом підвищення економічної ефективності стало вдосконалення технології пічного наплавлення, тобто способу зміцнення контактної поверхні малого конуса, який застосовують зараз.

Основною проблемою є оснащення, яке нині виготовляють із листового маловуглецевого металу методом зварювання та подальшого механічного оброблення утворювальних поверхонь. Після наплавлення оснащення (кожух) сточують на токарному верстаті до оголення наплавленого сплаву. Ця токарна операція займає десятки годин, зустріч різального інструменту з твердим включенням (литий карбід вольфраму) призводить до його миттєвого затуплення або поломки.

Вирішенням цих проблем є використання кокіля, тобто форми багаторазового використання (рисунок 2.5).

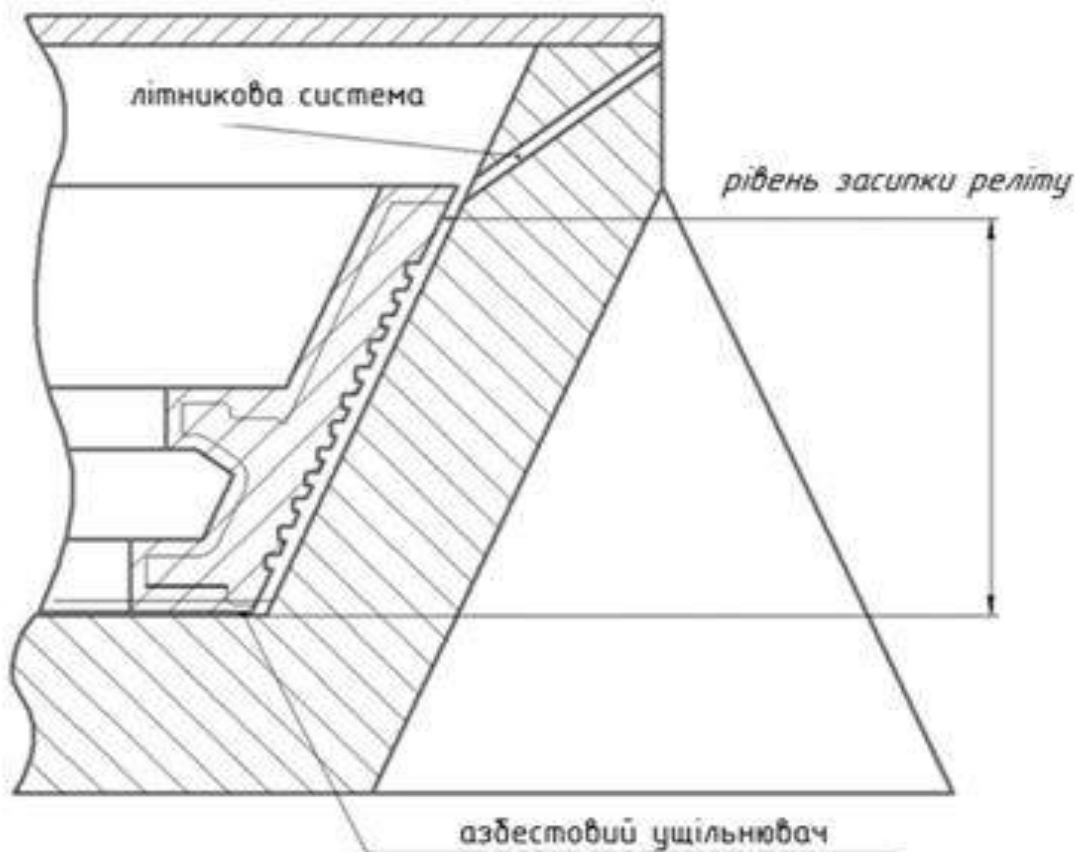


Рисунок 2.5 - Ескіз пічного наплавлення з використанням кокіля

Однак ця технологія спричинила низку вимог

- розробка і відливання кокіля, його обробка
- розробка ливникової системи і способу подачі сплаву-зв'язки
- пошук кокільного покриття
- пошук ущільнювачів
- забезпечення надійного захисту кокіля, деталі, сплаву-зв'язки від впливу активних газів під час наплавлення
- проектування пристосування для виштовхування наплавленої деталі

Вирішенням цих питань стало застосування печі з контрольованою атмосферою, як ущільнювач обрано прокладку азбестового шнура в технологічні канавки між кокілем і виробом.

Для кокільного покриття було висунуто низку вимог:

- 1) Високі термохімічні властивості (здатність витримувати навантаження при нагріванні);
- 2) Опір ерозії;
- 3) Міцність покриття (адгезія зі стінкою кокіля);
- 4) Мінімальна газотворна здатність;
- 5) Високі термофізичні властивості;
- 6) Рівномірність шару.

З огляду на ці вимоги, найбільш прийнятним є плазмове напилення покриття з Al_2O_3 .

Однак, незважаючи на такі переваги як зниження трудомісткості праці, максимальний вміст карбідної фази, порівняно з рештою способів наплавлення, у розробки з'явилися такі недоліки як:

- складність виготовлення кокіля;
- необхідність конструювання печі з контрольованою атмосферою, що поміщає в себе кокіль;
- невідпрацьованість процесу, тобто виникає питання - чи витримають ущільнювачі від протікання мельхіору, бо відомо, що він має дуже великий рівень рідини.

2.2 Вибір способу наплавлення

Деталі засипних апаратів доменних печей, що працюють у важких умовах газообразивного зносу за підвищених температур і тиску, є типовим прикладом об'єктів, що зміцнюються наплавленням.

Одним з основних заходів, що проводяться з метою збільшення терміну служби розподільників шихти, є наплавлення їхніх робочих поверхонь зносостійкими сплавами.

Наплавлення зношених поверхонь малого конуса найприйнятніше кількома способами - електродуговим, індукційним, електрошлаковим і пічним наплавленням. При цьому можливе застосування низки наплавочних матеріалів, які можуть забезпечити в наплавленому шарі практично будь-який хімічний склад і структуру. Однак усі способи крім пічного наплавлення характеризуються помітно нижчою продуктивністю. Тому з огляду на масовість виробництва перевагу слід віддати пічному наплавленню. Також, використовуючи пічне наплавлення під час додавання в матрицю карбідів вони не розплавляються, а рівномірно розподіляються в самій матриці, що є дуже важливим критерієм [8].

Пічне наплавлення дає стабільні результати, тоді як інші способи вимагають ретельного дотримання режимів наплавлення.

Застосування карбідів вольфраму, титану, хрому та інших для наплавлення порошковою стрічкою або дротом пов'язане з низкою технологічних труднощів. Збільшення частки зміцнювальної фази - карбідів - веде до зменшення частки металу-зв'язки, а отже, і до потоншення зовнішньої оболонки порошкового дроту або стрічки, до зниження їхньої міцності. Тому кількість карбідів у складі порошкового дроту або стрічки зазвичай не перевищує 50%, тоді як у композитних сплавах кількість карбідів може досягати 70%, що значною мірою збільшує зносостійкість сплаву. Крім того, електрична дуга під час наплавлення порошковим дротом або стрічкою неминує призводить до руйнування частини карбідів, сприяє їхньому розчиненню в металі-зв'язці, збільшенню ступеня легованості останнього і підвищенню схильності до крихкого руйнування. Композитний же сплав реліт-мельхіор вельми термостійкий, не дає тріщин у наплавленому шарі навіть під час загартування з 900°C у воді.

2.3 Вибір матеріалу для пічного наплавлення контактного кільця малого конуса.

Аналіз літератури [1-3,5] дає змогу зробити висновок про те, що стійкість конусів і чаш залежить від багатьох чинників, головними з яких є наплавлювальні матеріали, технологія наплавлення, склад шихти, що завантажуються в домну, різні змінні фактори під час ведення доменного процесу. Нині немає єдиної думки про вибір матеріалів для наплавлення деталей розподільника шихти. Практика багатьох металургійних заводів не дає змоги зробити певних рекомендацій у цьому питанні, тому що умови роботи розподільника шихти скрізь різні, так само як і вживані під час наплавлення матеріали та технологія.

Очевидно, що процеси вибору матеріалів матеріалу і способу наплавлення взаємопов'язані. Вибираючи спосіб, ми розглядали питання про наявність на сучасному ринку передбачуваного наплавочного матеріалу, прийнятних для обраного способу, і, вибираючи тип наплавленого металу, оцінювали можливість наплавлення цим матеріалом обраним способом.

У процесі пошукових робіт з пічного наплавлення композиційним сплавом деталей великих габаритів і з плоскою конфігурацією було встановлено, що в разі повної герметизації зони наплавлення мають місце неприпустимі за величиною деформації деталі або форми та, як наслідок, зміна товщини наплавленого шару, які не дають змоги використовувати деталі за призначенням.

Помічено, що в результаті інтенсивного окислення киснем повітря поверхні деталі та форми, а також компонентів композиційного сплаву утворюються ділянки з непросоченим і не привареним шаром твердосплавних зерен. З метою розширення можливостей процесу наплавлення композиційним сплавом було проведено дослідження тиску в герметичній зоні наплавлення. При цьому було встановлено, що під час нагрівання за термічним циклом загерметизованої заготовки за температури 700-1050 °С у порожнині

наплавлення утворюється надлишковий тиск, що сягає приблизно 343 кПа, причиною якого є значне підвищення швидкості десорбції газів і вологи з поверхні твердосплавних зерен, заготовки, форми та сплаву-зв'язки над швидкістю розчинення газів у всіх матеріалах, що контактують. У тому ж напрямку діє і термічне розширення газів.

Під дією надлишкового тиску відбувається пластична деформація заготовки або форми. Тому деталі з малою жорсткістю герметизують при досягненні температури 650 - 700°C, тобто в момент максимального надлишкового тиску в зоні наплавлення.

Таким чином, у зоні наплавлення забезпечують гарантований тиск у межах 98-38 кПа незалежно від вихідної вологості зернистого твердого сплаву, від кількості рідких вуглеводнів, що залишилися, за допомогою яких перевіряють герметичність приварювання форми до заготівлі, а також від інших випадкових забруднень у вигляді олії тощо.

Дослідження показали, що міцність зчеплення напавленого шару із заготівлею підвищується в 2 рази і досягає величини 250-280 МПа за умови нарізання на наплавлюваній поверхні спеціальних канавок у вигляді лабіринтів або концентричних кіл.

Для зносостійкого наплавлення деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування з помірними ударними навантаженнями, як-от шихторозподільники доменних печей, застосовують твердий сплав карбід вольфраму (WC) (реліт), що вирізняється високою зносостійкістю в умовах стирання абразивними матеріалами.

Експлуатаційні властивості композиційних сплавів багато в чому визначаються властивостями сплавів-зв'язок, особливо в умовах експлуатації деталей доменних печей, тобто за значних термічних навантажень. Сплав - зв'язка MnMц60-20-20, який застосовують у композиційних сплавах, належить до дисперсійно-тверднучих сплавів.

Причому, інтервал температур дисперсійного твердіння цього сплаву становить 400 - 500 °C, що відповідає діапазону температур експлуатації

деталей доменних печей. Тому недостатня пластичність і термостійкість сплаву-зв'язки MnMц60-20-20 у важких умовах експлуатації призводить до тріщиноутворення, а іноді й до відколів наплавленого композиційного сплаву[5].

Хімічний склад литих карбідів вольфраму наведено в таблиці 2.1 [9].

Таблиця 2.1 - Хімічний склад литих карбідів вольфраму

Найменування сплаву	Масова частка елементів, мас %			
	Вуглець зв'язаний	Вуглець вільний	Вольфрам	Залізо
Литий карбід вольфраму	3,6-4,0	≤0,05	95,8-96,4	≤0,15

Водночас сплави - зв'язки системи Cu-Ni-Mn мають високі технологічні властивості під час наплавлення способом просочення. У зв'язку з цим було проведено дослідження інтервалу кристалізації сплавів на мідній основі з різним вмістом нікелю і марганцю, термостійкості та змочуваності. Інтервал кристалізації сплавів - зв'язок досліджували методом диференціального термічного аналізу на установці ПРТ-1000М в атмосфері аргону.

Дослідження термостійкості проводили на спеціальній установці. Зразки досліджуваних сплавів-зв'язок піддавали циклічним нагріванням до 700°C полум'ям газового пальника з подальшим охолодженням у проточній воді. Цикл нагрівання - охолодження виконували в автоматичному режимі за заданою програмою. Дослідження характеру термічного руйнування сплавів-зв'язок проводили у вихідному литому стані та після випробувань на термостійкість. Тривалість випробувань 200 - 180 циклів. Чиста мідь і сплав 1 витримують 1 080 циклів. Дослідним шляхом було встановлено, що якщо матеріал витримує 500 зазначених вище термічних циклів, то він не руйнується під час тривалої експлуатації деталей доменних печей.

Результати досліджень інтервалу кристалізації сплавів - зв'язок наведено в таблиці 2.2 [9].

Таблиця 2.2 - Інтервал кристалізації досліджуваних сплавів - зв'язок

Сплав №	Масова частка елементів, мас %			Інтервал кристалізації, °С
	Cu	Ni	Mn	
МедьМ1	100.00	-	-	1083
1	89.54	5.35	5.11	1025-1083
2	79.42	13.50	7.08	1035-1102
3	60.20	20.0	19.80	1000-1090
4	44.57	26.50	28.93	980-1070

У міру підвищення ступеня легування міді нікелем і марганцем сплави набувають здатності до дисперсійного зміцнення, внаслідок чого різко знижується термостійкість. У сплавах 1, 2, 3, 4 перші втомні тріщини були виявлені після 200-360 циклів.

Змочуваність сплавів - зв'язок досліджували за величиною червоного кута змочування, який визначали на спеціальній установці в середовищі аргону або у вакуумі методом фотографування краплі сплаву - зв'язки на термосплавній підкладці. Зразки підкладок із реліту, сплавів ВК8 і Т15К6 вирізали із заготовок, отриманих за серійною технологією їхнього виробництва.

Зразки з подвійного бориду титану хрому титану виготовляли двома способами:

1. Порошок (Ti, Cr) В2 отримували спільним відновленням карбідів бору оксидів Cr. оксидів Cr₂O₃ і TiO₂ при температурі 1800 °С у середовищі водороду з подальшими пресуванням і спіканням у печі за

режимом -витримка при температурі 2150 °С протягом однієї години в графітовій засипці в атмосфері водню.

2. З чистих речовин за методом саморозповсюджувального високо-температурного синтезу (СВС) сплави - зв'язки виплавляли у відкритих індукційних печах шляхом переплаву Ni, Mn, Cu під шаром флюсу або у вакуумній печі з лігатури Ni - Mn і чистої міді.

У таблиці 2.3. наведені значення крайового кута змочування (θ), отримані у вакуумі за 15-хвилинної витримки і перегріву приблизно на 50 °С понад температуру плавлення сплавів [9].

Таблиця 2.3 - Крайові кути змочування зв'язок θ твердих сплавів - [3]

Змочуваний сплав №	Температура досліду, °С	Зносостійка складова			
		T15K6	BK8	релит	(Ti, Cr)B ₂
Медь М1	1130	149	21	80	122
1	1130	30	26	3	17
2	1170	43	21	8	38
3	1140	30	26	3	10
4	1120	35	19	13	23

Легування міддю, нікелем і марганцем призводить до рідкісного поліпшення змочуваності всіх досліджених сплавів. Сплав BK8 добре змочується і чистою міддю. Композиційний сплав на основі литих карбідів вольфраму і сплаву-зв'язки марки MnMц60-20-20 має високу зносостійкість і тому прийнятий за еталон у виборі замінників зносостійкої складової і сплаву-зв'язки для деталей, що працюють в умовах високоабразивних середовищ.

Абразивну зносостійкість визначали на установці, що дає змогу максимально наблизити умови лабораторних випробувань до реальних і найпоширеніших умов експлуатації наплавлених деталей, тобто в діапазоні високих питомих навантажень до 200 Н/см² у незакріпленому абразиві. Як

абразив було обрано кварцовий пісок, оскільки в шихті доменних печей породи кварциту містяться в значній кількості і є найбільш твердою складовою шихти. Різний знос композиційних сплавів на основі реліту в початковий період пояснюється різною твердістю сплавів - зв'язок.

У разі тривалішого випробування композиційних сплавів на основі реліту його зношення значно сповільнюється, тому що на стирання працюють тільки оголені зерна реліту, що перешкоджають подальшому зношуванню сплаву - зв'язки.

Аналогічна картина спостерігається і під час тривалого випробування композиційних сплавів на основі зв'язок типу ВК, ТК і (Ті, Сг) В2, отриманого за методом саморозповсюджувального високотемпературного синтезу. Більш значне зношування цих композиційних сплавів у початковий період пояснюється не тільки зношуванням сплаву-зв'язки, а й розуміщеної зони зносостійкої складової.

Газоабразивну зносостійкість досліджували на установці, що дає змогу проводити випробування щільних зразків, тобто імітувати зношування в місці контакту конуса і чаші. Зразки обдували за надлишкового тиску 196 кПа повітрям, запиленим кварцовим піском, максимальний розмір частинок якого становив 0,2 мм. Для порівняльних випробувань на газоабразивне спрацьовування було обрано такі композиції: реліт + МнМц60-20-20; (Ті, Сг) В2 + МнМц60-20-20; реліт + сплав - зв'язка 1 і (Ті, Сг) В2 + сплав - зв'язка 1.

Газоабразивну зносостійкість досліджували на установці, що дає змогу проводити випробування щільних зразків, тобто імітувати зношування в місці контакту конуса і чаші. Зразки обдували за надлишкового тиску 196 кПа повітрям, запиленим кварцовим піском, максимальний розмір частинок якого становив 0,2 мм. Для порівняльних випробувань на газоабразивне спрацьовування було обрано такі композиції: реліт + МнМц60-20-20; (Ті, Сг) В2 + МнМц60-20-20; реліт + сплав - зв'язка 1 і (Ті, Сг) В2 + сплав - зв'язка 1.

На рисунку 2.4 показана абразивна зносостійкість композиційних сплавів [5].

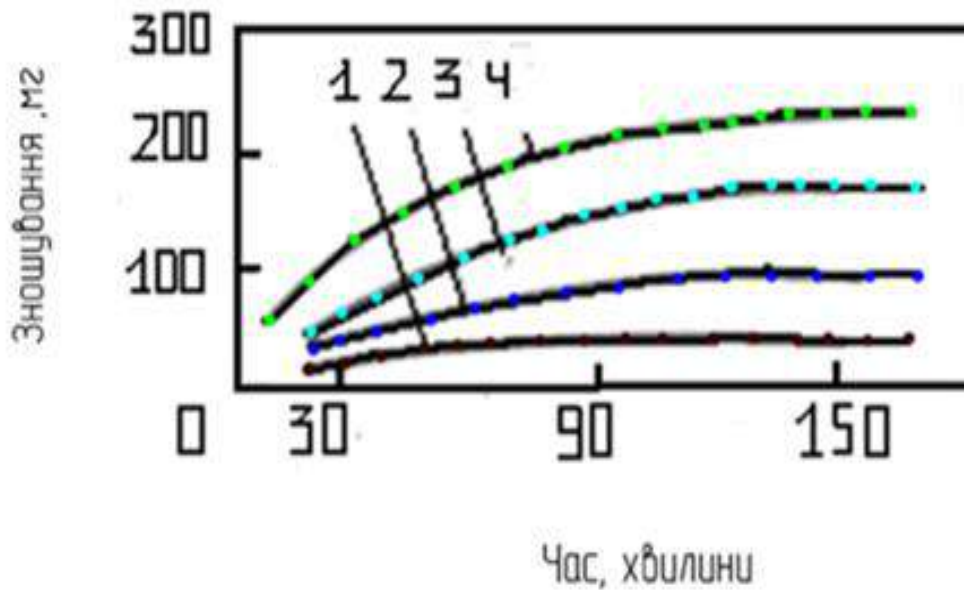


Рисунок 2.4 - Абразивна зносостійкість композиційних сплавів (1-4 - див. сплави 1-4 таблиці 2.1 відповідно)

Випробування показали, що газоабразивне зношування композиційних сплавів аналогічно до абразивного, тобто тінювий ефект забезпечує високу тривалість газоабразивної стійкості композиційних сплавів, яка практично не залежить від твердості випробуваних сплавів - зв'язок.

Для отримання наплавлення необхідно, щоб при температурі плавлення розплавлений сплав - зв'язка MnMц60-20-20 змочував реліт і основний метал. Підвищення температури розплаву покращує умови змочування і прискорює процеси взаємодії мельхіору з релітом. Однак це може призвести до структурних змін в основному металі внаслідок виділення евтектичних, карбідних та інших складових, а також зниження механічних і корозійних властивостей з'єднання.

Розтікання розплавленого мельхіору поверхнею реліта й основного металу визначається багатьма факторами. Між розтіканням і крайовим кутом змочування залежність пряма: що менший крайовий кут змочування, то краще рідина розтікається поверхнею реліту й основного металу [5].

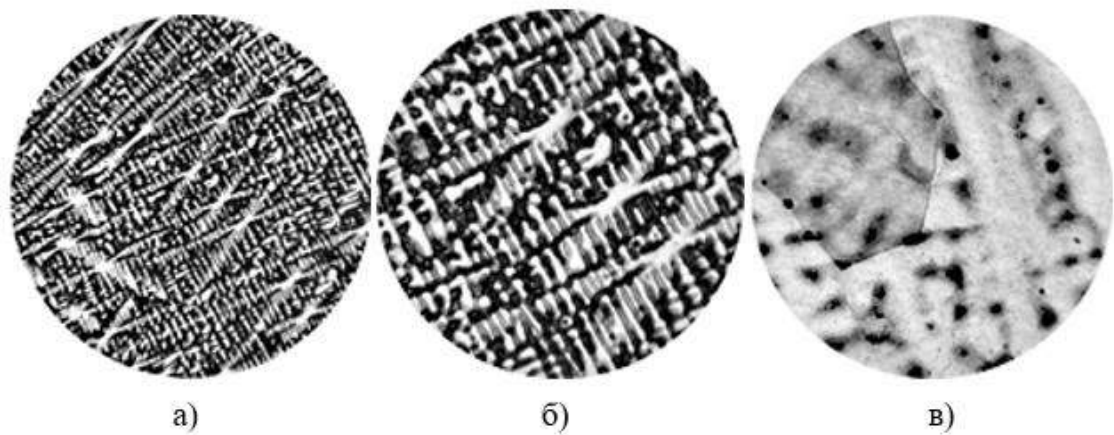
При незначному збільшенні часу витримки кут змочування зменшується, подальша витримка практично не впливає на θ . З підвищенням температури

крайовий кут змочування зменшується і, Для уникнення побічних явищ температуру плавлення мельхіору достатньо підвищити на 70-100°C, тобто до температури 1150 замість 1050°C [5].

Однак сучасна техніка вимагає створення покриттів, властивості яких відрізняються з робочої та внутрішньої поверхонь. Це стосується численних деталей, що працюють в умовах впливу градієнтних полів температур, напружень, деформацій. Тому виникає необхідність розроблення складів двошарових композиційних покриттів, властивості яких різняться вздовж їхнього перерізу.

У зв'язку з цим у даному дипломному проєкті вивчено закономірність формування структури і властивостей двошарового композиційного матеріалу, шари якого були зміцнені сплавом-наповнювачем W-3,5% С (сплав реліт), а як сплави-зв'язки використано марганцевий мельхіор МНМц 60-20-20.

Мікроструктури МНМц 60-20-20 показані на рисунку 2.5.



а - мікроструктура $\times 100$

б - мікроструктура $\times 200$

в - мікроструктура $\times 500$

Рисунок 2.5 - Мікрошліф сплаву МНМц 60-20-20 [5].

Травлення проводили в 3% розчині азотної кислоти в спирті. Аналіз мікрошліфів показав дендритну ліквіацію. Неоднорідний за хімічним складом

потрійний твердий розчин. Світлі осі дендритів збагачені Ni, темні міжосьові простори збагачені Cu.

Таким чином, використання пічного способу просочення дає змогу забезпечити градієнт властивостей уздовж перерізу композиційного покриття, завдяки чому запобігає його тріщиноутворенню та руйнуванню під час дії градієнтних температурних полів робочого циклу, а також у разі неоднорідного розподілу напружень і деформацій.

Пічне наплавлення контактного пояса малого конуса композиційним сплавом реліт-мельхіор забезпечує найбільшу зносостійкість зміцненої поверхні.

Ця технологія, застосована на контактній частині, дала змогу підвищити термін служби конусів у 1,4-1,5 рази. Таким чином, найбільш раціональним способом наплавлення конусів на теперішній час можна вважати пічне наплавлення композиційним сплавом реліт - мельхіор.

Таблиця 2.4 - Механічні та експлуатаційні властивості композиційних матеріалів [9].

Характеристика		Склад шарів
		(W-C)/(МНМц)
HRC, ед		45±2
H _μ , ГПа		8,5±0,5
σ, МПа		2820±10
K, ед		1,0
E _A , ед		1,0
E _{ГА} , ед	293 К	1,0
	473 К	1,0

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗМІЦНЕННЯ КОНТАКТНОГО КІЛЬЦЯ МАЛОГО КОНУСА

3.1 Опис конструкції контактної кільця малого конуса

Діаметр малого конуса в 2-3 рази менший за діаметр великого конуса, тому питоме зношення контактної поверхні малого конуса від стирання шихтою з урахуванням різних величин ходу під час відкривання в 2-3 рази більше питомого зношення великого конуса. Щоб уберегти контактну поверхню від стирання шихтою, створюють різні конструкції трамплінів над контактною поверхнею:

-встановлюють захисний ковпак на бічній поверхні конуса;

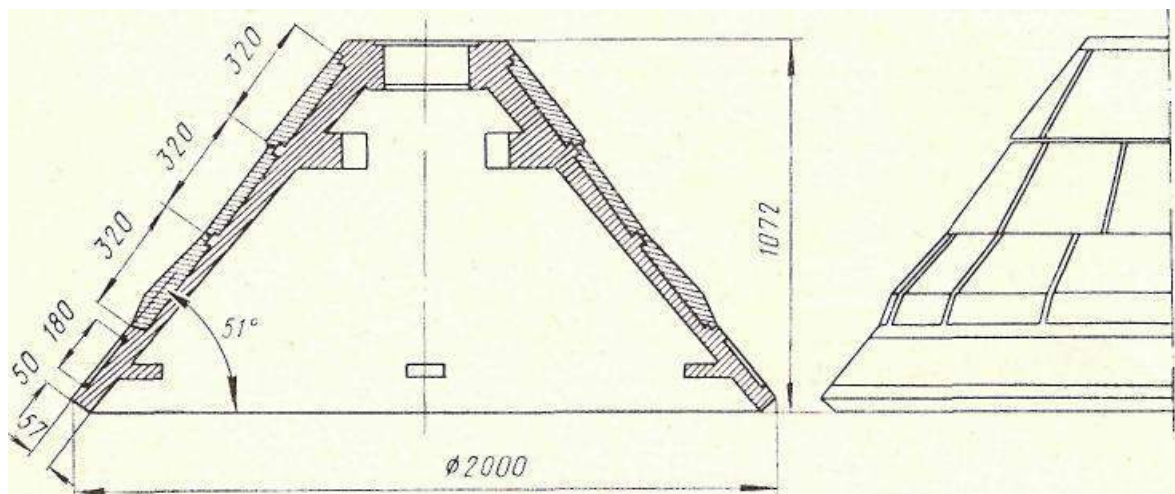


Рисунок 3.1 - Малий конус конструкції КМК

-відливають спеціальне (рисунок. 3.1) потовщення в тілі малого конуса над контактною поверхнею;

-збільшують кут нахилу контактної поверхні конуса до 60-65°.

Найпростішим і найдоцільнішим способом захисту контактної поверхні конуса від стирання слід визнати встановлення захисного кожуха в поєднанні зі збільшеним кутом нахилу контактних поверхонь.

Великий прогрес у створенні нових надміцних матеріалів було досягнуто в результаті застосування структурно неоднорідних сплавів. Зносостійкі литі сплави також неоднорідні за структурою, але вони утворюються під час кристалізації однорідного рідкого сплаву. Їхня зносостійкість залежить від кількості та складу твердих карбідів, що виділяються під час кристалізації. Матриця в таких сплавах гранично легована і, як правило, дуже крихка.

Щоб підвищити довговічність бічної поверхні малого конуса, можна збільшити товщину тіла конуса, наплавити твердими сплавами твірну, встановити змінні конічні захисні ковпаки в процесі виготовлення, залити в тіло конуса плитки з вибіленого чавуну. Зазвичай такий захист добре поєднується з трампліном. Товщину захисних кілець штанги малого конуса в місцях максимального зносу слід збільшити до 100-120 мм. Для компенсації збільшення маси верхні ряди кілець можна виконувати товщиною 20-25 мм або їх можна замінити трубою. Довговічність стінок лійки можна підвищити, наплавивши внутрішню поверхню твердими сплавами або збільшивши товщину.

Для прискорення заміни малих конусів доменну піч слід зупиняти без запалювання газу. Для прискорення монтажних і демонтажних робіт слід:

кришку монтажного люка зміцнювати на газовому затворі з використанням клинів;

профрезерувати спеціальні пази по роз'єму малого конуса для забезпечення можливості порізки з'єднувальних болтів посередині і швидкого демонтажу конуса;

на малому конусі передбачити з'єднувальні та монтажні вуха.

За гарної підготовки та організації заміну малого конуса здійснюють за 4-6 год за умови відсутності інших більш тривалих робіт.

Зносостійкість композитного сплаву забезпечують карбіди, наприклад карбіди вольфраму у вигляді литих зерен (реліт). Твердість зерен реліту досягає 91-94 HRA, що наближається до твердості алмазу. Зерна реліту зцементовані в'язким і міцним марганцевим мельхіором, міцність якого після старіння за 430°C досягає 800-900 Мн/м² (80-90 кГ/мм²), а твердість 30-38 HRC. За такої структури композитний сплав, що містить до 70% твердих карбідів, зберігає високу пластичність і термостійкість.

Для наплавлення деталей засипного пристрою застосовують мельхіор марки МНМЦ-60-20-20, що має високу міцність і твердість, а також невисоку температуру плавлення (980 °С). Остання обставина дає змогу наплавляти деталі композитними сплавами в стандартних термічних печах. Важливою технологічною перевагою композитних сплавів є також можливість наплавлення великогабаритних деталей (навіть таких, як конус і чаша засипних установок) лише за кілька годин без затрат ручної праці та застосування спеціального обладнання.

3.2 Попередня механічна обробка контактної кільця

Технологічний процес механічної обробки контактної кільця малого конуса зазвичай включає такі операції: стругання поверхонь роз'єму, свердління отворів для болтів і технологічних отворів під контрольні штифти, збирання, розточування отвору під штангу, проточування контактної поверхні під наплавлення (з двох установок для запобігання одnobічному зняттю наплавленого шару під час подальшого шліфування), наплавлення, розбирання половин, шліфування поверхонь роз'єму (зазор між ними при з'єднанні не повинен перевищувати 0,03 мм), складання, шліфування контактної поверхні, остаточне розточування отвору під штангу.

Режими різання, що застосовуються під час механічної обробки малих конусів, наведені в таблиці 3.1 [10].

Таблиця 3.1-Режими механічної обробки малого конуса

Операція	Швидкість різання v <i>м/с</i>	Число обертів n <i>об/хв</i>	Глибина подачі S <i>мм/об</i>	Тривалість операції T <i>час</i>
Стругання	7	2,26	2,8	23
Токарні роботи	17	2,7	1,07	44
Шліфування	10	1,64	1,84	50
Свердлильно- розточувальні роботи	19	24	0,6	10

Поверхню контактного пояса деталі, що наплавляється, проточують до металевого блиску. Іржа, окалина, забруднення наплавлюваної поверхні деталі не допускається.

3.3 Кріплення оснащення на контактне кільце

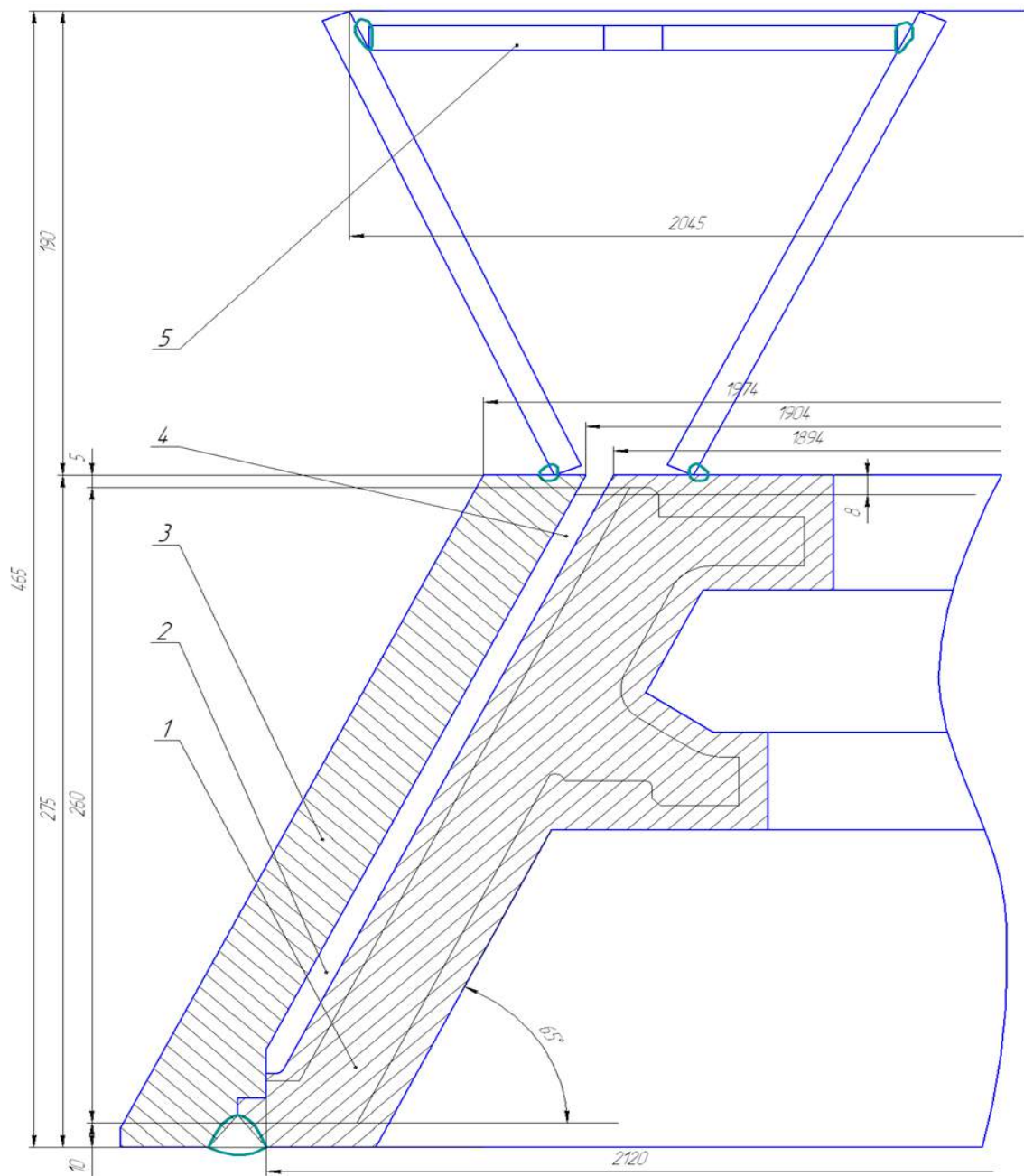
Для здійснення пічного наплавлення на деталь встановлюють спеціальне оснащення (рисунок 3.2), що слугує для формування поверхні наплавленого шару та утримання на деталі рідкого сплаву-зв'язки і зерен реліту. Оснащення кріпиться до деталі герметичними зварними швами. Зварні шви виконуються не менше ніж у 2 проходи з гарантованим проваром кореня шва і тільки в нижньому положенні.

Кріплення оснащення можна здійснювати за допомогою напівавтоматичного зварювання на ПДГО-601С порошковим дротом ПП АН-8 діаметром 3 мм за таким режимом (відповідно до рекомендацій [8]):

Зварювальний струм, А.....	500-600
Напруга дуги, В.....	34-38
Виліт дроту, мм.....	30-35
Технічні вимоги напівавтомата ПДГО - 601С [8]:	
Номінальний струм, А	620
Діаметр дроту ,мм.....	1,2-3,2
Швидкість подавання дроту, м/год.....	60-820
Габарити, мм.....	640×240×420

Як джерело живлення і відповідно до обраних режимів вибираємо джерело ВДУ-506.

Технічні вимоги джерела живлення ВДУ-601 [8]:	
Номінальний струм, А	620
Первинна напруга, В	380
Напруга холостого ходу, В	80
Межі регулювання струму, А	60-630
Габарити, мм.....	620x830x1080
Маса, кг	300



- 1 - контактне кільце;
- 2 - реліт;
- 3 - кожух;
- 4 - мельхіор;
- 5 - воронка.

Рисунок 3.2 - Схема контактної кільця з оснащенням для пічного наплавлення композиційним сплавом

У такий самий спосіб заварюють кришку, якою накривають оснащення після завантаження реліту і мельхіору.

3.4 Технологія пічного наплавлення контактного кільця

Пічне наплавлення композиційним сплавом реліт + марганцевий мельхіор контактної пояса малих конусів доменної печі здійснюють у газовій термічній печі з висувним подом (рисунок 3.3).

Технічна характеристика

Об'єм робочого простору м³, 16,476

Площа пода, м² 17,11

Спосіб нагрівання - газовий

Максимальна робоча температура, С 1200

Склад теплоізоляції:

а) вогнетривка цегла

б) скловата

в) кераміка

Швидкість висування пода, м/хв 5

Потужність приводу висунення печі, кВт 40

Номінальна витрата газу, м³ 180

Номінальна витрата повітря, м³/год 2300

Для наплавлення виготовляють спеціальну форму (оснащення) з листової сталі марки Ст3, яка слугує для формування поверхні наплавленого шару й утримання на деталі рідкого сплаву-зв'язки і зерен реліту. Підготовлена форма, проточена з внутрішньої сторони, одягається на проточений контактний пояс конуса.



Рисунок 3.3 - Газова термічна піч із висувним подом

Потім у зазор між формою і конусом завантажується зернистий реліт, що складається з 70 % великої і 30 % дрібної фракції. Під час засипання реліту в наплавочну порожнину має суворо дотримуватися рівномірність його розподілу по порожнині. Зерна реліту заповнюють всю порожнину, що формує наплавлений шар. Після заповнення релітом наплавочної порожнини до її верхнього рівня проводять (з метою ущільнення засипки) простукування деталі та оснащення молотком або кувалдою; простукування триває до повного припинення осідання реліту в порожнині. Після заповнення релітом наплавочної порожнини завантажується додаткова його кількість, що становить 10% від основної.

Додаткова кількість реліту розміщується в порожнині для матричного сплаву і розподіляється рівномірно по його периметру. У порожнину для матричного сплаву завантажуються шматки марганцевого мельхіору марки

MnMц60-20-20 у вигляді злитків або катаних смуг, сумарна вага яких має становити 70-80 % від маси всього засипаного реліту. Після завантаження реліту і мельхіору форму зверху закривають кришкою і обварюють герметичним швом. З метою виведення з наплавочної порожнини газів, що виділяються під час нагрівання, рекомендується до кришки оснащення приварювати трубу, яка виводиться з печі і з'єднує наплавочну порожнину з позапечною атмосферою. Товщина стінки трубки повинна бути не менше 5 мм. Для зменшення ступеня окислення незахищених поверхонь деталі та оснащення ці поверхні покриваються крейдяною обмазкою.

На рисунку 3.4 показано малий конус після закінчення пічного наплавлення. Підготовлений малий конус поміщається в піч. Під час транспортування не допускається кантування або нахил деталі більше, ніж на 15° до горизонту. Деталь встановлюється в печі строго горизонтально. На контактних кільцях встановлюють не менше 4 термопар. В одній із точок термопари мають бути встановлені як на зовнішній, так і на внутрішній поверхні деталі (одна проти іншої).

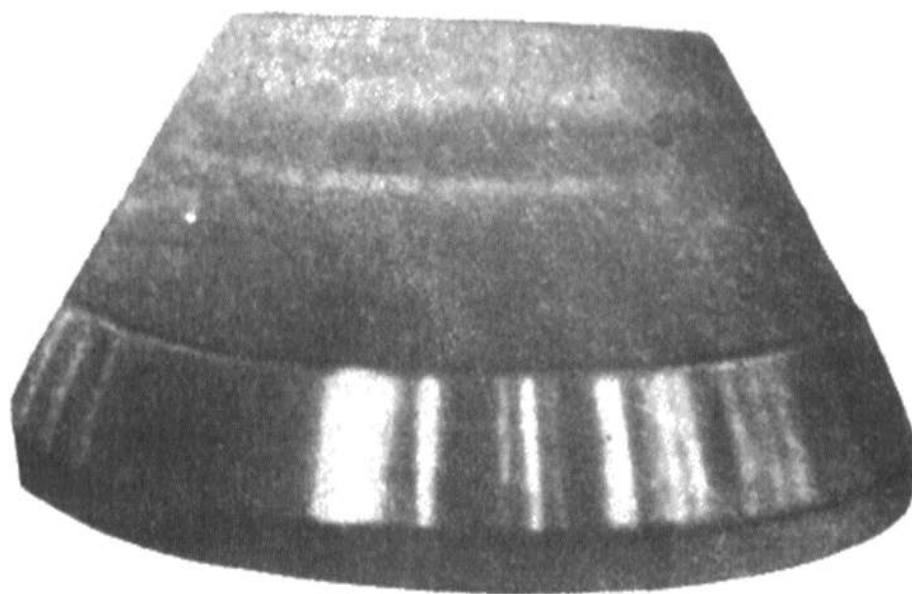


Рисунок 3.4 - Малий конус, наплавлений композиційним сплавом після пічного наплавлення

Здійснюють нагрівання зі швидкістю $20-50^{\circ}\text{C}/\text{год}$ до температури 1150°C , тобто до температури, що перевищує на $100-150^{\circ}\text{C}$ температуру плавлення марганцевого мельхіору. Режим термічного циклу під час наплавлення композиційним сплавом малого конуса наведено на рисунку 3.5.

У процесі нагрівання рідкий мельхіор перетікає в нижню частину порожнини, де міститься зернистий реліт. Рідкий сплав просочує шари зерен реліту, змочує поверхню деталі, що наплавляється, і форми та витісняє гази у верхню частину порожнини.

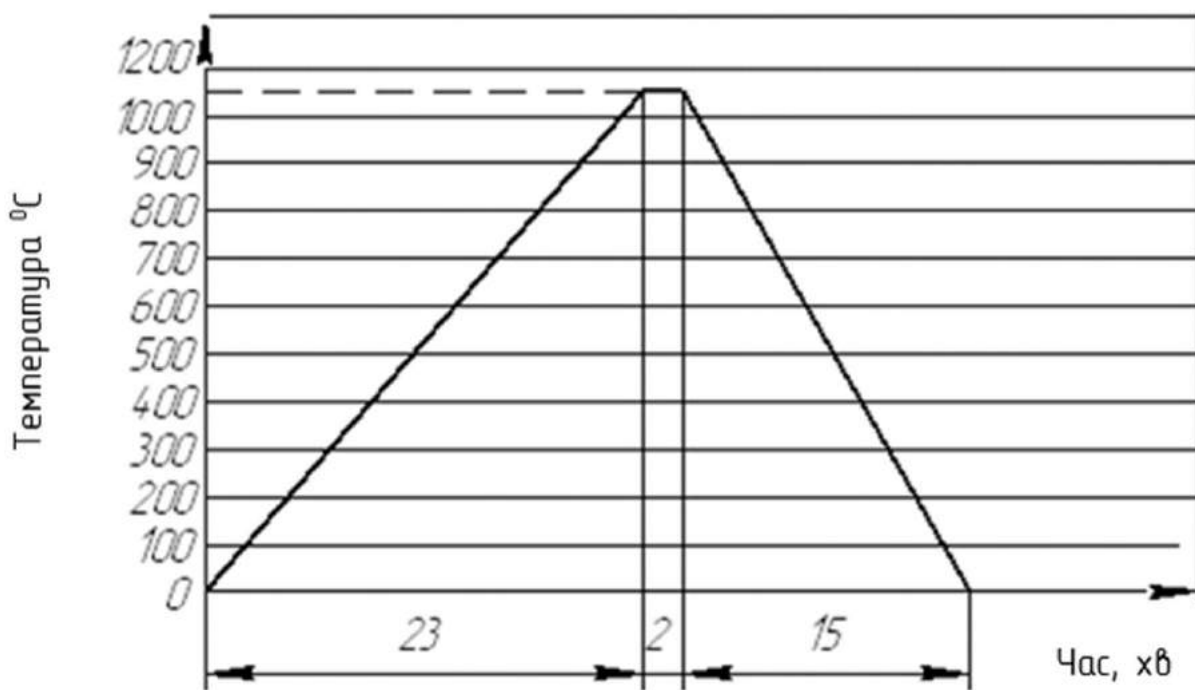


Рисунок 3.5 - Графік термічного циклу під час пічного наплавлення композиційним сплавом контактного кільця малого конуса

Деталь під час наплавлення піддається термічній обробці за таким режимом [5]:

Нагрівання зі швидкістю не вище 500°C на годину до температури 1150°C - 1200°C .

- 1) Витримка при температурі 1150°C - 1200°C протягом 2-х годин.
- 2) Охолодження зі швидкістю не більше $500 - 750^{\circ}\text{C}$ на годину до температури $500 - 1000^{\circ}\text{C}$ і вивантажують на повітря.

Під час нагрівання після досягнення температури 7000 С закривають відкритий кінець трубки пробкою.

Під час наплавлення великогабаритних деталей має бути забезпечений спрямований нагрів. Так, порожнисті деталі слід нагрівати зсередини, передбачивши екранування зовнішньої поверхні або спрямування потоку гарячих газів на внутрішню поверхню деталі; такими заходами для забезпечення спрямованого нагріву запобігають збільшенню зазору між деталлю та оснащенням, а отже, просіданню реліту під час нагрівання.

Після наплавлення конус піддається механічній обробці.

3.5 Механічна обробка малого конуса після наплавлення

За допомогою газокисневого різання з напавленої деталі видаляють кожух, що утворює порожнини для матричного сплаву, та інші елементи оснащення, які заважають під час обробки деталі на верстаті та під час її експлуатації. Для цього використовують інжекторний різак, призначений для ручного газокисневого різання листового і сортового металу з низьковуглецевих сталей, із застосуванням як пального газу ацетилену (рисунок 3.6).



Рисунок 3.3 - Різак ацетиленовий Р1А (вентильний)

Технічні вимоги до ацетиленового різача Р1А [2] :

Товщина сталі, що розрізається, мм.....	3-100
Довжина різача, мм.....	480
Маса, кг.....	0,61

Особливості конструкції:

- підвищений опір зворотному удару;
- алюмінієва рукоятка;
- конус штока з нержавіючої сталі;
- вентильна подача газу;
- щілинне сопло;
- ствол і наконечник різачка являють собою нерозбірну конструкцію

Комплектація:

Мундштук зовнішній №1 (встановлений на різачку)

Мундштуки внутрішні №1А, 3А (встановлений на різачку)

Різак у зібраному вигляді з ніпелем $\Phi 9$ мм - 1 шт.

За допомогою установки на базі токарно-карусельного верстата VTM10000 видаляється оснащення, а також проводиться шліфування.

Верстат СК52100 (рисунок 3.7), який призначений для обточування і розточування циліндричних і конічних поверхонь, підрізання торців, прорізання кільцевих пазів і канавок у різних виробках.

Відповідно до новітніх норм точності та норм жорсткості цей верстат складається з надійних комплектуючих і компонентів для потужного різання, надійної роботи планшайби, високої статичної й динамічної точності, безпечного та сталого процесу, тривалого терміну служби та високої продуктивності.

Верстат має високу точність токарного оброблення і достатню жорсткість. Планшайба лита термооброблена, головний підшипник вала - високоточний дворядний циліндричний роликовий підшипник кочення.

Горизонтальне і вертикальне переміщення вертикального супорта здійснюється за допомогою напрямних. Подача здійснюється за допомогою

серводвигунів змінного струму і кулькових гвинтових пар. На вимогу замовника завод-виготовлювач можемо оснастити верстат звичайним або двоконтурним ЧПУ.

Головна трансмісія токарного верстата приводиться в дію за допомогою двигуна змінного струму. Число обертів планшайби регулюється за допомогою 4-х позиційного перемикача.

Контролери марки Siemens, Fanuc.

Як опції надаються: інструментальний магазин, пристрій попереднього налаштування інструменту, а також оснащення для фрезерних, розточувальних, шліфувальних робіт.

Гідравлічна система токарного верстата

Основні комплектуючі елементи гідравлічної системи є продукцією відомих виробників, з надійними робочими характеристиками.

Основні функції гідравлічної системи:

- Забезпечення потужності гідравлічного циліндра коробки передач.
- Подача мастила для змащення напрямних планшайби.
- Подача оливи на врівноважувальний циліндр повзуна.
- Подавання оливи на затискний циліндр поперечки.
- Подавання мастила для змащування верстата.
- Змащування верстата

Система змащення автоматично подає мастило для точкового змащення поперечини та інших рухомих частин верстата.

Захист верстата

Переміщення верстата: рухомі частини мають захисне блокування

Верстат оснащений електроконтактним і копіювальними пристроями для обробки поверхонь тіл обертання з криволінійною твірною.

Широкий діапазон регулювання швидкості обертання планшайби. Верстат призначений, головним чином, для обробки чаш і конусів засипних апаратів, але може бути використаний і як універсальний



Рисунок 3.7 - Модель SK52100

Планшайба отримує обертання від електродвигуна постійного струму, регульованого за системою "генератор - двигун", через чотириступеневу коробку швидкостей.

Планшайба має плоскі напрямні, армовані антифрикційними цинковими сплавами, і центрується прецизійним дворядним роликовим підшипником. Спеціальна система змащення напрямних забезпечує рідинне тертя в усьому діапазоні швидкостей обертання планшайби.

Вертикальні супорти, розташовані на поперечині, мають незалежні приводи подачі і настановних переміщень. На правій стійці розміщений бічний супорт із незалежним приводом подачі. Регулювання подачі безступінчате, на ходу верстата. Вибір напрямку подачі або настановних переміщень кожного супорта здійснюється увімкненням однієї з чотирьох електромагнітних муфт приводу.

Управління верстатом дистанційне.

Для запобігання аваріям на верстаті передбачено запобіжні блокувальні пристрої.

Технічні дані: [10]

Найбільші розміри оброблюваного виробу, мм:

Максимальний діаметр обробки (мм)10000

Макс. висота оброблення заготовки(мм).....4000

Макс. вага заготовки(т).....100

Перетин інструментальної оправки(мм).....100x100

Макс. зусилля різання різцетримача (кН)..... Правий: 80

.....Лівий: 63

Діапазон подачі різцетримача(мм/хв)..... 0.1-500

Горизонтальне переміщення різцетримача(мм)..... -50~5400

Вертикальне переміщення різцетримача(мм).....2500

Направляюча планшайби.....Гідростатична

Макс. переміщення поперечини(мм).....3000

Максимальна частота точіння (мм)..... 4000 - 6500

Швидкість підйому та спуску поперечини(мм/хв).....230

Перетин повзуна(мм).....320

Діаметр планшайби (мм)..... .7100

Вага заготовки (тон)100

Діапазон температури(°).....0~40

Напруга.....380В±10%

Частота обертання планшайби (об/хв)0,16 - 16

Частота обертання планшайби фрезерування (об/хв)...	0,001-1
Максимальний крутний момент на планшайбі (КНМ).....	3000
Максимальне переміщення повзуна вертикальне (мм).....	3250
Потужність головного двигуна(кВт).....	132 постійного струму
Потужність двигуна (КВт).....	132

3.6 Контроль якості

Недотримання технологічного процесу зварювання і наплавлення може спричинити низку дефектів у зварному шві або наплавленому металі, таких як напливи, підрізи, пропали, зовнішні тріщини, непровари, свищі, пори тощо. Тому після зварювання, деталі обов'язково піддають контролю і, насамперед, зовнішньому огляду.

Розміри швів повинні відповідати розмірам, зазначеним на кресленні. Нині існує низка методів контролю: візуальний, оптичний, акустичний, магнітний, електромагнітний, радіохвильовий, радіаційний, течешування. Під час вибору методу контролю слід враховувати такі найважливіші вимоги:

- висока достовірність контролю;
- висока надійність апаратури і можливість використання її в різних умовах;
- простота технології;
- можливість механізації контролю.

До найпоширеніших методів контролю деталей рухомого складу, відновлених зварюванням і наплавленням, відносяться візуально-оптичний, магнітний, струмопотіковий і ультразвуковий.

Пічне наплавлення композиційним сплавом реліт + марганцевий мельхіор контактного пояса малих конусів доменної печі є надійним технологічним процесом [5].

Суворе дотримання режимів наплавлення, чітка робота термічної печі з висувним подом, а також необхідна кваліфікація операторів забезпечують

відсутність неприпустимих дефектів у наплавленому шарі. Застосовувані наплавочні матеріали і техніка наплавлення конусів і чаш допускають утворення тріщин у наплавленому металі, які, однак, не мають вирішального впливу на працездатність засипного апарату доменної печі. У разі випадкових відхилень у режимах роботи наплавочної апаратури та установки можливе утворення дефектів у наплавленому шарі.

Проводиться візуальний контроль - зовнішній огляд для контролю форми наплавленого шару, виявлення підрізів і напливів, поверхневих тріщин і перевірки розмірів з використанням лупи з невеликим збільшенням і вимірювальних інструментів.

Ультразвуковий контроль ґрунтується на здатності ультразвукових хвиль проникати в метал на велику глибину і відбиватися від дефектних ділянок, що знаходяться в ньому. За характером імпульсів судять про протяжність дефектів і глибину їхнього залягання.

До переваг ультразвукової дефектоскопії належать: можливість виявлення внутрішніх дефектів, велика проникаюча здатність, висока чутливість, можливість визначення місця і розміру дефекту.

Напрямок виробничого потоку дільниці наплавлення на всьому її протязі збігається з напрямком, заданим на плані заводу.

Переміщення оброблюваного металу і виготовлення деталей виконується вилочним навантажувачем.

Дільниця зносостійкого наплавлення малого конуса доменної печі розташовуватиметься в прольоті, ширина якого визначається шляхом підрахунку суми розмірів ширини робочих місць, проходів і проїздів між ними.

Оскільки на ділянці розташовуватиметься одна лінія обладнання, то ширина прольоту визначатиметься [11] :

$$B_{пр} \geq 2b_1 + 2b_{об} + b_{п} + 2b_{прох}, \quad (4.1)$$

де $B_{пр}$ - ширина прольоту, м;

b_1 - відстань від тильного боку робочого місця до осі поздовжнього ряду колон, що становить 1 м;

$b_{об} = 7,9$ м - найбільша ширина обладнання;

$b_{п}$ - ширина проїзду, що становить 4 м;

$b_{прох}$ - ширина проходів з кожного боку обладнання, що дорівнює 1 м.

Таким чином, ширина прольоту дорівнює:

$$B_{пр} = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 7,9 + 4 + 2 \cdot 1 = 23,8 \text{ м.}$$

Приймаємо стандартну ширину прольоту рівною 24 м. Величина кроку колони дорівнює 12 м. Висота прольоту проекрованої ділянки приймається 12 м.

4.2 Розрахунок і проектування стандартного складально-зварювального обладнанн

Підйомна балка, призначена спеціально для підйому контактного пояса і пояса в зборі з формою для наплавлення.

Сама балка являє собою виточену конструкцію, для виготовлення якої використовується Ст.3 ДСТу 4746-2007. Вона повинна витримувати вплив високих температур, агресивного середовища, високих навантажень, і не

руйнуватися при можливих деформаціях внаслідок неправильної її експлуатації.

Однією з головних вимог є габарити балки. Так як балка повинна проходити в отвір контактної пояси для її подальшої експлуатації. Перед використанням балка перевіряється на технічний стан і працездатність несправності. У процесі зачеплення краном балки, підручний повинен допомогти крановому машиністу закріпити балку, і упевнитися в її надійному закріпленні. Фактичне навантаження, яке діє на балку, - 4т. Але для впевненості після виготовлення балки випробовують навантаженням 5т.

На рисунку 4.1 представлено ескіз балки.

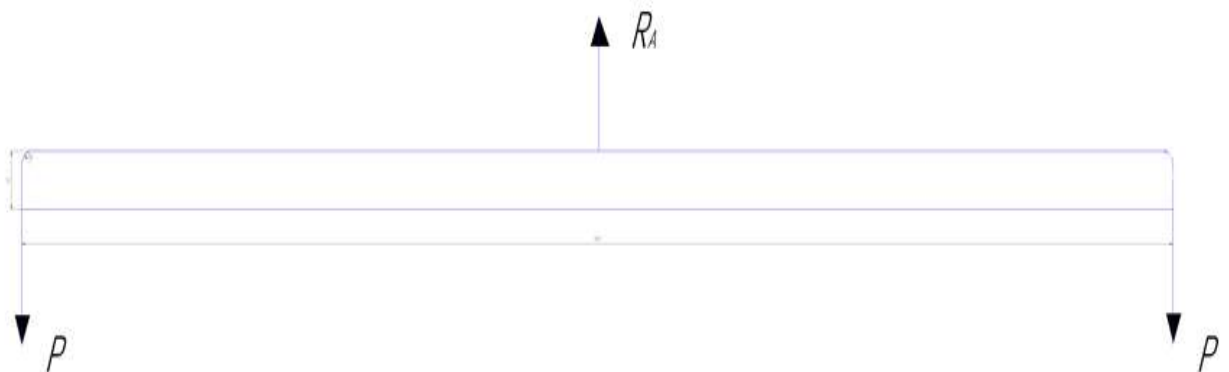


Рисунок 4.1 - Ескіз балки та сили, що діють на неї.

Умова міцності перевіряємо за формулою:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma], \text{ мПа} \quad (4.2)$$

де W_x - осьовий момент опори балки, м³;

M_{\max} - максимальний крутний момент, Н·м.

Для нашого випадку $\sigma_{\max} = 160$ мПа.

Осьовий момент опори балки розраховуємо за формулою:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}, \text{ м} \quad (4.3)$$

Знайдемо для балки:

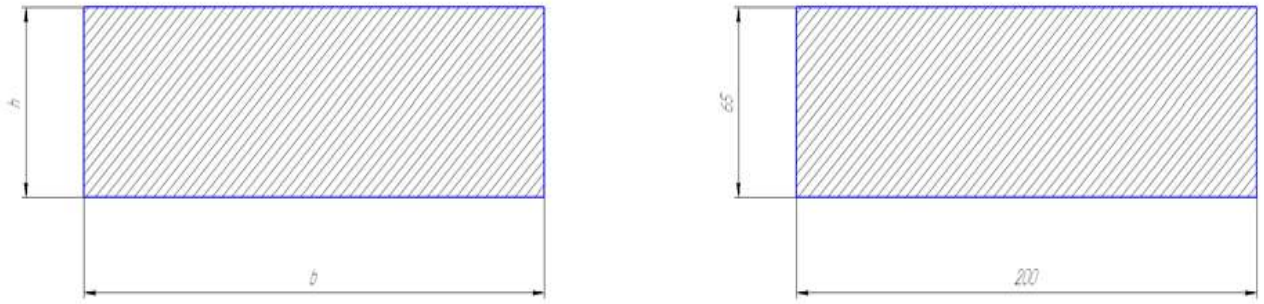


Рисунок 4.2 - Розріз балки для якої робимо розрахунок.

Осьовий момент опори балки :

$$W_x = \frac{0.2 \cdot 0.065^2}{6} = 1.4 \cdot 10^{-4}$$

Маса вантажу, що діє на балку:

$$Q = \frac{5000}{2} = 2500 \text{ кг}$$

Сила яка діє на балку:

$$P = Q \cdot g = 2500 \cdot 9,81 \approx 2,5 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Знаходимо максимальний крутний момент M_{\max} за формулою 4.4:

$$M_{\max} = P \cdot L, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.4)$$

де L - плече дії сили, м

$$M_{\max} = 2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,905 = 22000 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{22000}{1,4 \cdot 10^{-4}} = 15714 \cdot 10^4 = 157,14 \cdot 10^6 \text{ Па} = 157,14 \text{ МПа}$$

Перевіряємо умову :

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]$$

$$157,14 < 160 \text{ МПа}$$

Умова виконується, отже, балка сконструйована правильно і може використовуватися.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У дипломному проекті розробляється технологія пічного наплавлення контактного кільця малого конуса завантажувального пристрою доменної печі. Тому необхідне знання такого обладнання: електромеханічного обладнання, зварювального випрямляча, напівавтомата для зварювання, термічної печі.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

Ураження працівника електричним струмом через відсутність заземлення, пошкодження ізоляції, замикання внаслідок аварії.

Механічні травми, пов'язані зі складальними, монтажними і транспортними операціями, а також отримані при підготовці важких виробів до зварювання. Через недотримання правил охорони праці під час роботи з рухомими механізмами і машинами, що рухаються

Опіки, викликані виплесками розплавленого металу із зони зварювальної дуги.

Отруєння продуктами згоряння робочої атмосфери при втраті герметичності системи підведення газів до печі.

Електроофтальмія сітківки ока через вплив ультрафіолетового випромінювання зварювальної дуги.

Незадовільний стан температурного режиму в робочій зоні через несправність калориферів або інших пристроїв, що контролюють температурний режим.

Загазованість повітряного середовища під час наплавлення через несправність витяжної вентиляції.

Негативний вплив вібрацій під час роботи шліфувального верстата і випрямлячів через неправильне встановлення устаткування і демпфуючих пристроїв.

Невтішне освітлення робочої зони через вихід з ладу освітлювальних приладів або неправильний підбір світильників чи ламп.

Можливість загоряння через порушення правил пожежної безпеки, коротке замикання.

Неправильні дії персоналу в умовах пожежі.

5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки

Невід'ємною частиною заходів з охорони праці є вивчення норм і правил техніки безпеки, виробничої санітарії, гігієни, навчання безпечних методів роботи. Важливим елементом навчання працюючих безпечних прийомів і методів праці є система інструктажів.

Відповідно до ДСТУ 8828:2019 обов'язковими інструктажами з безпеки праці є: вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний. Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці; первинний; повторний; позаплановий керівник робіт.

З метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом необхідне дотримання таких заходів:

Надійна ізоляція всіх проводів, пов'язаних із живленням джерела струму і зварювальної дуги, влаштування геометрично закритих вмикаючих пристроїв, заземлення корпусів зварювальних апаратів. Заземленню підлягають: корпуси джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне обладнання. Перетин заземлювальних проводів має бути не менше 25 мм², $R_{\text{конт}} \leq 4 \text{ Ом}$ згідно з ПУЕ - 2007.

Підключенням, відключенням і ремонтом зварювального обладнання займається тільки черговий електрик. Зварникам забороняється виконувати ці роботи.

Застосування в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на тримач напругу 12 В.

Надійне влаштування електродотримача з хорошою ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварюваним виробом або руками зварювальника згідно з ГОСТ 14651-78 (СТ СЭВ 6305-88) є чинним)) "Електродотримачі для ручного дугового зварювання". Електродотримач повинен мати високу механічну міцність і витримувати не менше 8000 затискачів електродів.

Робота в справному сухому спецодязі згідно з ДСТУ ГОСТ 12.4.129:2004 "Одяг спеціальний. Общие технические требования." і рукавицях згідно з ДСТУ ГОСТ 12.4.129:2004 "Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови.". Під час роботи в тісних відсіках і замкнених просторах обов'язковим є використання гумових калош і килимків згідно з ГОСТ 126-79 (є чинним) " «Калоші гумові клеєні», джерел освітлення з напругою не понад 6-12 В.

Передбачено використовувати на ділянці обладнання, що відповідає умовам ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 Система стандартів безпеки праці. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць. З огляду на непостійну величину електричного опору людського тіла (так, при сухій шкірі, наприклад, опір становить 8000-20 000 Ом, а при вологих руках, пошкодженнях шкіри опір знижується до 400-1000 Ом), безпечною вважають напругу не вище 12 В (переносне освітлення).

Електробезпека установок забезпечується надійною ізоляцією згідно з технічних умов. ГОСТ 839-80 (2002) є чинним))", "Кабелі силові з гумовою ізоляцією" струмоведучих частин устаткування, застосуванням низьких напруг до 42 В для освітлення та живлення інструментів, застосовується також заземлення та занулення неструмоведучих частин устаткування.

Для захисту від механічних травм під час складання металоконструкцій передбачено одяг спеціальний типу Мп, взуття спеціальне з механічною вставкою на шкарпетці типу Мун 200, засоби індивідуального захисту згідно з ДСТУ 7239:2011 "Одяг спеціальний і захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук. Класифікація."

Запобігання небезпеці ураження бризками розплавленого металу і шлаку. Бризки розплавленого металу, що утворюються під час дугового зварювання, мають температуру до 1800 град. С. за якої одяг із будь-якої тканини руйнується. Для захисту від таких бризок зазвичай використовують спецодяг типу БТі за ДСТУ 7239:2011. "Одяг спеціальний. Методи випробування матеріалу при впливі бризок розплавленого металу." (штани, куртку і рукавиці типу БТі) з брезентової або спеціальної тканини. Куртки під час роботи не слід вправляти в штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, тому що в цьому випадку можливі важкі опіки.

Захист очей та обличчя від іскор і бризок розплавленого металу, пилу і горючих частинок шлаку, а також від ультрафіолетового випромінювання здійснюється захисними окулярами типу ЗНД згідно з європейському регіональному стандарту EN 166:2002"Засоби індивідуального захисту очей. Загальні технічні вимоги.", наголовними і ручними щитками типу ННП-С-702 VI за ДСТУ-Н Б А.3.1-27:2014. "Щитки захисні лицьові для електрозварників. Технічні умови."

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони має відповідати вимогам ДБН В.2.2-10:2017"Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги".

Якісну характеристику стану повітря в складально-зварювальних цехах слід здійснювати шляхом відбору проб повітря відповідно до ДБН В.2.2-10:2017" Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони ". Оцінку стану повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень потрібно проводити шляхом відбору парних проб у зоні дихання зварювальника, наплавлювальника або різьбяра під наголовним або ручним щитком, а також у нейтральній зоні для характеристики загального фону забруднення повітря приміщення.

У разі перевищення концентрації шкідливих речовин-інгредієнтів зварювальних аерозолів у повітрі робочої зони (зоні дихання зварювальників) встановлених ГДК робітники-зварювальники забезпечуються засобами

індивідуального захисту органів дихання відповідно до "Методичних рекомендацій по застосуванню засобів індивідуального захисту органів дихання" ВНДІ охорони праці, 1982 р. Засоби індивідуального захисту органів дихання відповідають вимогам ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006 Для цього необхідно застосовувати респіратори "Сніжок ГП-В", "Сніжок Ф-ГПВ", ШБ-1 "Пелюстка", "Кама-200" тощо.

Найефективніший метод запобігання потраплянню зварювальних аерозолів у дихальні шляхи робітника - застосування місцевої вентиляції.

Для захисту робітників від випромінювань зварювальної дуги у видимій, ультрафіолетовій та інфрачервоній ділянці під час наплавлення відкритою дугою застосовуються щитки зварювальника за ДСТУ EN 175-2001.із захисними світлофільтрами.

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях мг/м³[18].

Молибден	Нікель	Окис вуглеця	Окис заліза	Хромовий ангідрид
2	0.1	20	4	0.01

5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Згідно з ДБН В.2.2-10:2017"Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги" норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих підприємств наведено в таблиці 5.2 [19].

Таблиця 5.2 - Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху

Сезон року	Категорія робіт	Температура повітря,, °C	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Холодний період	Середньої тяжкості	18 – 20	60 – 40	0,2
Теплий період	Середньої тяжкості	21 – 23	60 – 40	0,3

Виробничі приміщення, в яких виконуються наплавочні роботи, мають бути обладнані загальнообмінною механічною вентиляцією згідно з ДБН В.2.2-10:2017"Повітря робочої зони", а також пристроями місцевої вентиляції, встановленими на мінімальній відстані від джерел утворення зварювальних аерозолів.

Для визначення параметрів вентиляційної системи необхідно вибрати вентилятор і двигун. Для розрахунку кількості вентилязованого повітря можна використовувати кратність обміну повітря (n), що показує, скільки разів протягом години повинно повністю оновлюватися повітря в приміщенні (n = 2...3 для зварювального виробництва).

Розрахунок проводиться за формулою

$$L_{\text{пов}} = n * V_{\text{пом}} \text{ (м}^3\text{/час)} \quad (5.1)$$

де $V_{\text{пом}}$ - об'єм приміщення м^3

n - коефіцієнт, що показує $L_{\text{пов}} = 2 * 36 * 24 * 12 = 20736 \text{ м}^3\text{/год.}$

Знаючи кількість повітря (L) і повний його тиск (H) можна вибрати двигун і вентилятор для загальної вентиляційної системи.

Повний тиск H визначаємо за допомогою діаграми, знаючи кількість повітря L . За діаграмою вибираємо вентилятор Ц4-70 №12, що комплектується двигуном А2.

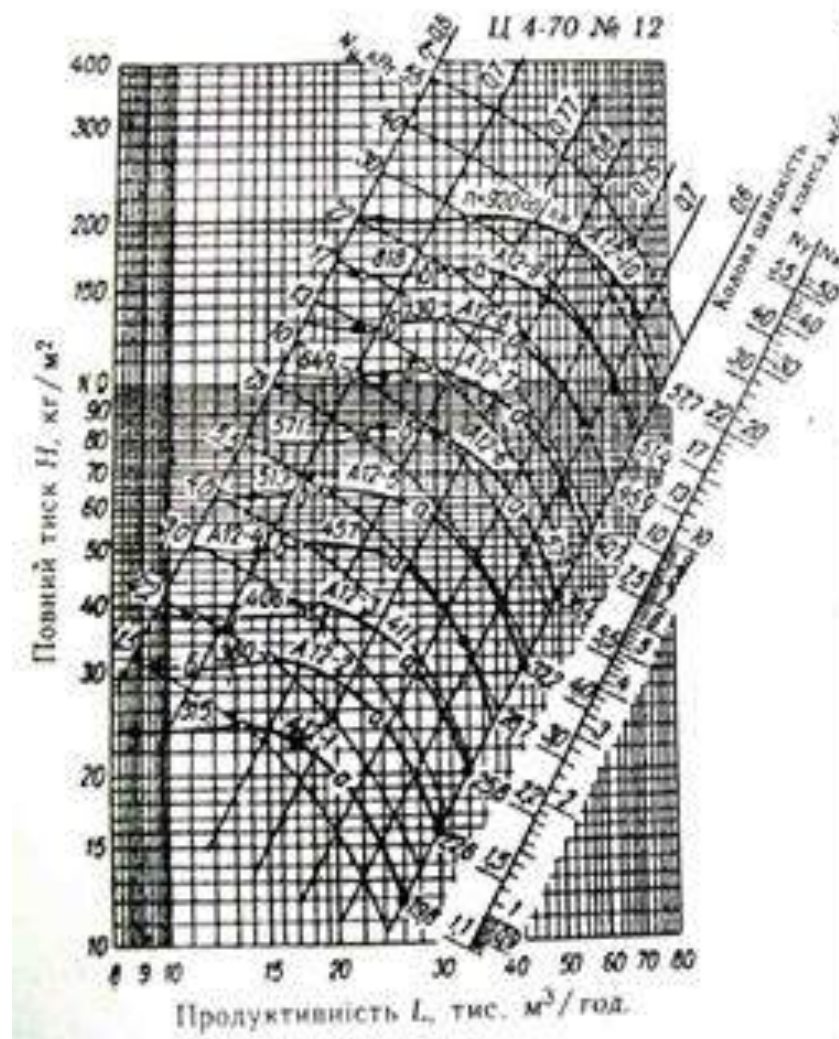


Рисунок 5.1 Аеродинамічні характеристики вентиляторів Ц4-70 №12, що комплектуються двигуном А2.

Потужність двигуна розраховуємо за формулою

$$N_{\text{уст}} = (L \cdot H \cdot K) / (3600 \cdot 102 \cdot n_{\text{в}} \cdot n_{\text{р.п.}}) \quad (5.2)$$

де L - продуктивність вентилятора (м³/год)

H - повний тиск (26 кг/м²)

K - коефіцієнт запасу (1.15)

η_B - ККД двигуна (0.8)

$\eta_{р.п}$ - ККД пасової передачі (0.9)

$N_{уст} = 2.2$ кВт

Незначне перевищення за вібрацією має місце у відділенні шліфування конусів на верстаті СК52100.

Для усунення впливу вібрації використовується спеціальний засіб індивідуального захисту, а саме, робітник взутий у спеціальне взуття, руки захищені рукавицями ДБН В.1.2-10:2021 "Засоби захисту рук від вібрації. Технічні вимоги та методи випробувань.", органи слуху. Крім того, передбачено 10-15 хвилинні перерви після кожної години роботи і комплекс фізіопрофілактичних заходів. Під час проектування враховувалися вимоги ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 "Віробезпека. Загальні вимоги".

Тип двигуна визначаємо з таблиці А02-31-4 ($n = 1420$ об/хв, $N_{уст} = 2.2$ кВт)

Проект вентиляції виконано відповідно до ДСТУ Б EN 15251:2011 «Розрахункові положеннями ДБН В.2.6-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціонування". Під час проектування враховувалися вимоги ДБН В.2.2-10:2017 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" і ДБН В.2.2-28:2010 "Санітарні норми проектування промислових підприємств. Норми проектування".

Під час контролю виробничого освітлення слід керуватися вимогами ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" з урахуванням характеру і точності зорової роботи.

На проектованій ділянці передбачено комбіноване виробниче освітлення. Природне освітлення є основним під час робіт у виробничих приміщеннях з віконними прорізами і світловими ліхтарями. Згідно зі ДБН В.2.5-28-2006

"Природне і штучне освітлення. Норми проектування", коефіцієнт природного освітлення при комбінованому освітленні дорівнює 5 %.

Штучне освітлення передбачається в приміщеннях, у яких природне освітлення недостатнє, і для освітлення приміщення в нічні години.

5.4 Заходи з пожежної безпеки

Відповідно до СНиПу 2.09.02-85 (є чинним) "Норми проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств" приміщення, яке ми проектуємо, належить до категорії Г, оскільки на ділянці використовуються не горючі речовини в гарячому і розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор і полум'я.

Відповідно до СНиП 2.09.02-85 (є чинним) "Норми проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств" за категорією виробництва ступінь вогнестійкості прийнято II (основні елементи виконані з вогнетривких матеріалів), і оскільки будівля, у якій розміщено дільницю, одноповерхова, площу поверху між протипожежними стінами будівлі приймають 1500 м².

Для забезпечення швидкої евакуації передбачається

- а) ширина проходу - 1 м;
- б) ширина дверей - 1 м;
- в) ширина коридору - 1,5 м.

Об'єм виробничого приміщення на одного робітника має бути не менше 15 м³ ($24 * 36 * 12 / 21 = 493.7 < 15$ - умова виконується). А площа - 4.5 м² ($24 * 36 / 21 = 41.1 < 4.5$ - умова виконується).

Як первинні засоби пожежогасіння передбачено використання 2 переносних вогнегасників порошкових ОП-5, відстань між вогнегасником і місцем можливого загоряння - не більше ніж 70м.

На ділянку площею 864 м² прийнято:

- пожежний щит - 2 шт., який включає:
- вогнегасник ОХП-10 - 1 шт;

- вогнегасник ОУ-5 - 1 шт;
- ящик із піском 0,5 м - 1 шт;
- лопати залізні - 2 шт.
- кошма - 1 шт;
- багор - 1 шт;
- відро - 2 шт.

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння тільки електроустановок. В електроустановках передбачено такі заходи пожежної безпеки:

- силова розводка виконана прихованою в трубах;
- силова апаратура забезпечена захистом від коротких замикань.

У складських приміщеннях передбачено такі заходи з пожежної безпеки:

- чітка організація зберігання матеріальних цінностей, що забезпечує вільний доступ до всіх стелажів;
- суворе дотримання правил спільного зберігання матеріалів, хімікатів;
- оснащення складів пожежною сигналізацією та засобами пожежогасіння;
- поділ складів на відсіки протипожежними стінками за ознаками однорідності засобів пожежогасіння і можливості спільного зберігання матеріалів.

Для захисту від блискавок передбачено влаштування магнітопроводів. З метою захисту від статичної електрики передбачається заземлення неструмоведучих частин обладнання. Металеві магнітопроводи ставляться через кожні 40 - 50 м. Зволоження повітря до 65-70% дає змогу зменшити електризацію матеріалу.

Згідно зі СНиП 2.01.02 – 85(є чинним) "Норми проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств" для організації виробництва в одноповерховій будівлі потрібно забезпечити мінімальний ступінь вогнестійкості конструкції. Ступінь вогнестійкості основних будівельних конструкцій наведено в таблиці 5.3 [14].

За ДСТУ 8828:2019 "Пожежна безпека. Загальні положення " необхідно, щоб безпека людей була забезпечена в разі виникнення пожежі в будь-якому місці об'єкта, водночас на ділянці має бути передбачена електрична сигналізація і система радіоповіщення. Систему пожежного захисту має бути розроблено таким чином, щоб нормативна ймовірність впливу небезпечних чинників пожежі на людей становила не більше ніж 0,000001 на рік у розрахунку на окрему людину.

Пожежний захист має забезпечуватися максимально можливим застосуванням негорючих і важкозаймистих матеріалів. Для запобігання виникненню пожеж від коротких замикань в електроустановках передбачені пристрої автоматичного відключення від мережі. Контактні пристрої та вимикачі, в яких відбувається розмикання електричних мереж, закриваються кожухами, що оберігають від іскріння. Кабелі електропроводів повинні захищатися спеціальною ізоляцією або повинні прокладатися в металевих трубах з ізоляцією в місцях можливих механічних пошкоджень.

Дану виробничу ділянку рекомендується оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками ємністю 5 л з розрахунку 2 вогнегасники на 1000 м². площа спеціалізованої ділянки складається 144 м², тому для дотримання правил пожежної безпеки необхідно встановити 2 вогнегасники марки ОУ-5. Відстань між вогнегасниками та місцем можливих спалахів не повинні перевищувати 20м

Таблиця 5.3 - Ступінь вогнестійкості будинків і споруд

Основні будівельні конструкції	Ступінь вогнестійкості II	
	Група займистості	Межа стійкості, год
Несучі стіни та колони	Незгоряння	2,0
Плити, перегородки та інші несучі	Незгоряння	0,75

конструкції		
Внутрішні перегородки, сходові клітки	Важкозаймисті	0,25
Протипожежні стіни	Незгоряння	2,5

5.5 Заходи з цивільної оборони

Оцінимо стійкість будівлі та мереж комунікацій наплавочного цеху до впливу вражаючих факторів ядерного вибуху. Вражаюча дія ядерного вибуху визначається механічним впливом ударної хвилі, тепловим впливом світлового випромінювання, радіаційним впливом проникаючої радіації та радіоактивного зараження.

Вихідні дані: цех розташований з відривом 6 км від можливої точки прицілювання $R=6$ км, очікувана потужність ядерного боєприпасу $q=200$ кт; можливе максимальне відхилення ядерного боєприпасу від точки прицілювання $r_0=0,5$ км; швидкість вітру $V_v=25$ км/год у бік цеху.

Визначимо за даними джерела [15] рівень радіації у районі наплавочного цеху.

Мінімальна відстань до можливого центру вибуху

$$R_x = R - r_0 = 6 - 0,5 = 5,5 \text{ км} \quad (5.6)$$

де R - ймовірна точка прицілювання;

r_0 – можливе максимальне відхилення ядерного боєприпасу від точки прицілювання.

Знаходимо рівень радіації, знаючи, що

$$R_x = 5,5 \text{ км, } q = 200 \text{ кт і } V = 25 \text{ км / год}$$

$$R_{\max} = 7600 \text{ Р/год}$$

Визначимо проникаючої радіації з відривом

$$R_x = 5,5 \text{ км для } q = 200 \text{ кт}$$

Дпр. max=0

Максимальне значення надлишкового тиску, очікуваного біля наплавочного цеху дорівнює

$q=200 \text{ кт Рф max}=13 \text{ кПа}$

Основними елементами цеху є: будівля, трансформатори, крани, магнітні пускачі, контрольно-вимірювальна апаратура, електромережа та трубопроводи.

Наплавний цех виявиться в зоні слабких руйнувань вогнища ядерного вибуху з максимальним надлишковим тиском ударної хвилі 13 кПа, а межа стійкості наплавного цеху ударної хвилі 10 кПа, що менше за max. Отже, цех нестійкий до ударної хвилі. Найбільш уразливим елементом цеху є контрольно-вимірювальна апаратура, яка отримує слабкі руйнування. Її необхідно розмістити у підвальних приміщеннях або накрити кожухами, тим самим підвищитися переділ стійкості цеху ударної хвилі.

Максимальне значення світлового імпульсу, очікуваного біля зварювального цеху дорівнює $U_{\text{св max}}=502 \text{ кДж/м}^2$. Надлишковий тиск Росії = 13 кПа. Значить наплавний цех опиниться в зоні відокремлених пожеж. Наплавний цех нестійкий до світлового випромінювання. Межа стійкості цеху становить 260 кДж/м^2 .

Пожежну небезпеку становлять вікна (рами) та двері, виконані з дерева та пофарбовані в темний колір.

На існуючих об'єктах заходи щодо підвищення стійкості доцільно проводити в процесі реконструкції чи виконання інших ремонтно-будівельних робіт.

Доцільно підвищити межу стійкості зварювального цеху до 502 кДж/м^2 , провівши такі заходи: замінити дерев'яні рами на металеві, оббити двері ліжковою сталлю, провести у цеху профілактичні протипожежні заходи.

Результати оцінки стійкості цеху впливу світлового випромінювання ядерного вибуху праведні у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати оцінки стійкості цеху до впливу світлового випромінювання [15].

Найменування будівель, споруд та їх характеристика	Ступінь вогнестійкості	Категорія пожежної небезпеки виробництва	Пожежонебезпечні елементи	Сила випромінювання, що викликає заpalення елемента, кДж/м ²	Межа стійкості цеху кДж/м ²
Будівля зі збірного залізобетону, покрівля черепична, підлога бетонна, вікна та двері дерев'яні	II	Г	Двері та вікна	260	260

5.6 Висновки у розділі «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

На ділянці, що проектується основними шкідливими факторами, що супроводжують процес наплавлення малого конуса, є: пил, газу і аерозолі, вібрація і т.д. До небезпечних виробничих факторів належать: вплив електричного струму, іскри та бризки, викиди розплавленого металу та шлаку.

Для запобігання ураженню електричним струмом передбачено використовувати на ділянці обладнання, що відповідає умовам ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009 «Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки». Електробезпека установок забезпечується надійною ізоляцією згідно з ДСТУ ІЕС 60245-2:2005 «Кабелі силові з гумовою ізоляцією».

Для захисту від механічних травм при складанні металоконструкцій передбачено одяг спеціального типу Мп, взуття спеціальне з механічною вставкою на носінні типу Мун 200, засоби індивідуального захисту за ДСТУ 7239:2011 « Одяг спеціальний та захисний, засоби індивідуального захисту ніг та рук. » Класифікація.

- Запобігання небезпеці ураження бризками розплавленого металу та шлаку здійснюється за допомогою використання спецодягу типу БТі за ДСТУ 7239:2011 «Одяг спеціальний. Методи випробування матеріалу при впливі бризок розплавленого металу. (штани, куртку та рукавиці типу) з брезентової або спеціальної тканини.

- Захист очей та обличчя від іскор та бризок розплавленого металу, пилу та горючих частинок шлаку а також від ультрафіолетового випромінювання здійснюється захисними окулярами типу ЗНД за ДСТУ7239_2011. «Засоби індивідуального захисту очей. Загальні технічні вимоги.», наголовними та ручними щитками типу ННП-С-702 VI згідно з ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 «Щитки захисні лицьові для електрозварювальників. Технічні умови.»

- при перевищенні концентрації шкідливих речовин-інгредієнтів зварювальних аерозолів у повітрі робочої зони (зоні дихання зварювальників) встановлених ГДК робітники-зварювальники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів дихання згідно з "Методичними рекомендаціями щодо застосування засобів індивідуального захисту органів дихання" ВНД19 охорони праці.

Виробничі приміщення, в яких виконуються наплавні роботи, повинні бути обладнані загальнообмінною механічною вентиляцією згідно з ДСТУ EN 482:2016 «Повітря робочої зони». Для забезпечення відведення шкідливих газів і продуктів згоряння зварювального виробництва було розроблено систему витяжної вентиляції, що складається з повітроводів, вентилятора Ц4-70 №12, що комплектується двигуном А02-31-4. Передбачено систему місцевої вентиляції, встановлену на мінімальній відстані від джерел утворення зварювальних аерозолів.

- На ділянці, що проектується, передбачено комбіноване виробниче освітлення згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення. Норми проектування».

- Під час проектування враховувалися вимоги ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги»-

Дана ділянка відноситься з електро- та пожежної безпеки до приміщень без підвищеної небезпеки. За ДСТУ 8828_2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» необхідно, щоб безпека людей була забезпечена у разі виникнення пожежі в будь-якому місці об'єкта, при цьому на ділянці повинна бути передбачена електрична сигналізація та система радіо сповіщення.

ВИСНОВОК

У цьому дипломному проекті розроблено технологію пічного наплавлення контактного кільця малого конуса доменної печі.

Проаналізовано види зношування малого конуса доменної печі під час експлуатації, а також найбільш перспективні способи зміцнення контактної поверхні малого конуса, серед яких розглянуто вдосконалену технологію пічного наплавлення з використанням форми багаторазового використання – кокіля.

Пічне наплавлення є найефективнішими способами зміцнення при застосуванні як наплавочних матеріалів реліту і карбїду хрому.

Дослідно-промислові випробування сплавів на основі реліту і карбїду хрому показали, що зносостійкість зміцнених деталей засипних апаратів підвищується в 1,2-1,6 рази.

Досвід експлуатації засипних апаратів, зміцнених композиційним сплавом на основі реліту, свідчить про те, що наплавлення цим сплавом пічним способом необхідно виконувати строго за інструкцією Інституту електрозварювання ім. Патона. Патона. Відхилення від інструкції з наплавлення і механічної обробки призводять до появи дефектів, що знижують ефективність застосування сплаву.

Для наплавлення і термообробки засипних апаратів доцільно використовувати круглі печі з кільцевим підігрівом по всьому контуру деталі.

Однак через складність виготовлення кокіля та інших особливостей процесу, була обрана технологія пічного наплавлення з використанням оснастки одноразового використання, що виготовляється з листового прокату доступного на самому підприємстві – виробнику малого конуса, що економічно вигідніше, ніж інші способи зміцнення.

Передбачено заходи щодо охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Споруди та обладнання доменних цехів» для студентів денної форми навчання напряму 6.050401 – Металургія /Укл.: Крячко Г.Ю., Сафіна-Валуєва Л.О. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. – 87 с
2. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теорія і технологія доменного процесу» для студентів напряму 6.050401 Металургія /Укл.:Крячко Г.Ю. – Дніпродзержинськ; ДДТУ, 2014р., с 60
3. Засыпные устройства доменных печей / Н.Н. Чернов, М.А. Тылкин, И.Л. Кордабнев. - М.: ЦНИИ чёрной и цветной металлургии, 1962. - 239с.
4. Грузинов В.К. Механическое оборудование доменных цехов, ч.1. Машгиз, 1954.
5. Сорокин В.Г. Стали и сплавы. Марочник. - М.: Интермет ИНЖИНИРИНГ, 2001. – 608с.
6. Наплавка и комбинированные методы обработки засыпных аппаратов доменных печей / Под ред. И.А. Толстова, Л.И. Зверев. - М.: Металлургия, 1987. – 152с.
7. Кравцов Т.Г. Электродуговая наплавка электродной лентой. – М.: Машиностроение 1978. – 167 с.
8. Тылкин М.А. Прочность и износостойкость деталей металлургического оборудования. М.: Металлургия, 1965. – 367 с.
9. Шехтер С.Я. Восстановление оборудования механизированной наплавкой. - М.: Металлургия, 1965.- 135с.
10. Спиридонова И.М., Суховая Е.В., Безрукавая О.Г., Ващенко А.П. Гранулированные борсодержащие железные материалы для износостойких композиционных покрытий//Техника машиностроения.-2006.-№2.-С.75-78.
11. Коневкин И.И. Восстановление деталей доменных печей. – К.: Металлургия, 1977. – 230с.

12. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. – М.:Машиностроение, 1980 – 319 с.
13. Технічні данні двохстійкові токарно-карусельні верстати <https://stanko-arena.ru/catalogue/dalian-feida-kitauy1/tok-karuselnye-stanki-s-chpu-ck52.html>
14. Экономика, организация производства в дипломных проектах по технологическим специальностям.-К: 1992 – 320с.
15. Безопасность производственных процессов. Справочник /Под общ. ред. С.В.Белова. – М.: Машиностроение, 1985. – 448с.
16. Безопасность производственных процессов / Под ред. Беляева. – М.: Машиностроение, 1984. – 462 с.
17. Охрана труда /Под ред. Б.А.Князевского. – М.: Высш.школа, 1982. – 311с.
18. Кречетников Н.П., Оловянишников Н.П. Гражданская оборона на машиностроительных предприятиях. М.: Машиностроение, 1972. - 136с
19. ДСТУ 4746-2007 Національний стандарт України.Прокат сортовий сталевий.Гарячекатаний квадратний. Інтернет ресурс Джерело http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTU2/dstu_4746-2007.pdf
20. ДСТУ 8781:2018 Виливки зі сталі. Загальні технічні умови. Інтернет ресурс .Джерело <https://uscc.ua/dstu-87812018-vilivki-zi-stali-zagalni-tehnicni-umovi-z-popravkou-1-2>
21. ДСТУ EN 482:2016 Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин (EN 482:2012+A1:2015, IDT) Інтернет ресурс Джерело https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=67247
22. ДСТУ-Н Б А.3.1-34:2016 Настанова з виробництва бетонних і залізобетонних виробів. Інтернет ресурс Джерело http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65192

23. ДБН В.2.5-28:2018. (Проект, остаточної редакції). Київ. Мінрегіонбуд. 2018 рік.157 сторінок. Інтернет ресурс .Джерело https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_8828_2019.pdf

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2.

Дубл.				Разраб.	Авдеева.Т.В		
Взам.				Провер.			
Подл.				Н. контр.	Попов С.М		
					Листов 4	Лист 1	
				ГКІЮ 01.007.22.000 СБ			
				ДП			
<p>МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Національний університет «Запорізька політехніка»</p>							
СОГЛАСОВАНО		КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ				УТВЕРЖДАЮ	
_____		на розроблення технологічного процесу відновлення				_____	
_____		контактного пояса малого конуса пічним				_____	
_____		наплавленням композиційними сплавами				_____	
Нормоконтроль				Зав. кафедрой ОТЗВ			
Дата				Дата			
Внедрен в производство				Комплект документов			
Акт № _____ Дата _____.				соответствует			
ТД							

ГОСТ 3.1118-82 Форма 16.

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов 4	Лист 2		
Разраб.			Авдеева Т.В								ГКІЮ 01.007.22. 000 СБ			
Пров.			Капустян О.Є.											
Н. контр.			Попов С.М.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа				
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
01														
А 02					10	Транспортна								
Б 03	Кран-балка													
О 04	Встановити контактний пояс малого конуса на підставку для контролю якості				III					0,05	0,5			
05														
А 06					20	Підготовча								
Б 07	Підставка													
О 08	Вхідний контроль якості				IV					0,15	1,5			
09														
А 10					30	Підготовча								
Б 11	Підставка													
О 12	Обробка поверхні та зварювання герметичних швів				IV					0,6	6			
13														
А 14					40	Підготовча								
Б 15	Гасова проба													
О 16	Перевірка герметичних швів і підготовка до наплавлення				IV					1	10			
17														
А 18					50	Транспортная								
Б 19	Кран-балка													
О 20	Встановити деталь в камерну піч				III					0,2	2			
21														

Дубл.																								
Взам.																								
Подл.																								
													Листов 4	Лист 3										
Розроб.			Авдеева Т.В.											ГКІЮ 0100722. 000 СБ										
Пров.			Капустян О.Є.																					
Н. контр.			Понов С.М.																					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции					Обозначение документа														
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт										
К/М	Наименование детали сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх										
А 22	60Зварювальна																							
Б 23	Підставка																							
М 24	Приварювання воронки і розпірного кільця																							
О 25	Напівавтомат ПДГО - 601С																							
О 26	Джерело живлення ВДУ-601С														62									
М 27	Порошковий дріт ПП АН-8, Ø 3.2 мм																							
А 28	Ісв = 220 - 250 А, Уд = 26 - 28 В, Усв = 15-20 м/год.																							
Б 29																								
О 30	70.Підготовча														2									
31	Підставка																							
А32	Завантаження реліту і мельхіору																							
А 33	80Зварювальна																							
Б 33	Підставка																							
О 34	Приварювання кільця і трубки														6									
35	Напівавтомат ПДГО - 601С																							
А36	Джерело живлення ВДУ-601С																							
Б 37	90 Транспортна																							
О 38	Кран-балка																							
А39	Встановлюємо контактний пояс на токарно-карусельний верстат для механічної обробки					ІІІ					0,2		2											
40																								

