

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Гірничо-металургійний факультет  
Кафедра металургії та організації виробництва

«Допущено до захисту»  
Гарант ОПП



Сергій СЕМІРЯГІН

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Металургія сталі»  
за спеціальністю 136 Металургія

на тему «Дослідження умов роботи футерівки при  
зміні теплонавантаження і хімічного складу шлаку»

Керівник роботи

Христина МАЛІЙ

Наставник від бази  
практики

Олег КУЧЕР

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають  
посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Владислав КУСТІКОВ

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Євген БРАГІНЕЦЬ

Запоріжжя 2025

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	<u>гірничо-металургійний</u>
Кафедра	<u>металургії та організації виробництва</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>136 Металургія</u>
ОПП	<u>Металургія сталі</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

Сергій СЕМІРЯГІН

25 грудня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

**Кустікову Владиславу Валерійовичу**

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Дослідження умов роботи футерівки при зміні теплонавантаження і хімічного складу шлаку»  
керівник роботи Малій Христина Василівна, доцент, канд. техн. наук.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом Університету №238/14.10.2024 від 14.10.2024 р
2. Термін подання роботи: 15 лютого 2025 р.
3. Вихідні дані до роботи Навчальна, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи з тематики сталеплавильного виробництва, науково-технічні літературні джерела, технологічні інструкції, дані ПрАТ «Запоріжсталь».
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. Розділ 1. Аналітичні дослідження експлуатації футерівки сталерозливних ковшів. Розділ 2. Основна частина. Статистичний аналіз даних роботи сталерозливного ковша на різних етапах експлуатації футерівки. Визначення взаємозв'язків впливу ступеню зношення вогнетривів з показниками виплавки сталі в подовому агрегаті і експлуатаційними характеристиками. Розробка пропозицій по покращенню технології експлуатації сталерозливного ковша. Розділ 3. Охорона праці в пічному відділенні. Розділ 4. Розрахунки економічної доцільності запропонованих рішень. Висновки. Перелік використаних джерел. Додатки.
5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 6 слайдів основної частини, 1 слайд економічна частина.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
Розділ 1	Малій Х.В., доцент
Розділ 2	Малій Х.В., доцент
Розділ 3	Малій Х.В., доцент
Розділ 4	Латишева О.В, доцент

7. Дата видачі завдання 25.12.2024 р

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Теоретичний розділ (Аналітично-пошуковий)	25.12.2024-03.01.2025
2	Розділ 2. Технологічний розділ	03.01.2025-23.01.2025
3	Розділ 3. Охорона праці	23.01.2025-26.01.2025
4	Розділ 4. Економічний розділ	26.01.2025-30.01.2025
5	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, автореферат	30.01.2025-03.02.2025
6	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	03.02.2025-05.02.2025
7	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	05.02.2025-15.02.2025
8	Рецензування завершеної роботи. Захист	15.02.2025-20.02.2025

Здобувач

Владислав КУСТИКОВ

Керівник роботи

Христина МАЛІЙ

## АНОТАЦІЯ

*Кустіков Владислав Валерійович.* Дослідження умов роботи футерівки при зміні теплонавантаження і хімічного складу шлаку.- Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 136 Металургія, ОПП «Металургія сталі» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2025.

*Об'єктом дослідження:* футерівка сталерозливного ковша в умовах мартенівського цеху.

*Предметом дослідження:* робота футерівки при зміні теплонавантаження і хімічного складу шлаку.

У першому розділі проаналізовано аналітичні дослідження експлуатації футерівки сталерозливних ковшів. Надана загальна характеристика призначенню і пристрою сталерозливного ковша, його технічне обслуговування і ремонт. Розглянуто вплив виплавки сталі на стійкість футерівки. В результаті визначена необхідність та переваги використання високотемпературної експлуатації, сформульована невирішена частина проблеми, яку планується досліджувати та вирішувати в рамках кваліфікаційної роботи.

У другому розділі проведено статистичний аналіз даних роботи сталерозливного ковша на різних етапах експлуатації футерівки, визначено взаємозв'язки впливу ступеню зношення вогнетривів з показниками виплавки сталі в подовому агрегаті і експлуатаційними характеристиками. Розроблено пропозиції щодо покращення технології експлуатації сталерозливного ковша, рекомендації щодо заощадливого режиму експлуатації сталерозливних ковшів.

У третьому розділі охорона праці в пічному відділенні розглянуто загальні положення, шкідливі та небезпечні фактори щодол роботи в ковшовому відділенні мартенівського цеху. Зазначено основні вимоги безпеки для ковшового.

В четвертому розділі виконано розрахунки економічної доцільності запропонованих рішень, а саме рекомендована організація високотемпературної експлуатації футерування ковша у ковшовому відділенні. Розрахована собівартість вогнетривів та можливий економічний ефект при впровадженні запропонованих рішень.

**ФУТЕРІВКА, СТАЛЕРОЗЛИВНИЙ КІВШ, ШЛАК, ВОГНЕТРИВИ, КОВШОВЕ ВІДДІЛЕННЯ, ВИПЛАВКА СТАЛІ**

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФУТЕРІВКИ СТАЛЕРОЗЛИВНИХ КОВШІВ	7
1.1 Призначення і пристрій сталерозливного ковша	7
1.2 Технічне обслуговування і ремонт	11
1.3 Вплив виплавки сталі на стійкість футерівки	12
1.4 Технологія та обладнання високотемпературної експлуатації футрування сталеразливних ковшів	20
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА. ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ВПЛИВУ СТУПЕНЮ ЗНОШЕННЯ ВОГНЕТРИВІВ З ПОКАЗНИКАМИ ВИПЛАВКИ СТАЛІ В ПОДОВОМУ АГРЕГАТІ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	31
2.1 Умови експлуатації і обслуговування сталерозливних ковшів	32
2.2 Статистичний аналіз роботи сталерозливних ковшів	42
2.3 Аналіз впливу параметрів виплавки сталі в ДСПА-1 на стійкість футерівки сталерозливних ковшів	49
2.4 Розробка рекомендацій щодо заощадливого режиму експлуатації сталерозливних ковшів	57
3 ОХОРОНА ПРАЦІ В ПІЧНОМУ ВІДДІЛЕННІ	59
3.1. Загальні положення	59
3.2 Шкідливі фактори	65
3.3 Небезпечні фактори	71
3.4 Вимоги безпеки для ковшового мартенівського цеху	74
3.5 Відповідальність працівника порушення інструкції з охорони праці	78
4 РОЗРАХУНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	79
4.1 Розрахунок собівартості вогнетривів	79
4.2 Розрахунок економічного ефекту	86
ВИСНОВКИ	88
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	91

## ВСТУП

В сучасному виробництві сталі доля витрат на вогнетривки та їх складові може досягати до 2 % кінцевої вартості металу, навіть без витрат на проведення планових ремонтів. Тому задача підвищення стійкості футерівки є важливою задачею в розвитку металургії.

У процесі виробництва, вогнетривкі матеріали піддаються процесам постійної зміни температур, заливки, витримки, випуску, позапічної обробки, тепловим ударами, постійному впливу високих температур сталі й шлаків, хімічному впливу розплавів металу, шлаків і продуктів розкислення. Стійкість футерівки і інтенсивність її зношування змінюються в широких межах і залежать від спільного впливу різних факторів, таких як хімічний склад виплавляємих сталей, шлаків, хімічний склад і властивості вогнетривів, температура розплаву й футерівки, в'язкість шлаку, тривалість витримки розплаву в ковші, від способу позапічної обробки, режимів експлуатації ковшів та ін.

Одну з головних ролей при зносі вогнетривів відіграє шлак. Його агресивна дія на футерівку визначається хімічним складом, температурою, в'язкістю та тривалістю контакту з розплавом.

Теплова робота футерівки сталерозливних ковшів відбувається в умовах змінних температурних режимів з великими амплітудами коливань залежно від сталеплавильного агрегата, позапічної обробки, технології розливки, хімічного складу сталей та інших факторів. Температура сталі та шлаку в ковші змінюється в інтервалі 1550–1700 °C і більше.

Сталерозливний ківш в сучасних технологічних процесах металургійного підприємства використовується для виконання різних технологічних операцій, і є важливим металургійним агрегатом. З впровадженням в виробництві новітніх технологічних прийомів функції сталерозливного ковша зросли ще більше. Отже, зросли і вимоги, що

пред'являються до якості вогнетривів та умови їх експлуатації. Підвищення якості показників вогнетривів для футеровки сталерозливного ковша важливо, але в сучасному виробництві на підприємствах все більше уваги приділяють поліпшенню технологічних умов експлуатації футерівки сталерозливних ковшів. Під поліпшенням технологічних умов експлуатації ковшів слід розуміти моніторинг і визначення основних факторів, що впливають на експлуатаційні властивості вогнетривів. Це своєю чергою має прямий вплив на стійкісні показники ковшів, з метою підвищення їх характеристик. Одним з важливих факторів є обертаємість ковшів. Висока обертаємість ковшів дозволяє експлуатувати футеровку в більш стабільних умовах (при високих температурах), уникаючи температурних перепадів та термоударів для вогнетриву.

Досвід роботи низки зарубіжних підприємств показав, що при виконанні умов високотемпературної експлуатації футерівки, можливо збільшити стійкість футерування ковшів та зменшити витрату вогнетривів.

# 1 АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ФУТЕРІВКИ СТАЛЕРОЗЛИВНИХ КОВШІВ

## 1.1 Призначення і пристрій сталерозливного ковша

Ковші сталерозливні призначені для прийому рідкої сталі, виплавленої в мартенівських печах, електропечах або конверторних установках, транспортування її в розливочний проліт або проліт неперервної розливки сталі та виконання процесу розливки.

Місткість сталерозливних ковшів зазвичай становить від 0,5 до 500 т. Основні розміри ковшів різної ємності наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.1 - Основні розміри сталерозливних ковшів.

Ємність ковша, т	Основні розміри ковша, мм			Маса, т	
	Висота	Діаметр		Футерівки	Завантаженого ковша
		Зверху	Знизу		
50	800	2620	2340	9,7	80,0
100	3450	3400	2950	18,0	140,0
250	4350	4200	3570	35,8	320,0
480	5660	5430	4615	62,3	630,0

Ківш сталерозливний складається з корпусу, шлакового носка (при необхідності) та кантуючого пристрою.

Окрім того ковші можуть бути укомплектовані стопорними пристроями (одним або двома) або шиберними затворами (один або двома), або без стопорних пристроїв або шиберних затворів.

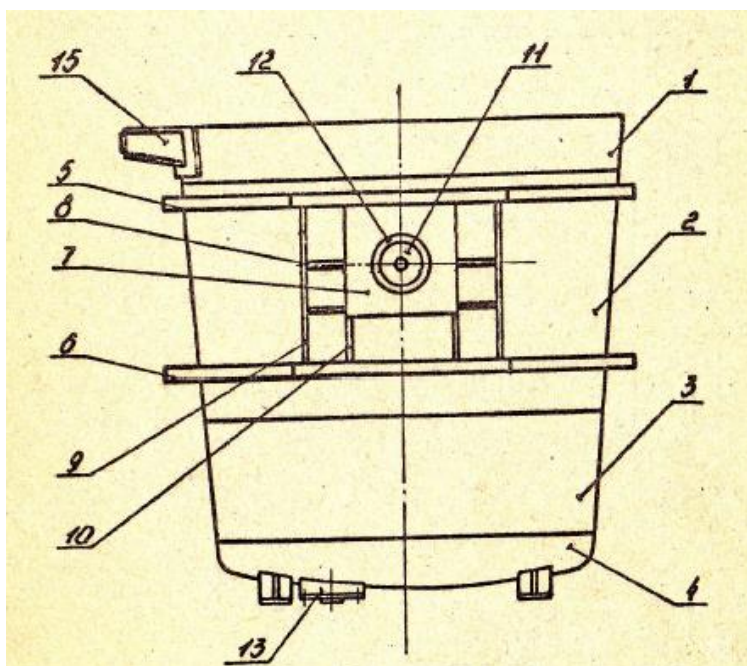


Рисунок 1.1 - Сталерозливний ківш

Корпус ковша (рис 1.1) являє собою зварний конічний посуд ,що складається з верхньої 1, середньої 2 ,та нижньої обічайок та днища 4

Для надання корпусу необхідної жорсткості середня обічайка укріплюється верхнім 5 та нижнім 6 поясами жорсткості. В діаметрально протилежних сторонах до обічайки та поясів жорсткості приварені цапфові плити 7 та ребра жорсткості 8 та 10 .В отворах цапфових плит запресовані цапфи 11 для захоплення ковша гаками розливочного крана.

В ковшах малої ємності цапфові плити та цапфи можуть бути виконані цільними з однієї поковки. На торцях цапф приварені фланці . Днище ковша виконано сферичної форми. В нього вварюються фланці для кріплення сталерозливного стакана або шиберного затвору. До днища кріпиться кронштейн кантуючого пристрою. До верхньої обічайки корпуса ковша кріпиться ,при необхідності шлаковий носок 15 ,що слугує для зливу шлаку. Кріплення носка до корпуса-роз'ємне.

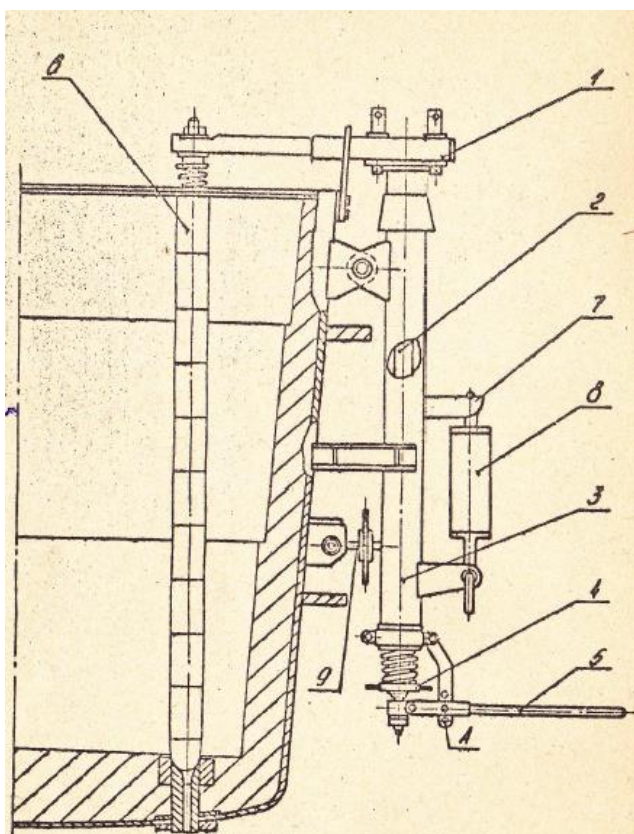


Рисунок 1.2- Стопорний пристрій сталерозливного ковша

Пристрій стопорний (рис 1.2) ричажного типу призначений для відкриття і закриття отвору сталерозливного стакана під час розливки сталі. Управління стопором може здійснюватись як вручну так і за допомогою гідроприводу. На стопорному пристрої є вузли 7 для встановлення гідроциліндру 8 що дозволяє виконувати дистанційне керування стопором. В нормальному положенні стопор щільно закриває отвір розливного стакану за рахунок ваги деталей стопора що рухаються та зусиль пружини.

Стопорний пристрій складається з наступних вузлів та деталей: вилки стопора 1 ,повзуна 2, труби направляючої 3, штурвала 4, рукоятки 5 ,регулюючого вузла 9.

Вилка стопора 1 призначена для передачі поступального руху штанзі 6 стопора при відкритті та закритті отвору розливного стакану. Повзууну 2 ,що жорстко з'єднаний з вилкою стопора

передається поступальний рух від рукоятки 5. Рух повзуна здійснюється в трубі направляючої 3. Кріплення стопорного пристрою до корпусу ковша – роз'ємне.

Для фіксації положення стопора при закритому отворі розливного стакану слугує штурвал 4 . Щоб відкрити отвір стакану ,необхідно обертаючи штурвал перевести його в нижнє положення та натиснути рукоятку 5 вниз, при цьому за рахунок повороту рукоятки кінець ричага, що шарнірно пов'язаний з повзуном 2 ,підіймає вилку стопора 11 та футерований стержень 6.

Регулювання положення стопорного пристрою здійснюється за допомогою регулюючого вузла 9.

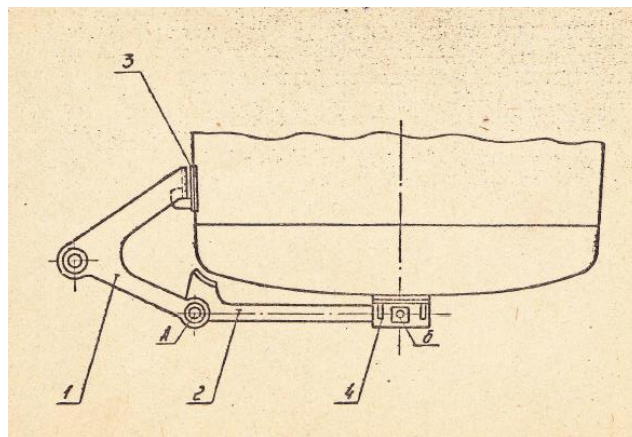


Рисунок 1.3 - Кантуючий пристрій

Кантуючий пристрій (рис.1.3) складається з наступних вузлів: петлі 1, тяги 2 ,кронштейна 3, та скоби 4. Кантують ковш допоміжним підйомом розливочного крана.

При кантуванні в перший момент виконується поворот петлі 1 відносно шарніру 4. При цьому петля переміщується по кронштейну 3. Далі виконується підйом петлі 1 ввєрх та поворот тяги 2 відносно шарніра до упора в днищі. При цьому петля 1 виходє з зчєплення з

гаком кронштейна 3. Подальший поворот виконується відносно точки Б  
Конструкція кантувача забезпечує кантування ковша без участі підкранового робітника.

На час роботи по установці шибєрних затворів петля кантувача повинна бути зафіксована в кронштейні для запобігання її розщеплення та падіння при випадковому доторканні з маніпулятором для встановлення затворів [3].

## **1.2 Технічне обслуговування і ремонт**

Перед експлуатацією ковші проходять позмінний та подобовий огляд та періодично (не рідше одного разу в три місяці) ревізіям.

В тривалості зміни необхідно:

- перед кожним прийомом металу очищати та змазувати густою змазкою зєви крєкєв ливарного крана;
- подавати під плавку тільки сухі прогрїті ковші. Температура зовнішньої поверхні корпуса ковша повинна бути в межах (50..80 ) С°;
- після кожного ремонту футєрєвки кївш просушити згїдно технологїчної їнструкції;

Кївш встановлювати під випуск рїдкої сталї з таким розрахунком щоб струмїнь металу не бив в стїнки ковша або в стопор.

Перед кожним прийомом металу виконувати змазку поверхонь де виконується тертя ,стопорного або шибєрного механїзмїв та шарнїрні з'єднання.

При подобовому огляді необхідно:

- перевірити чи не залитий корпус ковша металом або шлаком ,якщо залитий- очистити;
- оглянути зварні шви корпуса ковша;
- оглянути чи немає задирїв вм'ятин та їнших дефектів на цапфах;

- перевірити роботу стопорного та шибєрного механізмів їх кріплення, наявність змазки в шарнірних з'єднаннях та інших вузлах тертя;

- оглянути кантуючий пристрій, підтягнути гвинти, перевірити наявність шплінтів на валиках;

При ревізії необхідно виконати всі вимоги до добового огляду а також:

- перевірити вузли сталевипускного отвору;
- відремонтувати або замінити пошкодження місць листів що утримують футерівку ковша;

- перевірити чи немає тріщин на поясах жорсткості ,днищі, обічайках, та зварних швах ковша. Пошкоджені деталі ковша та зварні шви відремонтувати;

- розібрати стопорний або шибєрний механізми та деталі що вийшли з строю замінити;

За станом цапф повинен бути організований спеціальний нагляд. При цьому не рідше одного разу на рік цапфи ковшів повинні перевірятись методом неруйнуючого контролю. Результати перевірки повинні оформлятись актом.

До зварювальних робіт при ремонті ковшів повинні допускатись зварювальники які пройшли випробування та які мають посвідчення на можливість зварювання відповідальних конструкцій. Зварювання повинно виконуватись електродами типу E46A або E5CA ГОСТ 9467-75 . Зварні шви повинні відповідати ГОСТ 5204-80 [3].

### **1.3 Вплив виплавки сталі на стійкість футерівки**

На підприємстві ПАТ "Запоріжсталь" плавка сталі виконується в мартенівських печах з основним футеруванням. Це обумовлюється високими техніко-економічними показниками процесу та можливістю

отримання сталі потрібного хімічного складу на наявній шихті. Сталь, що виплавляється - маловуглецева і середньовуглецева конструкційна і звичайної якості, низьколегована. Розливання сталі проводиться в зливки масою до 20 тонн і використовується для листового прокату.

На 1т сталі в середньому витрачається 650-700 кг рідкого чавуну ,решта- з скрапа та залізного брухту. Більше половини із загальної кількості сталюного брухту посідає оборотний брухт, тобто відходи металургійних та прокатних цехів власного виробництва. Решта брухту надходить у результаті заготовок. Мартенівська шихта, крім заліза, практично завжди містить Si, Mn, P, Cu, S, Ni та ін компоненти. У ході плавки Cu і Ni не окислюються і практично на 100% переходять у розплав, а решта окисляються [1].

Стійкістю футерівки називається її здатність протистояти різним впливам з збереженням в тривалості часу необхідних властивостей та характеристик. Футерівка мартенівської печі піддається хімічним, фізичним, термічним , механічним впливам. На її стійкість також впливає режим експлуатації печі.

#### Хімічна стійкість футерівки

Хімічна стійкість вогнетривкої футерівки - опір її хімічній дії зі сторони вихідних матеріалів, продуктів що отримують та пічної середи ,що знаходяться при високих температурах. Хімічна стійкість футерівки печей є одним з основних факторів що визначає якість отриманих продуктів, тривалість кампанії між ремонтами, економічну ефективність способу отримання продукта.

При системному розгляді питання необхідно розглядати не тільки хімічну стійкість окремого вогнетривкого виробу ,а футерівки в цілому,включаючи зв'язуючі матеріали та якість їх виготовлення так як вони мають істотний вплив на стійкість. Якщо хімічна стійкість зв'язуючого матеріалу виявиться нижче ніж у вогнетривкого виробу ,це може призвести до роз'їдання футерівки шлаком в внутрішній

площині, що призведе до наступного руйнування шарів футерівки з теплоізоляційного та облицювального матеріалів, і як наслідок до руйнування металічного кожуха печі та виходу печі з строю.

Сутність руйнування вогнетривкої футерівки від хімічної дії полягає у наступному.

- роз'їдання футерівки пічною середою , що призводить до зменшення товщини її та наступному руйнуванню
- збільшення об'єма вогнетривких виробів що призводить до руйнування цілісності футерівки.
- розрихлення вогнетривких матеріалів в результаті дії кислот ,гідратації водяних парів, що призводить до втрати міцності, термостійкості та наступному руйнуванню.

В період плавки шихта взаємодіє з пічними газами, футерівкою печі та покриваємими шихту оксидами (окаліною) , в результаті чого відбувається збагачення сталі газами та окислення елементів , що знаходяться в металі. Оксиди що утворилися видляються з сталі та впливають на поверхню рідкої сталі , утворюючи шлак.

Газова середа володіє повною можливістю проникнення в вогнетривку футерівку . Руйнування футерівки відбувається в визначених температурних зонах , як результата глибокого проникнення газів в футерівку та збільшення її в об'ємі. При взаємодії магнезитового вогнетрива з  $B_2O_3$  утворюється низько плавке зеднання бора з оксидом магнія , та в результаті відбувається виплавка та випадіння вогнетривких виробів з футерівки. Магнезитові та доломітові вироби поглинають пари води при низьких температурах (нижче 600 ) , що також призводить до руйнування футерівки.

Шамотна футерівка поглинає луги , в результаті чого відбувається розбухання виробів та їх відшарування. Луги містяться в основному в коксі та залізній руді в процесі плавки виділяються в газову фазу. Хромомагнезитові та магнезитохроміттові вироби відновлюються , коли

температура оксидів заліза, що містяться в них перевищує 1600 °С, при температурі менш 1600 °С відбувається окислення. Ці процеси окислення та відновлення супроводжуються зростанням та усадкою, тому при частих нагріваннях та охолодженні при 1600 °С вогнетрив розтріскується та стає крихким. Оксид вуглецю при контакті з оксидами заліза вогнетривкого матеріалу, що є в данному випадку каталізатором, розкладається по реакції  $2\text{CO} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$ . В результаті цієї реакції виділяється сажистий вуглець. Його осадження у вогнетриві-найбільш розповсюджена причина передчасного виходу з строя футерівки.

Взаємодія вогнетривкої футерівки з шлаками.

Найбільш істотну роль при зносі вогнетривів відіграє шлак. Його агресивна дія на футерівку визначається хімічним складом, температурою, в'язкістю та тривалістю контакту.

Хімічний склад шлаку залежить від виду вихідного матеріалу та способу отримання продукту. Чим складніший склад виплавляємої сталі тим більше вводиться в метал легуючих добавок, тим агресивніший шлак. Окислювальний шлак конструкційної сталі, що має 0,3% С, найбільш агресивний по відношенню до основної футерівки печі.

Таблиця 1.2 - Порівняльна таблиця шлаків різних агрегатів

Шлак	Склад %						
	CaO	SiO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	FeO	FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Мартенівський первинний кінцевий	36–38	18–34	3–4	6–12	6–11	0,4–0,7	9–20
	36–43	14–18	5–7	11–18	5–23	0,1–0,7	11–22
Конверторний	40–55	7–18	2–6	6–10	13–14	9–17	12–28
Електро сталеплавильний первинний кінцевий	32–35	19–20	2–8	11–17	1–5	1–2	11–25
	42–55	17–22	4–9	14–16	1–4	0,02–0,2	1–3

Шлаки, багаті з'єднаннями калія та натрія взаємодіють з вогнетривами, що призводить до переродженню частини структури цегли, з якою контактує шлак. При цьому змінюються розміри частин цегли, між нею та рештою цегли створюються напруження, що сприяє виникненню тріщин.

Зміна стану та в'язкості шлаку по ходу плавки та окремих її періодів неминує впливає на зміну структури та фазового стану вогнетривів, що контактують з ним, що обумовлюють різні швидкості зносу футерівки. Найбільш агресивні по відношенню до матеріалів стін (особливо відкосів) шлаки, що містять 10-28%  $\text{SiO}_2$ , 4-9%  $\text{MnO}$ , 4-26%  $\text{FeO}$ , 5-15%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

В розплавленому шлаку кремнезем та глинозем збільшують поверховий натяг, а луги його зменшують. Тому з скла маси луги активно проникають в пори вогнетрива та розчиняють кремнезем та глинозем. В результаті на поверхні вогнетрива зменшується кількість лугів та знову починається дифузія лугів з скла, внаслідок чого відбувається роз'їдання вогнетрива. Магнезитові вироби володіють високою стійкістю до дії лугів.

Значення в'язкості шлаку в процесі його взаємодії з вогнетривом полягає в тому, що мала в'язкість відповідає гарній рухомості шлаку, а велика в'язкість затрудняє та зменшує здатність переміщення його часток. Легкорухомий шлак вільно проникає в пори та тріщини вогнетрива, легко вступає в реакцію з найбільш піддатливими частками, та витікаючи звідти забирає продукти футерівки, тим самим даючи можливість потрапляти новим порціям шлаку та неперервно руйнуючи футерівку. Малорухомий шлак важче проникає у вузькі пори футерівки, а потрапивши туди закупорює їх, перешкоджаючи доступу новим порціям шлаку, і є захисним шаром. Збільшення в'язкості шлаку сприяє затримці шлаку в порах цегли.

В'язкість шлаку залежить від його температури та хімічного складу, який в свою чергу знаходиться в залежності від складу вихідних матеріалів, отриманого продукта та температурного режиму проведення технологічного процесу.

Механізм взаємодії вогнетривкої футерівки з шлаком наступний. Шлак, що налипає на вогнетривку футерівку, вступає з нею в взаємодію в результаті чого з'являється розплав шлаку та вогнетриву. Цей розплав проникає у футерівку та може утворювати в результаті фізико-хімічних перетворень при високих температурах з вогнетривом тонку метаморфічну плівку, що знаходиться близько до робочого шару футерівки. Метаморфічний шар стікає з її поверхні разом з розчиненим в ній вогнетривом поверхні футерівки.

В утвореному розплаві розчиняються та дефундують компоненти матриці вогнетривів, а частки що залишилися на поверхні футерівки змиваються потоком розплаву.

При термічній дії на футерівку виникають такі фізичні явища як термічне розширення, пластична деформація та розтріскування, які визначають можливість стійкості футерівки без порушення геометричних форм робочої поверхні, довго тривалість експлуатації та техніко економічні показники процесу отримання кінцевого продукту. Ці фізичні явища виникають одноразово, послідовно або можуть накладатись один на одного.

Термічне розширення матеріалів є процесом що є різним для кожного матеріалу, та залежить від температури. На рис 1.5 приведені криві термічного розширення різних футеровочних матеріалів. Значна кількість пошкоджень та руйнувань футерівок пов'язано з термічним розширенням її складових частин. Ці пошкодження проявляються переважно у вигляді випуклостей стін, тріщин футерівки, згинання та розриву частин каркасу. Термічне розширення футерівки має суттєвий вплив на міцність всієї конструкції.

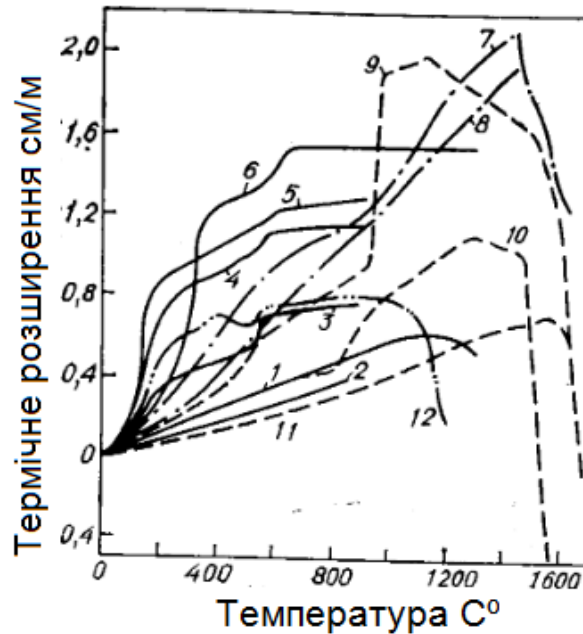


Рисунок 1.4 - Термічне розширення вогнетривких матеріалів: 1-3 - шамотна цегла; 4-6 диносова цегла; 7-магнезитова цегла; 8-магнезит з невеликим вмістом заліза; 9-хромітова цегла; 10-мулітова цегла; 11-каолінова цегла; 12-теплоізоляційна цегла

Пластинчата деформація футерівки виникає під час довготривалого впливу високих температур та навантажень, та не зникає після зняття навантаження.

Розтріскуванням футерівки називають явище виникнення тріщин на поверхні вогнетривких виробів та футерівки в цілому, що призводить до відслоювання поверхневого шару та його відкриття. Розтріскування – часта проблема руйнування футерівки печі.

У магнезитових виробів структурне розтріскування виникає у результаті насичення їх кремнеземом та лугами, в результаті чого виникає розширення метаморфізованого шару та відслоювання футерівки тонкою плівкою.

Механічна стійкість футерівки.

Під механічною стійкістю футерівки розуміється її здатність протистояти різним механічним діям з збереженням довгий час міцності та геометричних розмірів. До механічних дій на футерівку відносять удари, зтирання, вібрація, розтягнення, згинання.

Фізична взаємодія на футерівку.

Фізична взаємодія між розплавом металу та матеріалом футерівки полягає у тому що розплави проникають у внутрішні шари вогнетривкої футерівки. Цей процес залежить від змочуваності вогнетривкого матеріалу розплавленим металом. Просочені рідким металом футеровочні матеріали володіють поганими теплоізоляційними властивостями та характеризуються малим терміном служби.

Вплив режиму експлуатації печі на стійкість футерівки.

На стійкість футерівки значний вплив має наступні фактори проведення процесу плаки:

- температура металу та шлаку в лінії контакту з вогнетривкими матеріалами
- тривалість витримки при температурі що перевищує температуру плавлення легкоплавких евтектик, що утворюються з реагентами плавки
- склад металу та шлаку, що контактують з вогнетривками, тривалість їх контакту, при температурі вище температури початку ерозії вогнетривка шлаками
- тривалість продування киснем, що обумовлює підвищення температури в контакт з футерівкою
- виникнення гарнісажу на футерівці стін в процесі виплавки сталі

Періодичність плавки. Чим вище інтервал між плавками тим сильнішими є термічні навантаження [4].

## **1.4 Технологія та обладнання високотемпературної експлуатації футерування сталеразливних ковшів**

Ефективне впровадження сучасних комплексних способів рафінування сталі в ковші, включаючи глибоку десульфуріацію, мікролегування розплав та його модифікування, можливе при використанні високостійкого футерування сталеразливних ковшів та зниження втрат тепла рідким металом за час випуску, позапічної обробки та розливання плавки. У світовій практиці перше завдання ефективно вирішується за рахунок застосування основних та високоглиноземистих матеріалів для футерування ковшів, а друге – шляхом організації високотемпературної експлуатації футерування ковша.

Для забезпечення високої стійкості основних і високоглиноземистих вогнетривких матеріалів необхідно підтримувати температуру протягом усього циклу експлуатації ковша на рівні не менше 800°C, зменшити і навіть по можливості виключити проміжні ремонти частин футерування днища і шлакового пояса, що швидко зношуються. З урахуванням цього футерування днища і шлакового пояса ковша необхідно виконувати вогнетривками, стійкість яких можна порівняти зі стійкістю матеріалів, використаних для футерування робочого шару стін.

Досвід роботи низки зарубіжних підприємств показав, що при виконанні цих умов може бути досягнута висока (до 205 наливів) стійкість футерування ковшів та зменшена витрата вогнетривів. Крім цього, використання ковшів з основною та високоглиноземистою футеровкою замість кварцеглинистої та шамотної підвищує ефективність рафінування сталі від шкідливих домішок і може додатково забезпечити економію феросплавів та алюмінію за рахунок зниження чаду елементів.

Високотемпературна експлуатація футеровки сталерозливних ковшів з усіма видами вогнетривів забезпечує можливість зниження перегріву та чаду металу в сталеплавильних агрегатах, сприяє стабілізації температури сталі на випуску та скорочення втрат тепла при розливі, збільшенні виходу придатних зливків (заготівель), поліпшенні якості прокату, поліпшення якості прокату. При цьому витрати енергії на підвищення температури футерування ковша з 1100°C до 1200°C у 20 разів менші, ніж при еквівалентному ефективності нагріванні сталі в агрегаті від 1500°C до 1520°C.

Температура футерування сталерозливного ковша на рівні 1000-1200°C може бути забезпечена за рахунок збереження тепла, акумульованого вогнетривкими матеріалами від попередньої плавки, а також за рахунок додаткового нагріву за допомогою нагрівальних пристроїв.

Збереження тепла, акумульованого футеровкою під час її нагрівання на стенді та перебування сталі в сталерозливному ковші досягається при використанні знімної футерованої кришки та прискореної оборотності ковша. Футерована кришка повинна знаходитися на ковші під час нагрівання футерування при очікуванні випуску плавки з агрегату і в процесі розливання металу, а також при установці сталерозливної склянки та заміні шибєрних затворів.

Спеціальна футерована кришка з люками може використовуватися і в процесі рафінування позапечного сталі на установці доведення металу.

Для швидкої оборотності сталерозливних ковшів усі роботи із заміни сталерозливної склянки та подачі засипки в його канал повинні проводитися зовні ковша. Це досягається при використанні в розливному вузлі високостійких гніздових виробів та спеціального обладнання для подачі засипок зовні ковша.

При високотемпературній експлуатації футерування сталерозливних ковшів між її арматурним шаром і металевим кожухом необхідно мати теплоізоляційний шар, що запобігає нагріванню корпусу ковша до температури понад 270°C.

Досвід роботи зарубіжних підприємств показав, що максимальна стійкість основного футерування забезпечується за наступних особливостей футерування та умов експлуатації ковшів:

- теплоізоляція стін та днища корпусу листовим азбестом;
- заміна розливних вузлів без охолодження ковша;
- нагрівання футеровки до температури 1000-1200°C з підтримкою температури футерування в процесі експлуатації ковша на рівні 900-1200°C.

Високотемпературна експлуатація основної футеровки сталерозливних ковшів з футерованими кришками дозволяє знизити температуру сталі на випуску на 10-30°C, значно скоротити тривалість плавки, зменшити знос пічних вогнетривів на 15%, збільшити стійкість футерування ковша в 4 рази, підвищити вихід придатних заготовок на 03-06%.

Сучасне обладнання для нагрівання футерування сталерозливних ковшів різної ємності повинно забезпечувати сушіння футерування при температурах до 600-700°C і нагрівання до 1200°C.

Для нагрівання футерування ковшів використовується газоподібне або рідке паливо, а також електроенергія.

Положення ковша в процесі нагрівання футерування паливними пальниками може бути вертикальним (днищем вниз, днищем вгору) або горизонтальним. Найчастіше застосовують вертикальні нагрівачі зі становищем ковша днищем вниз. Використовуються різні способи підйому та переміщення кришки: похилий, вертикальний, комбінований (підйом та поворот).

При горизонтальному положенні ковша нагрівачі відрізняються один від одного, головним чином способом переміщення ковша і кришки: рухомим може бути як ківш, так і кришка.

Для досягнення високої температури футерування при підігріві необхідно, щоб робочий простір ковша, в якому відбувається теплообмін, був закритий не тільки кришкою, але і надійно ущільнений. У сучасному нагрівальному обладнанні цьому питанню приділяється особлива увага. Збільшенню економії тепла при експлуатації обладнання сприяє також застосування рекуператорів (регенераторів) для підігріву повітря та сучасних засобів вимірювання та автоматичного регулювання процесу нагрівання.

При сушінні та нагріванні футерування ковшів паливом застосовують імпульсні швидкісні пальники, що працюють за системою "відкрито-закрито", у багатьох випадках ці пальники можуть працювати на декількох щаблях потужності (залежно від потреби тепла при сушінні нового футерування або при високотемпературному нагріванні).

Сушіння футеровки має відбуватися при повільному і регульованому (залежно від виду вогнетривкого матеріалу) збільшенні температури і за режимами, що не допускають швидкого видалення вологи, щоб уникнути порушення суцільності футерування. При проведенні цієї операції потрібно утворення великого обсягу димових газів з достатньою рухливістю та порівняно низькою температурою. Тому до пальника, крім повітря для спалювання палива, подається вторинне повітря, кількість якого в 3-4 рази має перевищувати об'єм повітря для горіння палива при звичайному режимі нагрівання футерування.

Димові гази з високою температурою зі стендів відводять через отвори в кришці стенду або через проміжок між кришкою і краєм ковша. Застосування рекуператорів (регенераторів) покращує

енергетичний баланс та підвищує ефективність роботи нагрівального обладнання.

Футерування знімної кришки ковша буває монолітним і, залежно від температури експлуатації, виконується з жаростійкого бетону, піношамота, набивних мас або блоків. Особливо ефективним є застосування волокнистих матеріалів у вигляді поздовжньо або поперечно покладених матів або блоків. Ці матеріали мають ряд переваг: низьку теплопровідність, високу стійкість до температурних перепадів, спрощений ремонт.

Досвід виробництва обладнання для високотемпературної експлуатації ковшів та практика його застосування

Фірма "Хотуорк" в Англії виготовляє обладнання для сушіння та нагрівання сталерозливних ковшів ємністю від 250 до 350 т у горизонтальному та вертикальному положенні (днищем вгору та вниз). Нагрівання футерування здійснюється до температури 1200°C, а в деяких випадках – навіть до 1450°C з використанням високошвидкісного пальника з автоматичним регулюванням потужності, що працює на газоподібному або рідкому паливі з іскровим запалюванням після виходу з пальника. Автоматичне регулювання температури газів виконується за результатами вимірювань термопарою, встановленою всередині ковша.

Шведська фірма "Сталь-Лаваль апарат" пропонує обладнання для нагрівання футерування ковшів у вертикальному та горизонтальному положеннях за допомогою паливних пальників. Ківш при нагріванні накриваний кришкою. Щільне прилягання кришки до ковша забезпечується електромагнітними притискними пристроями. Високошвидкісний пальник для спалювання палива встановлений на осі кришки та ковша, а димові гази відводяться через радіаційний рекуператор за межі цеху. Кришка має теплову ізоляцію із жаростійкого бетону, набивної маси або волокнистого матеріалу.

Потужність пальника дозволяє здійснити нагрівання холодного футерування ковша.

Фірма "Кейдр Термікон" у США виготовляє обладнання для нагрівання футерування ковшів ємністю від 35 до 250 т. Досягнення максимальної ефективності нагрівання сприяють рекуперація тепла димових газів для підігріву повітря та автоматичне регулювання температури газів при нагріванні футерування аж до 1260°. Теплоізоляція кришки, що переміщається, виконується з волокнистих матеріалів. Устаткування використовується для нагрівання футерування ковшів у горизонтальному положенні. Між двома пальниками великої потужності розташований канал прямокутного перерізу, що з'єднує верхню частину обладнання з керамічним підігрівом повітря. Охолоджені димові гази відводяться межі цеху. Пальники працюють на природному газі, температура димових газів вимірюється двома термopарами, встановленими над пальниками. Загальна потужність пальників становить 1,64 МВт. Устаткування дозволяє нагрівати футерування ковша ємністю до 60 т до температури 1300°C за 1,5 години.

Фірма "Манеко" в Німеччині виробляє обладнання для вертикального та горизонтального нагріву до 1200°C футерування сталерозливних ковшів ємністю до 200 т. Ізоляцію кришки виконують у вигляді спірально укладених смуг волокнистого матеріалу, стійкого до перепадів температури. Для нагрівання основного футерування 140-тонного ковша від холодного стану до 1200°C потрібно 2 години. Максимальна потужність пальника, що працює на рідкому паливі, 4,42 МВт, за 2 години витрачається 665 кг рідкого палива. Температура футерування ковша контролюється з використанням термopар, розміщених у футеруванні днища ковша на відстанях, рівних 10, 160 і 270 мм від робочої поверхні футерування.

Фірма "Умбрелла Хітер" (США) виготовляє для високотемпературного нагріву футерування ковшів ємністю 10-300 т електротермічне обладнання потужністю 100-750 кВт. Трифазний електронагрівач потужністю 750 кВт для 200-300-тонних ковшів складається з чотирьох змонтованих на кришці ковша суцільнометалевих елементів. Ківш нагрівається у вертикальному положенні. Кришка ковша забезпечена притискним пристроєм. Вартість такого обладнання на одну третину нижче за вартість обладнання аналогічної потужності, що працює на газоподібному паливі. ККД цього способу нагрівання досягає 92%.

В Україні меткомбінатами "Азовсталь", "Криворіжсталь" та Дніпровським спільно з низкою науково-дослідних та проектних інститутів проведено роботи з розробки раціональних технологічних схем високотемпературної експлуатації футерування сталерозливних ковшів та створення експериментального обладнання для її здійснення у вітчизняних конвертерних цехах.

В конвертерном цехе ДМК создан опытный образец малогабаритного стенда высокотемпературного нагрева сталеразливочных ковшей емкостью 250 т, состоящий из металлических конструкций, футерованного стационарного зонта с трубчатым рекуператором и установленной по центру погружной двухпроводной газовой горелкой повышенной тепловой мощности, вентилятора высокого давления, дымоотводящих футерованных коробов, соединенных с димососом та димовою трубою. Ківш у вертикальному положенні на візку переміщається під парасолькою. При нагріванні футерування ковша використовується 200-250 м<sup>3</sup>/год природного газу. Для накриття ковшів з нагрітим футеруванням використовували знімну кришку, футеровану вогнетривкою масою. Для відпрацювання теплових режимів високотемпературної експлуатації

використовувалися ковші з основною (пеконеріклазовою) та шамотною футеровками.

Дослідженнями встановлено, що при нагріванні протягом 6 годин температура на поверхні футерування досягала 820-1070°C і стабілізувалася після 2-3 годин нагріву, при цьому температура на межі теплоізолюючого шару та броні ковша досягала 100-120°C.

Використання високотемпературного нагрівання з наступним накриттям ковша футерованою кришкою аж до початку зливу металу з конвертера забезпечило зменшення втрат температури металу при випуску плавки, що дозволило знизити температуру металу в конвертері перед випуском плавки на 10-20°C, що відповідало економії чугу-6 12 кг/т сталі.

На ківшах з нагрітою до 600-1000 ° С футеровкою стійкість основних вогнепорів становить 23-40 наливів, а шамотних - 10-11 наливів. Стійкість шамотного футерування при високотемпературному нагріванні не змінилася. Відзначено, що стійкість основного футерування збільшується при прискоренні обороту ковша, що забезпечує зниження теплових втрат вогнетривів і зменшує величину температурних перепадів на поверхні.

У конвертерному цеху меткомбінату "Азовсталь" для проведення досліджень з відпрацювання режимів високотемпературної експлуатації ковшів проведено реконструкцію двох існуючих стендів сушіння футерування сталерозливних ковшів ємністю 350 т для можливості її підігріву до 800-1000°C. Для зменшення втрат тепла при нагріванні футерування ковша використовується кришка, футерована вогнетривкою масою на основі мулітокорундового порошку. Металоконструкція кришки виконана з днища сталерозливного ковша. Середня стійкість кришки становила 1013 плавок.

Визначено раціональний цикл переміщення сталерозливного ковша при високотемпературній експлуатації його футерування . Після

нагрівання футерів ки до 1100-1200 ° С ківш краном встановлюється на сталевоз у конвертера. Сталевоз просувається під конвертерний майданчик до спеціального механізму вертикального переміщення, за допомогою якого ківш накривається кришкою, що футерує. У такому положенні ківш перебуває до випуску плавки. Перед випуском кришка з ковша знімається. Під час транспортування на УДМ та проведення операцій ковшової обробки при передачі на МНЛЗ наявність кришки на ковші не передбачено, тому що на цьому етапі втрати тепла з відкритої поверхні футерування мінімальні. На МНЛЗ ківш накривається футерованою кришкою, яка після закінчення розливу знімається. Якщо другий шибєрний затвор не використаний, ківш подається під конвертерний майданчик і накривається кришкою. У разі необхідності проведення робіт із встановлення шибєрних затворів, зміні сталерозливних склянок та механізованій подачі в канал склянки засипки ківш на сталевозі передається в ковшеве відділення та встановлюється на стенд високотемпературного нагріву футерування, на якому всі операції проводять зовні ковша після накриття його футерованою. По завершенні цих робіт вимірюють температуру його футерування і при необхідності футерування догрівають до 1100-1200°С, або ківш подають для прийому плавки без додаткового підігріву.

Встановлено, що при роботі за новою технологією покращилася розливання сталі. При розливанні сталі з температурою нижче за допустиму за технологічною інструкцією кількість плавки із затягуванням каналу сталерозливної склянки знизилася з 95 до 25 %. Зменшилася ураженість безперервнолитих слябів поверхневими дефектами. Це призвело до зниження приблизно в 2 рази кількості слябів, що піддаються вогневій зачистці.

У конвертерному цеху меткомбінату "Криворіжсталь" проведено дослідження з розробки раціональних технологічних схем та вивчення

ефективності високотемпературної експлуатації футеровки сталерозливних ковшів ємністю 160 т з використанням двох реконструйованих стендів сушіння і футерованої знімної кришки, виготовленої зі штампованого штампованого

Кожен із реконструйованих стендів був обладнаний занурювальним пальником підвищеної теплової потужності (номінальна витрата газу – 200  $\text{нм}^3/\text{год}$ , повітря – до 2000  $\text{нм}^3/\text{год}$ ).

Сушіння і розігрів нової кислої (кварцеглинистої) і основної (магнезіальнохромистої) набивної футеровки ковшів до температури 810-930°C здійснювали протягом 20-30 год.

Застосування знімної теплоізоляційної кришки на позиції очікування випуску плавки з конвертера, під час розливання сталі та при заміні шибєрного пристрою дозволило підтримувати температуру футерування ковша між плавками на рівні 800-1120°C.

На серії дослідно-промислових плавок спокійної, напівспокійної та киплячої сталі визначено, що при переході зі звичайного режиму експлуатації кислого футерування на високотемпературне зниження температури металу при зливі його з конвертера становить 20-30°C.

При високотемпературній експлуатації ковшів значно зменшилося заростання основного футерування ковшів, знизилася затягування каналу сталерозливної склянки. Зношування основної футеровки ковшів при цьому зменшилося, а кисле – не змінювалося. Середня стійкість основного футерування ковшів склала 26 наливів, а кислої - 15 наливів.

Слід зазначити, що втрати температури металу при високотемпературній експлуатації ковшів з основним футеруванням були на 15-20°C вище, ніж для ковшів з кислим футеруванням при аналогічній температурі нагріву. Це викликало необхідність використання вогнетривких матеріалів зі зниженою теплопровідністю для теплоізолюючого та арматурного шарів футерування при

застосуванні основних вогнетривів для високотемпературної експлуатації.

Таким чином, високотемпературна експлуатація футерування сталерозливних ковшів (при температурі робочого шару вогнетривів не нижче 800°C протягом всього циклу обороту ковша) сприяє значному зниженню теплових втрат сталі в процесі випуску з агрегату і при розливанні, забезпечує високу стійкість основних вогнетривів і поліпшення якості металопродукції і тому є одним з ефективних напрямів енерго-і ресурсозбереження в сталеплавильному виробництві.

Для ПАТ "Запоріжсталь" систематичне вивчення досвіду організації високотемпературного нагріву сталерозливних ковшів, особливо у світлі майбутнього оснащення сталеплавильного виробництва найсучаснішими засобами позапечної обробки сталі, набуває особливої актуальності та дозволить вибрати оптимальні для комбінату технологічні схеми експлуатації сталерозливних ковшів [5].

## 3 ОХОРОНА ПРАЦІ В ПІЧНОМУ ВІДДІЛЕННІ

### 3.1. Загальні положення

Інструкція з охорони праці розроблена на підставі вимог чинних нормативно-правових актів з охорони праці [13-23].

Згідно інструкції для ковшового мартенівського цеху:

До роботи за професією «ковшовий» допускається працівник:

- чоловічої статі, не молодше 18-ти років;
- пройшовший попередній (при прийомі на роботу) та періодичний (щорічно протягом трудової діяльності) медичний огляд та визнаний придатним за станом здоров'я для виконання робіт за професією «ковшовий»;
- який пройшов навчання за професією «ковшовий» і отримав відповідне посвідчення;
- пройшов перевірку знань у цехової комісії та допущений до самостійної роботи розпорядженням начальника цеху.

Всі новоприйняті робітники розпорядженням по цеху прикріплюються для проходження стажування до досвідчених кадрових робітників-інструкторів терміном не менше 6 змін для вивчення технологічного процесу, вивчення місць та видів робіт підвищеної небезпеки, правильної організації робочого місця та безпечних методів роботи.

Робочий-інструктор несе повну відповідальність за безпеку стажованого знову прийнятого працівника.

У разі переходу робітника-інструктора на іншу роботу знову прийнятий робітник закріплюється за іншим робітником-інструктором.

До самостійної роботи як ковшового, робітники допускаються розпорядженням по цеху тільки після їх навчання за спеціальністю та проведення первинного інструктажу. Тривалість навчання згідно з

програмою відділу розвитку персоналу становить: 45 робочих днів або 2 міс. За наявності спеціальної освіти тривалість навчання скорочується вдвічі.

Спеціальне навчання та періодична перевірка знань ковшовому проводиться не рідше 1 разу на рік. Повторний інструктаж ковшового проводиться один раз на 3 місяці

Ковшовий зобов'язаний:

Дбати про особисту безпеку та здоров'я, а також про безпеку та здоров'я оточуючих людей у процесі будь-яких робіт або під час перебування на території підприємства;

Знати та виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, Кардинальні правила охорони праці та промислової безпеки ПАТ «Запоріжсталь» (Додаток Б), правила поводження з машинами, механізмами, обладнанням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

Знати та виконувати діючі на комбінаті інструкції з охорони праці №№ 0.01; 0.06; 0.12; 0.13; 0.14; 0.24; 0,30; 0.51; 03.11, а також правила внутрішнього трудового розпорядку, ПДП (порядок дії персоналу у разі виникнення відхилень від технологічних параметрів роботи обладнання);

Проходити в установленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди;

На роботу з'явитися відпочившим. Перед початком роботи прибути на змінно-зустрічні збори та отримати завдання на проведення робіт. Розпочати роботу відповідно до чинного режиму робочого дня.

Курити дозволяється лише у спеціально відведеному для цього місці. Перебувати у нетверезому стані, приносити та розпивати спиртні

напої, вживати наркотичні речовини на території комбінату заборонено.

Приступати до роботи необхідно акуратно одягненим і взутим у справному спецодязі та спецвзутті, передбаченому нормами.

Відповідно до НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими ЗІЗ» та НПАОП 27.0-3.01-08 «Норми безкоштовної видачі спецодягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам металургійної промисловості» ковшового забезпечується такими видами:

- Костюм для захисту від підвищених температур, бризок та іскор розпаленого металу (термін носіння – 6 місяців);

- Вачеги ВП (термін носіння – 15 днів);

- Черевики шкіряні на термостійкій підошві з жорстким підноском (термін носіння - 12 місяців);

- Каска захисна оранжевого кольору (термін носіння – 48 місяців);

- Підшоломник трикотажний (термін носіння – 36 місяців);

- окуляри захисні зі сфетофільтром (термін носіння – до зносу);

- Щиток захисний (термін носіння – до зносу);

- респіратор пилозахисний (термін носіння – до зносу);

- окуляри захисні (термін носіння – до зносу);

- вкладиші протишумні (термін носіння - до зносу);

Список ЗІЗ, що видаються ковшовому додатково:

- Куртка, утеплена від підвищених температур, бризок та іскор розплавленого металу (термін носіння – 36 місяців).

Манжети та підлоги костюма (в осінньо-зимовий період – утепленої куртки) повинні бути застебнуті на всі гудзики, необхідно виключити провисання елементів спецодягу. На ноги одягти спецвзуття, черевики – зашнурувати. Забороняється працювати у

неналежному за нормами спецодежі, спецвзутті, а також без засобів індивідуального захисту (ЗІЗ).

Засоби індивідуального захисту зберігають в окремих шафках, у спеціально виділеному приміщенні в будівлі АБК з припливно-витяжною вентиляцією.

Адміністрація підприємства забезпечує можливість регулярного прання та ремонту спецодегу в спеціальному структурному підрозділі.

Ковшовий зобов'язаний дотримуватись дисципліни праці – основу порядку на виробництві: перебувати на своєму робочому місці протягом усієї зміни за винятком перерви на відпочинок та харчування, не допускати запізнь та передчасного звільнення з роботи, використовувати весь робочий час для продуктивної праці, своєчасно виконувати розпорядження адміністрації цеху .

Утримувати в порядку та чистоті своє робоче місце, а також дотримуватись чистоти та порядку в цеху та на території комбінату, передавати своєму зміннику робоче місце, обладнання та пристрої в порядку, чистоті та справному стані.

Приділяти особливу увагу особистої гігієни, вмісту автоматів газводи, кондиціонерів, раковин, урн у належному стані.

Зберігати колективну власність комбінату, ефективно використовувати машини, верстати, інструмент, економно та раціонально використовувати сировину, матеріали, енергію, паливо та інші ресурси. Дотримуватись технологічної дисципліни, не допускати шлюбу в роботі та покращувати якість продукції. Дотримуватися встановленого на комбінаті пропускнуго режиму, у тому числі при користуванні особистим транспортом, входити та виходити лише через контрольні-пропускні пункти, пред'являючи перепустку. Бути одягненим у штани, сорочку з довгим рукавом, взуття закритого типу. Спортивна форма одягу, шорти, відкрите взуття заборонено, щоб уникнути випадків травмування.

Про кожен нещасний випадок очевидець, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні доповісти безпосередньо керівнику робіт (бригадиру, майстру) або іншому керівнику (диспетчеру, ст. майстру зміни) та вжити заходів для надання долікарської допомоги.

Керівник, у свою чергу, повинен терміново організувати медичну допомогу потерпілому та його доставку до лікувально-профілактичного закладу (здоровпункт, медсанчастину, поліклініку, лікарню та ін.), а також повідомити про те, що сталося керівнику підрозділу, підприємства, власнику підприємства, зберегти до прибуття комісії з розслідування нещасних випадків на виробництві обстановку на робочому місці та обладнання в такому стані, в якому вони були в момент події, якщо це не загрожує життю та здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків, а також вжити заходів щодо недопущення подібних випадків та ситуації, що склалася.

При виявленні будь-яких несправностей в устаткуванні, пристрої та інструменті доповісти майстру, а він, у свою чергу, повинен повідомити відповідну службу. Якщо якась несправність не усунена, то майстер повинен повідомити старшого майстра зміни.

Вміти надавати першу долікарську допомогу потерпілому за будь-яких факторів (отруєння газами, травмах та ін.).

Ковшевий повинен дотримуватись правил особистої гігієни. Перед кожним їдою ретельно вимити руки. Зберігати продукти у прохолодних місцях (холодильнику).

Під час роботи ковшової має бути уважним, пильним та обачним.

Розливний проліт мартенівського цеху є ділянкою, насиченою вантажопідйомними механізмами, що працюють в інтенсивному режимі, рухомими складами, що рухаються шлаковим і сталевим ж. д. шляхам через весь проліт і вісім в'їздів під розливні майданчики. Весь рідкий метал і шлак, що випускається з мартенівських печей,

проходить через розливний проліт, що вимагає від персоналу, що тут знаходиться, дотримання особливої пильності і обережності. Крім того, у прольоті є комунікації газу, кисню, повітря, аргону, при обслуговуванні яких потрібні спеціальні знання та навички у роботі.

Рух робочих розливного прольоту в пічному прольоті здійснюється по пішохідній доріжці між ПУ МП і найближчими рейками залізничної колії. При заливанні чавуну в піч необхідно рухатися вздовж печі швидко без затримки з підвищеною увагою та обережністю, по пішохідній доріжці якомога ближче до пульта керування піччю. Під час руху складів із чавуном, мульдових складів, завалочних машин заборонено перебувати у негабаритних місцях, тобто. між завалочною машиною та чавуновозними лафетами; між мульдовим складом та піччю; між завалочною машиною та мульдовим складом, а також між шлакозбиранням та підвалинами печей (немає габариту). При русі на задню лінію печі необхідно переконатися у вільності шляху і відсутності вантажів, що переміщуються по маршруту руху. По шихтовому відкритку необхідно рухатися міжшляхом недіючого залізничного шляху. Під час зустрічі з автотранспортом необхідно відійти у безпечну зону і лише після проїзду транспортного засобу продовжити рух. При супроводі автотранспорту супроводжуючий рухається попереду автомобіля на безпечній відстані та в полі зору водія, при цьому звертає увагу на вільність колії та наявність габаритів. У денний час мати при собі свисток та жовтий прапорець, у нічний час – типовий сигнальний ліхтар із білим вогнем та одягнений у сигнальний жилет. У шихтовому дворі рухатися вздовж першого шляху, під час навантаження брукту кранами не входити в зону навантаження, а дочекатися закінчення навантаження. Перехід через залізничні колії, у невстановлених місцях або за невстановленими маршрутами заборонено.

### 3.2 Шкідливі фактори

На ковшового в процесі роботи можуть впливати такі шкідливі виробничі фактори: хімічні речовини, пил, гази, шум, теплове та інфрачервоне випромінювання.

До шкідливих факторів на робочих місцях розливного прольоту відносяться: хімічні речовини, пил, гази, шум, теплове та інфрачервоне випромінювання.

Природний газ не має запаху та смаку, невидимий. При високих концентраціях діє задушливо на організм людини, оскільки за наявності природного газу повітря знижується вміст у ньому кисню ( $O_2$ ). Кількісне визначення вмісту природного газу повітря проводиться за вмістом у ньому метану ( $CH_4$ ). Зміст метану повітря робочої зони має перевищувати 0,5% за обсягом. Ознаки ядухи від нестачі кисню такі: розслаблення організму, сонливість, запаморочення, головний біль, нудота, блювота, втрата свідомості, наступні одна одною у разі неприйняття заходів особистого захисту.

Температурою займання (підривної) горючих газів називається та температура, коли він починається мимовільний процес горіння газу без підведення тепла ззовні. Для займання холодного ненагрітого палива необхідно, щоб горючий газ був змішаний з повітрям у певних співвідношеннях.

Мінімальна кількість холодного ненагрітого пального газу в повітряній суміші, при якому відбувається займання (вибух) газоповітряної суміші, називається нижньою межею займистості (або вибуху) даного газу.

Максимальна кількість пального газу в суміші з повітрям (газоповітряної суміші), вище якого холодна, ненагріта газоповітряна суміш стає негорючою, називається верхньою межею займистості даного газу.

Температура займистості природного газу при температурі +20°C у суміші з повітрям від 5% до 15% газу в суміші становить 645°C.

Газонебезпечні місця, залежно від ступеня забруднення повітря шкідливими домішками, а також газонебезпечні роботи поділяються на 4 групи.

До першої групи належать газонебезпечні місця, де вміст шкідливих домішок у повітрі знаходиться в кількостях, що значно перевищують допустимі санітарні норми, і де короточасне перебування людей без ізолюючих апаратів смертельно небезпечне.

До газонебезпечних робіт першої групи належать роботи, що виконуються в газонебезпечних місцях першої групи (приєднання сталевипускного жолоба на печі із залитим у ванну чавуном). Роботи, що виконуються в цих місцях, повинні проводитись за нарядом-допуском в ізолюючих апаратах під безпосереднім наглядом газорятувальників.

До другої групи належать газонебезпечні місця, де вміст шкідливих домішок у повітрі перевищує допустимі санітарні норми та де тривале перебування людей без ізолюючих апаратів смертельно небезпечне (ущільнення склепінь регенераторів, місця встановлення арматури на газопроводах, простір між підкрановими балками).

До третьої групи належать газонебезпечні місця, де можлива поява шкідливих домішок у повітрі в кількостях, що перевищують санітарні норми (майданчики газових пальників, розливні майданчики, газопроводи). Роботи у цих місцях мають виконуватися двома газовиками.

До четвертої групи належать місця, де можливе виділення тільки газу (газопроводи газу).

Аргон - газ без кольору і запаху, важчий за повітря і може накопичуватися в приямках, колодязях, глухих кутах, витісняючи при

цьому повітря. Вміст кисню може знижуватися нижче граничних величин. Вирівнювання концентрації за рахунок дифузії відбувається повільно і залежить від обсягів, геометричних форм, припливу аргону в атмосферу, його температури. У місцях можливого накопичення газоподібного аргону необхідно контролювати вміст кисню у повітрі. Об'ємна частка кисню у повітрі має бути не менше 19%. Аргон – фізіологічно інертний нетоксичний газ. Заміщаючи кисень у повітрі та витісняючи собою кисень з організму, він впливає на людину як задушливий агент.

При повільному зниженні вмісту кисню в атмосфері до нетривалого рівня організму (5-7%) виявляються симптоми:

- почастішання дихання та пульсу, ритм дихання може бути хвилеподібним (періоди почастішання дихання змінюються періодами уповільнення);

- Втрата рівноваги, запаморочення, можлива ейфорія;

- почуття тяжкості чи здавлювання у лобовій частині голови; - стукіт у скронях;

- почуття жару у всьому тілі;

- почуття поколювання в язичку, кінчиках пальців рук та ніг;

Утруднення мови;

- фізична працездатність, що прогресивно знижується, порушення координації;

- Зміна сприйняття навколишнього оточення та пригнічення функції органів чуття, особливо дотику;

- можливі «провали» пам'яті та втрата свідомості.

Для обслуговування обладнання, що споживає аргон, у розливному прольоті повинні бути призначені особи, які відповідають за безпечну експлуатацію систем аргонопостачання.

Особи, відповідальні за безпечну експлуатацію, а також резерв кадрів на їхнє заміщення повинні пройти перевірку знань Правил безпеки при виробництві та споживанні продуктів поділу повітря.

Газонебезпечними вважаються ділянки, на яких розташоване обладнання, у технологічних процесах якого використовується аргон, або проходять трубопроводи, заповнені аргоном.

Прокладання трубопроводів газоподібного аргону у землі чи траншеях і приямках не допускається.

Газозапірна арматура повинна бути укладена в шафки з дверцятами, що замикаються. На арматурі та шафах мають бути укріплені плакати або зроблені написи: «Аргон – небезпечно».

Не допускається використання аргону для випадкових робіт та цілей, не передбачених проектом (обдування одягу, обладнання тощо). Експлуатація системи аргонопостачання з перепустками в арматурі фланцевих та інших з'єднань не допускається. Не допускається усунення перепусток у фланцевих та інших з'єднаннях при тиску в трубопроводі вище атмосферного.

При з'єднанні трубопроводу зі сталерозливним ковшем за допомогою гнучкого шлангу необхідно перевірити, що дозволений робочий тиск у шланзі більший або дорівнює максимально допустимому тиску в трубопроводі.

До трубопроводу гнучкий шланг приєднується через спеціальні штуцери з хомутами. На трубопроводі перед штуцером повинна бути встановлена арматура, що відсікає.

Кисень. Повітря з підвищеною часткою кисню (понад 23%) і чистий кисень не токсичні і не здатні горіти і вибухати. Але так як кисень є активним окислювачем, більшість речовин і матеріалів у середовищі кисню або в середовищі повітря з високим вмістом кисню утворюють системи з підвищеною вибухонебезпечністю. Енергія, необхідна для спалювання матеріалів у середовищі кисню, але

набагато менше енергії, необхідної для підпалу серед повітря у тих-таки умовах. Тому ініціаторами займання багатьох матеріалів у середовищі кисню можуть бути безпечні в інших умовах причини: куріння, розряд електрики, розряди статичної електрики, нагрівання механічних частинок при терті тощо. сталь, сталеві труби тощо горять у середовищі кисню. Здатність матеріалів до займання зростає у разі підвищення тиску і температури кисню.

Робота з киснем пов'язана з такими небезпеками:

- займання обладнання, трубопроводів та арматури, що працюють з киснем або повітрям з підвищеним вмістом кисню;
- займання одягу та волосяних покривів обслуговуючого персоналу, що знаходиться в середовищі газоподібного кисню або повітря з підвищеним вмістом кисню;
- вибух вуглеводнів та інших вибухонебезпечних домішок при перевищенні їх вмісту в рідкому кисні або рідкому збагаченому киснем повітрі понад допустиме;
- вибух при просоченні рідким киснем пористих органічних матеріалів (асфальт, пінопласти, дерево і т.д.). при цьому утворюються вибухові речовини -оксиліквіти, що перевершують за чутливістю і потужністю зазвичай використовуються вибухові речовини.

При запаленні одягу необхідно негайно поринути у ванну з водою або стати під водяний душ. У разі відсутності води одяг повинен бути негайно скинутий або зірваний з постраждалого. Одяг, просочений киснем, може деякий час горіти без доступу повітря, тому збивати полум'я або закутувати повітря, що горить у кошму для припинення доступу, не слід.

Кисневі проводи та кисневі пристрої повинні бути захищені від попадання на них олії.

У разі появи витoku кисню через нещільність в арматурі або з інших причин, подача кисню повинна бути припинена до усунення несправностей.

Перевірка щільності киснепроводів та арматури повинна проводитися мильним розчином не рідше одного разу на півроку із записом результатів перевірки у журналі. Перевірка щільності за допомогою вогню або предметів, що тліють, забороняється.

Руки, спецодяг, спецвзуття та рукавиці персоналу під час роботи з кисневими пристроями не повинні бути забруднені олією.

Курити та підходити до відкритого вогню після закінчення роботи дозволяється лише після провітрювання одягу. Вішати одяг на фланці чи вентилях киснепроводів забороняється. Рукави, шланги, що застосовуються для подачі кисню в розливному прольоті, повинні відповідати параметрам кисню та вимогам до обладнання, що працює в середовищі кисню.

Рукави, шланги не повинні мати тріщин та розривів. Кріплення рукавів (шлангів) до штуцерів, а також металевих трубопроводів до рукавів (шлангів) повинно унеможливлувати їх зрив, а також виток кисню. Рукави (шланги) перед застосуванням повинні бути знежирені. При необхідності ремонту шланга зіпсовані місця мають бути вирізані, а окремі шматки з'єднані спеціальними шланговими двосторонніми ніпелями.

Не допускається з'єднання шланги за допомогою відрізків гладких трубок. Мінімальна довжина відрізків шлангів, що стикуються, повинна бути не менше 3 метрів. Кількість стиків у шлангах має бути не більше двох. Закріплення шлангів на сполучних ніпелях має бути надійним. Для цього повинні застосовуватись спеціальні затискачі.

Допускається також кріплення шланга спеціальними затискачами не менше ніж у двох місцях по довжині ніпеля. Місця приєднання

шлангів повинні ретельно перевірятися на щільність перед початком та під час роботи.

Пил. У повітрі знаходяться дрібні частинки оксидів металу, пил, які впливають на організм людини. Працюючи в запилених місцях необхідно користуватися засобами захисту органів дихання - респираторами.

Шум. Працюючи печей, агрегатів, механізмів створюється підвищений шум, що впливає на організм людини. Тому при роботі в місцях із підвищеним шумом необхідно користуватися захисними засобами — беруші, навушники.

Теплове та інфрачервоне випромінювання. Працюючи з рідким металом на організм людини негативно впливає теплове і інфрачервоне випромінювання. Необхідно користуватися захисними засобами - окуляри, захисні щитки, захисні екрани, спецодяг, застібнутий на гудзики.

### **3.3 Небезпечні фактори**

До небезпечних факторів відносяться: рухомі тепловози, залізничні склади, автотранспорт, вантажопідйомні крани, що рухаються, і вантажі, що переміщуються, наявність рідких продуктів плавки, електричний струм.

При переході залізничних колій потрібно бути уважним. Переходи повинні бути обладнані настилами, покладеними на одному рівні з головками рейок, та огорожені відповідними сигналами. Перехід людей через залізничні колії у невстановлених місцях забороняється.

Переходити перед тепловозом і залізничними потягами, що рухаються, перелазити через стоять і рухомі потяги, торкатися до них забороняється.

Забороняється ходити і стояти поруч із рухомим залізничним складом, особливо що перевозить рідкий метал і шлак і негабаритні вантажі, т.к. негабаритний або неправильно укладений вантаж може зачепити, впасти з вагона, а рідкий метал або шлак - виплеснутися з ковша. Забороняється ставати, проходити або виконувати роботу між близькими розчепленими вагонами на відстані менше 6 м. Забороняється стояти та проходити під час руху у негабаритних місцях та у вузьких проходах, сідати та зіскакувати з поїзда на ходу.

В'їзд залізничного транспорту до цеху має здійснюватися за командою диспетчера цеху, ст. майстри чи майстри розливання. Рух транспорту по цеху повинен здійснюватися за наявності супроводжуючої особи, що йде попереду транспорту, що рухається.

Під час руху вантажопідіймальних кранів із вантажем забороняється перебувати під вантажем, блочними підвісками, траверсами.

При переміщенні ковшів та шлакових чаш з рідкими продуктами плавки необхідно перебувати на безпечній відстані, щоб уникнути опіків при випадкових виплескуваннях металу та шлаку.

Електричний струм. Пошкодження, заподіяне організму людини електричним струмом, називається електротравмою. Електротравму людина може одержати під час проходження струму через його тіло, а також при дії електричної дуги.

Електротравми можуть мати характер електричного удару, опіку чи зовнішніх уражень. Електричний удар є результатом контакту з частинами електроустановки під напругою. Він небезпечний тим, що ушкоджує організм загалом, викликаючи зупинку дихання та порушення ритму роботи серця.

Результат електротравми залежить від величини струму, що проходить, часу впливу струму на людину, частоти струму. При цьому необхідно знати:

- небезпечна сила струму – 0,01 ампер;
- смертельна сила струму – 0.1 ампер;
- небезпечна напруга – 42 вольт; -
- смертельна напруга - понад 42 вольт;
- допустима напруга у місцях підвищеної небезпеки, тобто у судинах, сирих приміщеннях, на металоконструкціях тощо. -12 вольт.

Небезпека травмування електричним струмом може виникнути за таких факторів:

- при дотику до оголених дротів, шин і т. д., що знаходяться під напругою;
- при дотику до корпусів машин та апаратів, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- якщо людина опинилась поблизу проводу, що впав на землю, і цей провід знаходиться під напругою;
- при відключенні електроапаратів без дугогасних пристроїв та інших випадках.

Все електроустаткування підлягає заземленню. Заземлення - навмисне з'єднання із землею невідповідних частин електроустаткування, які можуть опинитися під напругою. Призначення заземлення - зменшити величину напруги на корпусі електрообладнання при пробі ізоляції.

При загорянні електроустановки не допускається гасіння її водою. Необхідно користуватись вуглекислотним вогнегасником ОУ.

Ідентифікація небезпек та оцінки ризиків, при виконанні різних видів робіт ковшовими розливними прольотами класифікована в реєстрі.

### 3.4 Вимоги безпеки для ковшового мартенівського цеху

Перед початком роботи необхідно перевірити чистоту робочого місця, наявність та справність інструменту, здійснити зовнішній огляд електрошаф монтажного стенду. Натиснути кнопку "Пуск", перевірити працездатність пульта управління лівого та правого маніпулятора, а також освітлення на стенді.

Під час роботи при видаленні скрапу з ковша ковшовий повинен відійти убік у безпечне місце. Перебувати на носінні ковша або на його борту не допускається. Перед видавлюванням гніздової та підгніздової цеглини з ковша необхідно очистити ківш від скрапу та шлаку.

Очищення ковша від скрапу та шлаку необхідно проводити, перебуваючи у спеціальному кошику у верхній частині сходів, у захисних окулярах, довгим ломиком. Проходити по поясу ковша забороняється. Частина скрапу та шлаку, яку неможливо очистити з кошика, очищається на ямі або механічним способом на горизонтальному стенді. Очищення носіння ковша від скрапу та шлаку допускається проводити, перебуваючи на чистій поверхні підлоги цеху, на спеціально відведених місцях, коли ківш знаходиться в похилому стані. При цьому ковшовий повинен знаходитися в захисних окулярах на безпечній відстані від краю прямиків і частин шлаку і скрапу, що падають.

Усі операції під час зняття або встановлення шибєрних затворів виконуються лише двома робітниками. Ковшевий, який знімає шибєрний затвор, подає команди розливному сталі, що управляє пультом маніпулятора.

Перед зняттям шибєрного затвора ковшовий повинен отримати від майстра або старшого розлиownika, що встановив ківш на стенд, підтвердження, що в ковші немає рідкого металу чи шлаку. Очистити

клини кріплення затвора від скрапу та шлаку, переконатися у справності молотка (кувалди). Перевірити стан траверси та стелажу, куди встановлюватиме відпрацьований шиберний затвор.

Переконатися, що у напрямку вибивання клину немає людей, після послабити клин, що з боку циліндра маніпулятора. Підвести кошик маніпулятора під затвор і притиснути його до ковша. Вибити обидва клини, опустити маніпулятор на 3 - 5 мм і переконатися, що затвор опускається разом із кошиком і щільно прилягає до його основи. Якщо затвор не опускається, необхідно підірвати його за допомогою брукху. Переконавшись, що затвор опускається, вивести з зачеплення зі штирями, притримуючи кошик рукою, встановити на траверсу або на стелаж стенда.

Не допускається знімати затвор із настилем металу на колекторі. Видалити відпрацьовану склянку за допомогою брукху. При установці шиберних затворів. Очистити кошик маніпулятора та знімний шаблон від маси, перевірити справність шаблону перед його використанням. Шаблон - це пристрій, на яке встановлюється склянка, обмазується масою і запресовується за допомогою маніпулятора в посадкове місце. Опустити маніпулятор у крайнє нижнє положення та встановити шаблон у кошик. При встановленні склянки він повинен бути сухим, не мати деформацій, тріщин, відбитостей і парафінового покриття. Обпалені склянки під час простукування не повинні видавати глухого звуку. Видалення парафіну із зовнішньої та внутрішньої поверхонь склянки виробляються шляхом їх підігріву без впливу відкритим полум'ям.

Встановити обпалений склянку шаблону. Притримуючи однією рукою склянку, іншою нанести на нього масу товщиною 2-3 мм, що є розчином суміші магнезито-залізного порошку (СМР) і води, в консистенції «густої сметани». Запресувати склянку за допомогою маніпулятора в гніздо для посадки до упору обмежувачів шаблону в

круг-вставку. Утримувати склянку маніпулятором залежно від нагрівання футерування ковша:

- гарячого, після розливання сталі - протягом 2-3 хв;
- після повної заміни футерування або ремонту - не менше 10 хв.

Опустити маніпулятор, тримаючи шаблон руками. Траверса з новими шибєрними затворами видається з шибєрної майстерні та транспортується до монтажних стендів консольними або розливними кранами, відповідно до технологічної карти на вантажно-розвантажувальні роботи та складування вантажів вантажопідйомними кранами в розливному прольоті мартенівського цеху. Кожен монтажний стенд обладнаний спеціальними відкрілками з обох боків, для встановлення на них траверси із затворами. Установку траверси у відкриток робить майстер, розливник або ковшовий.

Забороняється притримувати руками траверсу за бічну або нижню частину. Взяти затвор маніпулятором та підвести його до кола-вставки. По черзі поєднавши отвори затвора зі штирями, притиснути його до кола-вставки. Переконавшись у рівномірному приляганні затвора до кола-вставки, зафіксувати затвор клинами за допомогою молотка (кувалди).

Не допускається встановлювати клини із задирками. Усі операції зі встановлення та зняття затворів проводяться в захисних окулярах. Після встановлення шибєрного затвора натисканням кнопки "СТОП" вимкнути монтажний стенд. Після закінчення роботи прибрати робоче місце та скласти інструмент, зміну здати, повідомивши зміннику про виявлені несправності в роботі обладнання.

Вимоги безпеки для ковшового під час підготовки шибєрних затворів.

Ковшевий, який виконує роботи з підготовки шибєрних затворів з використанням кран-балок, повинен бути навчений на право керування

вантажопідйомними машинами, керованими з підлоги та мати відповідне посвідчення.

Вимоги безпеки у аварійних ситуаціях.

Ковшевий має чітко знати, що розвиток аварійних ситуацій на енергетичних мережах, газо та аргопроводах, киснепроводах може призвести до серйозних наслідків, аж до зупинки цеху та комбінату та людських жертв.

При обриві або розриві газопроводу, киснепроводу, аргопроводу необхідно негайно повідомити диспетчера цеху та майстра ДПГ, евакуювати людей із загазованої території та надати допомогу постраждалим.

При пошкодженні ділянки газопроводу низького тиску в розливному прольоті припинити подачу газу на відповідний розливний майданчик або весь розливний проліт.

При пожежі в районі розташування газопроводів перший пожежа, що виявила, викликає пожежну частину комбінату та газорятувальників і повідомляє про те, що сталося оперативному керівництву цеху.

При пошкодженні ділянки киснепроводу на розливному майданчику, «козлорізці» повідомити про аварію майстра ДПХ, диспетчера цеху та вжити заходів до його негайного відключення.

У разі займання киснепроводу або виникнення пожежі в районі його розташування киснепровід повинен бути негайно відключений.

При руйнуванні аргопроводу, рясному виділенні аргону, заповненні аргоном ділянок цеху, що погано вентилюються, повідомити майстра ДПХ, диспетчера цеху, видалити людей із загазованої території, надати допомогу постраждалим, виставити чергові пости на кордоні загазованої зони.

При виході металу з печі негайно встановлюється сталерозливний ківш під сталевипускний жолоб, і плавка випускається, не зважаючи на температуру і хімічний склад металу. Знаходження людей, кранів

розливу поблизу аварійної печі не допускається, т.к. можуть бути вибухи у системах охолодження печі.

При виході металу зі сталерозливного ковша негайно видаляються люди і розливний кран на відстань 60-100 метрів, повідомляється про те, що сталося диспетчеру цеху, керівництву ділянки і цеху.

### **3.5 Відповідальність працівника порушення інструкції з охорони праці**

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці, а також представників профспілок, їх організацій та об'єднань, винні особи притягуються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно закону [9].

## ВИСНОВКИ

В умовах високої конкурентної боротьби на ринках сталі економія ресурсів є важливим пріоритетом в розвитку сталеплавильного виробництва.

Зниження питомих витрат на експлуатацію матеріалів є одним з головних пріоритетів сучасної металургії. Забезпечення високої стійкості футеровочних матеріалів гарантує ефективність роботи, яка відповідає мінімальним витратам на додаткові матеріали для виготовлення сталі, адже від тривалості ремонтів залежить ефективність роботи пічного обладнання.

Дослідження умов роботи футерівки при зміні теплонавантаження і хімічного складу шлаку є одним з головних шляхів для підвищення стійкості футеровочних матеріалів, через те що шлак і його вплив на вогнетривки відіграють одну з головних ролей. Його агресивна дія на футерівку визначається різними факторами такими як хімічний склад, температурою, в'язкістю та тривалістю контакту з розплавом.

В першому розділі розглянуто аналітичні дослідження експлуатації футерівки сталерозливних ковшів. За літературними джерелами підприємства досліджено призначення і пристрій сталерозливних ковшів, які використовуються в мартенівському цеху. Об'єктом дослідження обрано ківш ємністю .....т. Розглянуто технічне обслуговування і ремонт в умовах цеху, вплив виплавки сталі на стійкість футерівки, а саме хімічну стійкість, взаємодію вогнетривкої футерівки з шлаками, механічну стійкість футерівки. Досвід роботи низки зарубіжних підприємств щодо впровадження високотемпературної експлуатації футерівки сталерозливних ковшів з усіма видами вогнетривів.

В другому розділі в основній частині виконано статистичний аналіз даних роботи сталерозливного ковша на різних етапах експлуатації футерівки. Для аналізу був використаний об'єм даних роботи печі ДСПА-1 мартенівського цеху за грудень місяць (всього ..... плавок).

Було опрацьовано данні аналізу впливу різних факторів на футерівку сталерозливного ковша, таких як хімічний склад шлаку, температура шлаку, кількість шлаку, витрати кисню, витрати чавуну, тривалість плавки в печі, температури футерування ковша перед випуском, температури на випуску. Середня стійкість футерівки в данний період склала ..... плавки. В роботі в грудні в мартенівському цеху сумарно знаходився ... ківш. Фактична стійкість футерівки ковшів коливалась від ... до ..... плавок. Більшість плавок виконувались з товщиною шлаку ..-..... мм та ..... -..... мм, середня тривалість міжплавочного простою ковшів склала .. -.. години, середня тривалість плавки в грудні місяці склала .....-..... хв.

Розглянувши аналіз впливу параметрів виплавки сталі в ДСПА-1 на стійкість футерівки сталерозливних ковшів вдалося з'ясувати що різні сполуки по різному впливають на стійкість вогнетривів.

Кількість  $\text{FeO}$  в шлаку в грудні місяці була в межах .....-.....%. Механізм зносу вогнетривів пов'язаний з збільшенням концентрації  $\text{FeO}$  в шлаці. З збільшенням кількості  $\text{FeO}$  стійкість ковшів зменшувалась.

Кількість  $\text{CaO}$  в шлаку перед випуском плавки з ДСПА-1 за приведений період була в середньому в межах ....-.....%.

Визначено що збільшення  $\text{MgO}$  чинить позитивний ефект. Зі збільшенням кількості  $\text{MgO}$  в шлаку ,відповідно зменшується розмивання футерівки та швидкість її зносу.

Через насичення оксидами кремнію шарів футерівки стійкість підвищується, оскільки футерівка також складається з оксидів кремнію.

Важливим показником є вплив температури футерування ковша перед випуском на стійкість футерівки. Зі збільшенням температури ковша перед випуском стійкість вогнетривів збільшується. Високотемпературна експлуатація футерування може бути забезпечена за рахунок збереження тепла, акумульованого вогнетривкими матеріалами від попередньої плавки, а також за рахунок додаткового нагріву за допомогою нагрівальних пристроїв.

Проаналізувавши вплив температури металу перед випуском на стійкість футерівки можна зробити висновок що з підвищенням температури стійкість знижується.

Дослідження впливу швидкості та температури розливання на кількість проникаючого в ківш пічного шлаку дозволило встановити, що чим менший цикл розливу плавки і вище температура металу, тим більше пічного шлаку проникає в ківш.

В пункті 2.4 розробка рекомендацій щодо заощадливого режиму експлуатації сталерозливних ковшів вказано перелік рекомендацій щодо заощадливого режиму експлуатації ковшів.

В розділі 3 охорона праці в пічному відділенні розглянуто загальні положення інструкції для ковшового відділення мартенівського цеху, шкідливі фактори та небезпечні фактори при роботі в цеху.

В розділі 4 виконано розрахунки економічної доцільності запропонованих рішень, а саме рекомендована організація високотемпературної експлуатації футерування ковша у ковшовому відділенні. Запропонований аналіз показав що за рахунок підвищення температури нагріву ковшів а також високій обертовості ковшів можна зменшити кількість набивки ковшів на ..... набивок , знижене використання вогнетривів може знизити собівартість сталі на ..... грн/т, що може дати економічний ефект ..... грн.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паспорт мартенівського цеху ПАТ “Запоріжсталь”. Технологічна інструкція ПАТ “Запоріжсталь”. Запоріжжя 2014. 44 с.
2. П.А. Плохих, М.А. Вожол, Ю.В. Хавалиць. Умови служби футеровки сталерозливних ковшів і вимоги, пропоновані до вогнетривких матеріалів : ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет». - 2019.10.064.
3. Технологічна інструкція ПАТ “Запоріжсталь” ТИ 226–СТ.М–05–2016 - Підготовка сталерозливочних ковшів, сталевипускних желобів, шибєрних затворів. 2016р.
4. Проектування та експлуатація промислових печей. Ісламов М.Ш, Хімія - Ленінград 1986 р.
5. В. А. Віхлівщук, В.С. Харахулах, С.С. Бродський. Ківшеве доведення сталі: - Дніпропетровськ: Системні технології, 2000. - 190 с.
6. Технологічна інструкція ПАТ “Запоріжсталь” ТИ 226–СТ.М–06–2022 -Підготовка до розливки сталі. 2022р.
7. Павлов С. М. - Розробка ресурсоефективної технології обробки сталі на установці ківш-піч на основі обґрунтованого розташування донних фурм .Національна академія наук України інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова -Дніпро – 2019.
8. Вогнетриви та їх експлуатація. Дюдкін Д.О., Ухін В.Е., Донецький національний технічний університет (конспект лекцій), 2007
9. Белобров Е. А., Карпенкова О.Л., Белобров Л.Е., Белобров К.Е., Белобров Е. Л.КНПП «Формувальні матеріали України», м. Краматорськ, Лиття України, 2019, №6, с.7-10
10. Технологічна інструкція ПАТ “Запоріжсталь” по охороні праці № 03.11-2018 для ковшевого мартенівського цеху.2018р.
11. Конспект лекцій по дисципліні «Металургія сталі» / Авт. Зборщик А.М. – Донецьк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2008. – 238 с.

12. А. Н. Смирнов, С. В. Куберский, Е. Н. Максаев - Зміна експлуатаційних властивостей шлакоутворюючих сумішей при серійному розливанні та їх вплив на хід процесу безперервного лиття МЕТАЛЛ И ЛИТЬЁ УКРАИНЫ № 11 (270) '2015 9

13. НПАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розроблення інструкцій з охорони праці".

14. «Положення про систему управління охороною праці у ПАТ «Запоріжсталь».

15. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання та перевірку знань з питань охорони праці».

16. НПАОП 27.0-1.01-08 «Правила охорони праці у металургійній промисловості».

17. НПАОП 27.1-1.01-09 «Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві».

18. НПАОП 0.00-1.71-13 "Правила охорони праці при роботі з інструментом та пристроями".

19. «Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві», затверджений постановою Кабінету Міністрів України №1232 від 30.11.2011р.

20. НПАОП 27.0-3.01-08 «Норми безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам металургійної промисловості».

21. «Положення про застосування біркової системи на ПАТ «Запоріжсталь».

22. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підйомних пристроїв та відповідного обладнання».

23. НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими ЗІЗ».