

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ МЕТАЛУРГІЇ

Кафедра металургії
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проект

(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз та вдосконалення технології лиття сталі з метою поліпшення якості зливків.

Виконав: студент II курсу, групи МЕТ-18-5мд
спеціальності 136 „Металургія“
(код і назва спеціальності)

освітньої програми 136 металургію чорних металів
(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

С.Р. Назаренко
(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н. доц. Пашій С.В.
(посада, вчене звання / науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н. доц. Харченко О.В.
(посада, вчене звання / науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет металургії
Кафедра металургії
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність _____
(код та назва)
Освітня програма 136 Металургія горючих металів
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
« _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Назаренко Сергій Романович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Аналіз та вдосконалення технології
лигату сталі з метою поліпшення якості злиттів.

керівник роботи к.т.н. доц. Башний Сергій Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 09 20 19 року № _____

2. Строк подання студентом роботи 10.01.2020

3. Вихідні дані до роботи Розробка аналізу технології лігату
сталі в випишці та вдосконалення існуючої
технології лігату злиттів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Резюме, Вступ, Розділ 1, Розділ 2, Розділ 3, Розділ 4,

Висновки, Список використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Характеристика виробничого підприємства		11.09.2019
2	Виробництво сталі та проблеми які виникають		11.09.2019
3	Удосконалення технології ліття сталі		11.09.2019
4	Охорона праці та захист навколишнього серед.		11.09.2019

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Скорочення то. умовні позначення. Вступ	11.09 - 14.09.2019	
2	Характеристика підприємства	15.09 - 23.09.2019	
3	Аналіз шартів виробництва	24.09 - 30.09.2019	
4	Дослідження технології ліття сталі	01.10 - 31.10.2019	
5	Розробка удосконалення технології	01.11 - 21.11.2019	
6	Охорона праці та захист середовища	23.11 - 01.12.2019	
7	Загальні висновки. Перелік ілюстрацій	08.12 - 28.12.2019	
8	Графічна частина	29.12 - 7.01.2020	

Студент (підпис) С.Р. Лозаренко (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) (підпис) С.В. Боніч (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер (підпис) С.В. Боніч (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Назаренко С.Р. Аналіз та вдосконалення технології лиття сталі з метою поліпшення якості злитків (на прикладі ПАТ «Запоріжсталь»).

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальність 136 – Металургія, науковий керівник С.В. Башлій.

Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет металургії, кафедра металургії, 2020.

Розглянута характеристика виробничого підприємства, його історія, екологія та сучасні технології які плануються до реалізації або вже реалізовані на даному підприємстві. Описаний процес розливання сталі, обладнання яке використовується для цього та проблеми які виникають в процесі роботи. Показані основні шляхи удосконалення технології лиття сталі на підприємстві та їх аналітичне і економічне обґрунтування. Описані шкідливі та небезпечні фактори в мартенівському цеху, заходи з охорони праці під час роботи а також в цілому по цеху.

Ключові слова: ВИЛИВНИЦЯ, ПОДДОН, ЦЕНТРОВА, ФЛОКЕН, ВОГНЕТРИВКИЙ, СТАЛЬ, УСАДКА, ОКИСЛЕННЯ.

ABSTRACT

Nazarenko S.R. Analysis and improvement of steel casting technology to improve the quality of ingots (for example, PJSC “Zaporizhstal”) ”.

Qualification work for higher masters degree in specialty 136 - Metallurgy, supervisor S.V. Bashley.

Zaporizhzhya National University. Engineering Institute. Faculty of Metallurgy, Department of Metallurgy, 2020.

The characteristics of the production enterprise, its history, ecology and modern technologies that are planned for sale or already implemented at the given enterprise are considered. The process of casting steel, the equipment used for it, and the problems encountered during operation are described. The basic ways of improvement of steel casting technology at the enterprise and their analytical and economic substantiation are shown. The hazardous and dangerous factors in the open-hearth shop, the occupational health and safety measures in the shop are described.

Keywords: MOLD, PALLET, CENTER, FLOCEN, REFRACTORY, STEEL, SHRINKAGE, OXIDATION.

АННОТАЦИЯ

Назаренко С.Р. Анализ и совершенствование технологии литья стали с целью улучшения качества слитков (на примере ОАО «Запорожсталь») ».

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 136 - Metallurgy, научный руководитель С.В. Башлий.

Запорожский национальный университет. Инженерный институт. Факультет металлургии, кафедра металлургии, 2020.

Рассмотрена характеристика производственного предприятия, его история, экология и современные технологии, которые планируются к реализации или уже реализованы на данном предприятии. Описанный процесс разлива стали, оборудование, которое используется для этого и проблемы, которые возникают в процессе работы. Показаны основные пути совершенствования технологии литья стали на предприятии и их аналитическое и экономическое обоснование. Описанные вредные и опасные факторы в мартеновском цехе, мероприятия по охране труда при работе а также в целом по цеху.

Ключевые слова: ИЗЛОЖНИЦА, ПОДДОН, ЦЕНТРОВАЯ, ФЛОКЕН, ОГНЕУПОРНЫЙ, СТАЛЬ, УСАДКА, ОКИСЛЕНИЕ.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Історія комбінату ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» - український металургійний комбінат у Запоріжжі, одне з містоутворюючих підприємств. Є одним з найбільших металургійних підприємств Європи і входить до групи Метінвест (з 2011).

Спеціалізація комбінату - сталевий гарячекатаний рулон і лист, холоднокатаний лист, рулон з вуглецевих і низьколегованих сталей, а також сталева стрічка, чорна жерсть, гнучий профіль. «Запоріжсталь» експортує свою продукцію більш ніж в 50 країн світу. Серед них Туреччина, Італія, Польща, Росія, Сирія, Ізраїль, Болгарія, Ефіопія, Нігерія. Стратегічним напрямом збутової політики комбінату залишається український ринок [25].

Потужність виробництва зображена на табл.1.1.1.

Рік	Чавун, млн тон	Сталь,млн.тон	Прокат, млн.тон
2013	3,194	3,785	3,149
2014	3,5	3,96	3,38
2015	3,808	3,979	3,354
2016	3,6002	3,8907	3,3679
2017	3,795	3,9264	3,2142
2018	4,3865	4,1058	3,5374

Таблиця 1.1.1 – Потужність виробництва

комбінату «Запоріжсталь»

Будівництво комбінату було розпочато 22 січня 1931 на підставі рішення Вищої ради народного господарства СРСР (ВРНГ) від 3 травня 1929 року і мало мету забезпечення потреб машинобудівної промисловості листовим металом. Спроектований завод був Державним інститутом з проектування металургійних

заводів. За своїми масштабами металургійний завод повинен був стати найбільшим у той час в Європі, його проектна потужність була розрахована на 1,224 млн тонн чавуну і 1,430 млн тонн високоякісної сталі.

Металургійний завод почав діяти 16 листопада 1933 року, коли на доменній печі № 1 була видана перша плавка чавуну. Цей день відзначається як день народження «Запоріжсталі».

У 1935 році стали до ладу чотири мартенівські печі. У 1936 році, після звернення робітників і ІТП, комбінату було присвоєно ім'я Серго Орджонікідзе.

Станом на початок 1937 року комбінат був найбільшим металургійним підприємством СРСР (тут діяли 30 доменних печей, 5 мартенівських печей, 6 печей для виплавки феросиліцію, 5 печей для виплавки ферохрому, перший в Європі листопрокатний стан з безперервною прокаткою сталевого листа, а також 8 тисяч електродвигунів) і роботи з розширення підприємства тривали. У 1937 році став до ладу слябінг, в 1938 році - безперервні широкосмугові стани гарячої і холодної прокатки.

У 1939 році шамотна цех комбінату «Запоріжсталь» було виділено в самостійне підприємство - Запорізький вогнетривкий завод. У 1939 для роботи на «Запоріжсталі» в Запоріжжі були відправлені 1604 польських полонених. Цей експеримент провалився і був закінчений через 7 місяців через відсутність у полонених навичок і бажання працювати.

До початку Великої Вітчизняної війни на «Запоріжсталі» вже працювало більшість металургійних агрегатів і допоміжних цехів. Основними цехами заводу були доменний, мартенівський, гарячого і холодного прокату. Питома вага комбінату з виробництва основних видів продукції в системі чорної металургії країни була значною, особливо з випуску якісної гарячекатаної і холоднокатаної тонколистової сталі (зокрема, завод забезпечував 70% обсягу виробництва тонкого холоднокатаного листа для автомобільної промисловості СРСР).

Після початку війни тут почалося освоєння виплавки і прокатки броньових листів, але в зв'язку з наближенням до міста лінії фронту в серпні

1941 року завод був евакуйований до Магнітогорська. При транспортуванні постало питання про те, як перевозити станини прокатних станів і інші громіздкі великовагові деталі, оскільки потужних транспортерів в наявності не виявилось. Були посилені чотиривісні платформи, але і на них перевантаження доходило до 50%. Використовували і тендерні візки паровозів серії ФД. Для вивозу обладнання «Запоріжсталі» знадобилося 12 435 вагонів.

Після визволення Запоріжжя від німецької окупації в жовтні 1943 року почалося відновлення заводу, в якому брали участь 120 підприємств з усього СРСР.

У 1947 році була введена в дію 1-а черга заводу, 27 вересня 1947 року видав першу післявоєнну продукцію цех холодної прокатки - автомобілебудівникам Москви і Горького були відправлені перші ешелони листової сталі. У 1949 році відновлення заводу було завершено. У 1950 році виробництво заводом чавуну, сталі і прокату перевищило довоєнний рівень. У 1951 році на заводі введений в експлуатацію цех з виробництва білої жерсті в рулонах. Починаючи з 1955 року на комбінаті здійснюються заходи з модернізації обладнання, інтенсифікації виробничих процесів з метою значного приросту виробництва на діючих потужностях. У 1959 році на «Запоріжсталі» вперше в СРСР введено в експлуатацію цех з виробництва холодногнутих профілів. У 1962 році почав працювати найбільший в Європі ливарний цех, що виробляє виливниці з рідкого чавуну першої плавки. У цьому цеху вперше в світовій практиці знайшли широке застосування рідкорухомі самотвердіючі суміші, використовувані для виготовлення форм і стержнів. У 1963 році став до ладу діючий цех холодної прокатки № 3 з унікальним станом «2800» для холодної прокатки великогабаритних листів з нержавіючих сталей. У 1967 році були введені в експлуатацію новий прокатний стан "1700", агрегат поперечного різання металу і два блоки печей ковпакового типу. У 1974 році в мартенівському цеху заводу була введена в експлуатацію перша в Україні двованна піч ДСА-1, продуктивність якої в 2,5 рази перевищувала продуктивність звичайної печі. У 1977 році в мартенівському цеху була

впроваджена технологія розливання всієї виплавленої сталі безстопорним способом із застосуванням на сталерозливних ковшах шибєрних затворів. На «Запоріжсталі» вперше в країні освоєно виробництво листів з легованих і нержавіючих марок сталі зі спеціальною шліфованою і полірованою обробкою поверхні; сталеві вуглецевої смуги, покритої полімерними матеріалами, а також виробництво товарів народного споживання - мийок і кухонних наборів з нержавіючої сталі та інших виробів.

У 1994 році на комбінаті вперше в практиці експлуатації широкосмугових прокатних станів впроваджена в промисловому масштабі «транзитна» прокатка слябів без попереднього підігріву в печах. Сьогодні за такою технологією прокатується 95% слябів, а витрата палива знижена з 82,5 до 13,5 кг на тону прокату. Перехід на «транзитну» прокатку створив передумови для прямої прокатки слябів довжиною 10-12 метрів і масою до 16 тонн. Встановлено нові електродвигуни клітей чистової групи стану потужністю по 7000 кВт змінного струму з регулюванням швидкості замість морально застарілих електродвигунів постійного струму потужністю 5000 кВт, що дозволило забезпечити високопродуктивну роботу стану гарячої прокатки, виключити перевантаження при прокаті малої товщини, забезпечити стійку прокатку слябів масою 16 тонн, розширити сортамент прокатуємих смуг і економити електроенергію.

У 2002 році вперше в світовій практиці в електроприводі чистової групи сталу «1680» використані двигуни змінного струму з регульованим числом обертів потужністю 7000 кВт.

Для підвищення якості сталі в мартенівському цеху впроваджена унікальна захищена патентом України технологія продувки металу аргоно-кисневими сумішами.

У 2004 році реконструйовано доменні печі № 2 і № 3. Обидві доменні печі по своїй технічній оснащеності є одними з кращих на пострадянському просторі. Печі обладнані автоматизованими системами управління, сучасними ливарними дворами з укриттям жолобів і аспіраційною системою. Вперше на ДП № 2 застосовані бесшахтні апарати з купольними пальниками, які

дозволяють збільшити температуру гарячого дуття до 1200 ° С, знизити витрату коксу на 7 кг/т чавуну. Збудована станція підігріву опалювального газу та повітря горіння, що подається в повітренагрівач, за рахунок використання тепла димових газів, яка дозволяє заощадити 10 млн м³ природного газу в рік [1].

У 2006 році в цеху холодної прокатки № 1 здійснено реконструкцію термічного відділення зі спорудженням 18-ти стендів ковпакових печей і станції для виробництва водню фірми, що забезпечує випуск високоякісного холодного прокату в кількості 276 тис. тонн в рік і економію природного газу в кількості 2,5 млн м³/рік. Конструктивні та технологічні особливості висококонвективних водневих печей дозволили забезпечити стабільний випуск холоднокатаного прокату зі сталі марки 08Ю відповідно до вимог ГОСТ 9045-93. Введено в експлуатацію агрегат подовжнього розпуску фірми «Даніелі», що забезпечує випуск конкурентоспроможної продукції - холоднокатаної смуги з щільним рівномірним змотуванням, якісним промаслюванням і розвісом рулонів згідно з вимогами замовника. Замінено турбовоздуходув з низькими параметрами дуття ($G = 2600 \text{ м}^3/\text{год}$, $P = 1,8 \text{ атм}$) на високоефективний з високими параметрами ($G = 3250 \text{ м}^3/\text{год}$, $P = 3,2 \text{ атм}$), що дозволяє забезпечити економію теплоенергії в кількості 6900 тонн умовного палива на рік.

У 2007 році введено в експлуатацію новий блок розділення повітря продуктивністю 60 тис. кубометрів на годину, який забезпечує виробничі цехи киснем з чистотою 99,5% (проти 95-96%) і дозволяє збільшити, порівняно з існуючим станом, виробництво: кисню - на 107,8 млн м / рік; азоту - на 108,6 м³/рік; аргону - на 10,0 м³/рік; криптоноксенонової суміші - на 0,90 млн м³/рік; повністю виключити контрольовані викиди кисню в атмосферу, які становили 14%; забезпечити економію електро - і теплоенергії.

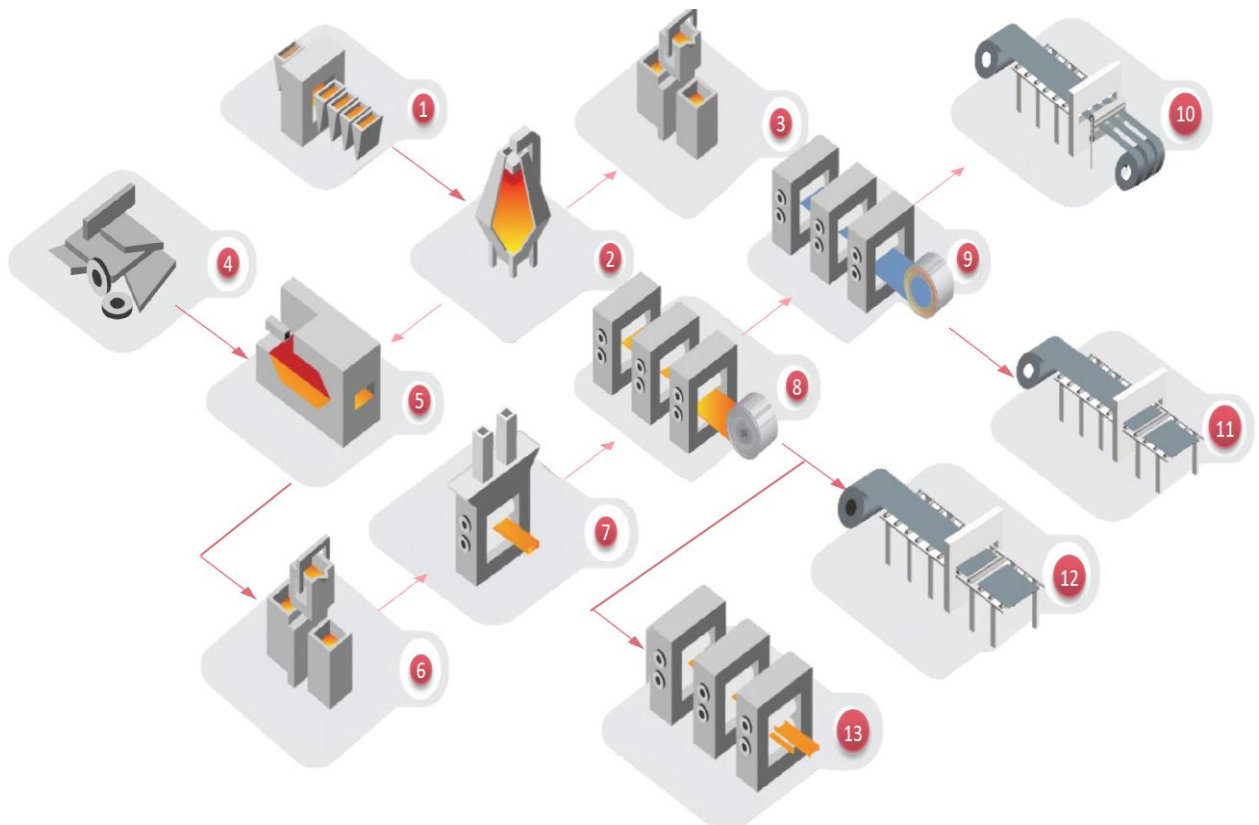
1 серпня 2016 року три цехи комбінату - ливарний, механічний і цех металоконструкцій - виділилися в окремий Запорізький ливарно-механічний завод.

1 червня 2017 року чотири цехи комбінату, цех ремонту прокатного обладнання, два цехи ремонту металургійного устаткування і цех ремонту

електроустаткування металургійних цехів були адміністративно підпорядковані ремонтному підприємству міста Маріуполь - ТОВ «Метінвест-Промсервіс».

У березні 2019 року комбінат спільно з туристичним інформаційним центром міста Запоріжжя запусив екскурсії на виробництво для любителів індустріального туризму - «Steel'ne misto Z». [37]

ПАТ «Запоріжсталь» є підприємством з повним металургійним циклом і спеціалізується на випуску гарячого і холоднокатаного листа, жерсті, (рис. 1.1).



1 – агломашини; 2 – доменні печі; 3 – ливарний цех; 4 – копровий цех; 5 – мартенівські печі; 6 – розливання сталі; 7 – обтисковий цех; 8 – стан гарячого прокату; 9 – стани холодного прокату; 10 – агрегати продольної різки; 11,12 – агрегати поперечної різки; 13 – стани з виробництва гнутих профілів

Рисунок 1.1 – Схема повного закритого виробничого циклу ПАТ «Запоріжсталь»

Відмінною особливістю чавуну виробництва ВАТ "Запоріжсталь" є низька місткість в ньому сірки та фосфору, завдяки чому він користується широким попитом на світовому ринку.

В мартенівському цеху комбінату працює 9 печей, ємністю 250-500 тонн із загальною виробничою потужністю 3,3 млн. тонн сталі в рік. Сталь виробляється скрап-рудним процесом на рідкому чавуні. Мартенівські печі опалюються природним газом. Для інтенсифікації виплавки сталі на всіх печах використовується кисень. Сталь продувається аргоном.

Виплавляема сталь - маловуглецева та середньовуглецева конструкційна та звичайної якості, низьколегована - розливається в зливки масою до 20 тонн, використовується для виробництва листового прокату.

Цех гарячої прокатки тонкого листа виробляє гарячекатаний прокат в листах і рулонах товщиною від 2,0 до 8,0 мм. Цех гарячої прокатки тонкого листа оснащений агрегатами для забезпечення постачання прокату в листах і рулонах. Безперервний тонколистовий стан " 1680 " максимальної виробничою потужністю 3,7 млн т. на рік призначений для виробництва гарячекатаних смуг товщиною 2,0-8,0 мм, шириною 860-1500 мм, масою рулону до 16 т. На трьох профілегибочні агрегатах виробляється більше 500 типорозмірів холодногнутих профілів з вуглецевих і низьколегованих марок сталі товщиною від 1,0 до 8,0 мм і з шириною розгортки профілю до 1440 мм.

Цех холодної прокатки № 1 виробляє холоднокатаний плоский прокат товщиною від 0,5 до 2,0 мм, шириною від 850 до 1500 мм в листах завдовжки до 4000 мм і в рулонах масою до 16 т, а також холоднокатану стрічку товщиною від 0,2 до 2,0 мм.

У ЦХП № 1 на безперервному чотирьохклетьєвом стані «1680», двох одноклітьєвих реверсивних станах «1680» і «1200» і двох безперервних вузькосмугових чотирьохклітьєвих станах, двадцатівалковому стані «1700» і двох безперервних вузькосмугових чотирьохклітьєвих станах «450» і «650»

виробляється холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегованої сталі. Цех оснащений засобами для дресування, поперечного різання і подовжнього розпуску, що забезпечують поставку холоднокатаного прокату товщиною від 0,2 до 2,0 мм, шириною від 10 до 1500 мм і довжиною листа до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т. [14]

Цех холодної прокатки № 3 на стані «2800» виробляє холоднокатаний лист товщиною від 1,5 до 5,0 мм, шириною 1000-2300 мм і довжиною до 3500 мм з вуглецевих марок сталі. У складі цеху мається спеціалізоване відділення з виробництва шліфованих і полірованих листів і рулонів. Максимальна виробнича потужність по гарячекатаного прокату - до 3,7 млн.т, по холоднокатаному прокату - 1,1 млн.т, по холодногнутому профілю - до 500 тис.т.

Дані технологічні процеси у всьому світі пов'язані з виділеннями шкідливих речовин в атмосферу, водойми, утворенням промислових відходів.

1.2 Екологія

Комбінат «Запоріжсталь» здійснює природоохоронну діяльність за наступними напрямками:

- удосконалення роботи технологічного обладнання (модернізація);
- введення в експлуатацію нових, менш енергоємних металургійних агрегатів з обов'язковим оснащенням нововведених агрегатів відповідними природоохоронними системами;
- модернізація існуючого природоохоронного обладнання.

Для здійснення контролю за впливом на навколишнє середовище на комбінаті працює Управління охорони навколишнього середовища (УОНС) та Радіоізотопная лабораторія (РІзЛ).

УООС виконує постійний моніторинг впливу комбінату на стан всіх компонентів навколишнього середовища, санітарно-гігієнічний контроль стану

робочих місць. РІЗЛ здійснює оцінку радіологічної обстановки на комбінаті і радіаційний контроль. [31]

У 2000 році на «Запоріжсталь» розроблена і цілеспрямовано виконується програма технічного переозброєння основних потужностей з максимальним впровадженням ресурсозберігаючих технологій. Серед них особливе місце займає впровадження природоохоронних заходів.

У 2007 році «Запоріжсталь» завдяки впровадженню низки природоохоронних заходів майже на тисячу тонн знизило викиди шкідливих речовин в порівнянні з попереднім періодом при тому, що виробництво сталі збільшилося. Високого результату вдалося досягти завдяки запуску в роботу аспіраційної установки в агломераційному цеху. На модернізацію, технічне переозброєння, впровадження енергозберігаючих технологій та будівництво природоохоронних об'єктів за 2001-2007 роки комбінат направив близько чотирьох мільярдів гривень власних коштів.

Для зменшення забруднення навколишнього природного середовища на комбінаті ведеться робота і виконуються заходи щодо вдосконалення роботи технологічного обладнання, оснащення джерел викидів і скидів очисними установками, утилізації та використання промислових відходів. В результаті досягається поліпшення всіх екологічних показників. Поточні витрати меткомбінату на охорону навколишнього природного середовища щорічно перевищують 90 млн грн, що дозволяє ефективно експлуатувати природоохоронні об'єкти комбінату і своєчасно вирішувати поточні екологічні питання. На меткомбінаті в 2008 році впроваджена інтегрована система менеджменту (ІСМ) якості, екології і охорони праці. У жовтні 2008 року комбінат пройшов сертифікаційний аудит і отримав сертифікат відповідності ІСМ якості, екології і охорони праці комбінату вимогам міжнародних стандартів ISO 9001: 2000, ISO 14001: 2004, OHSAS 18001: 2007, ILO-OSH 2001, що є визнанням ефективності вибраної екологічної політики, високого рівня екологічної свідомості та культури виробництва.

У 2010 р підприємство було нагороджено двома дипломами Національної академії наук України: «За успішне впровадження системи екологічного менеджменту» - сертифікація підприємств за системою ISO 14001: 2004 та «За впровадження науково-екологічних розробок». У 2013 році була введена в експлуатацію нова агломашина № 1 оснащена двома електрофільтрами забезпечують очистку агломераційних газів сухим способом. Очікується, що введення в експлуатацію значно знизить техногенне навантаження на регіон.

У 2014 році комбінат повністю реконструював доменну піч № 4 (ДП-4), загальний обсяг інвестицій склав близько 950 млн грн. Сучасна високоефективна пилогазоочисна система доменної печі знижує обсяги викидів і забезпечує концентрацію пилу на виході 20 мг / м³, що відповідає міжнародним нормам.

Також в 2014 році комбінат ввів в експлуатацію виробничу лінію соляно-кислотного травлення (НТА-4) в цеху холодної прокатки № 1, побудовану відповідно до європейських екологічних стандартів. Лінію визнали найкращим промисловим об'єктом за підсумками всеукраїнського конкурсу будівель і споруд, організованого Державною архітектурно-будівельною інспекцією України. Лінія соляно-кислотного травлення - унікальний для України промисловий об'єкт з повною автоматизацією виробництва, що виключає вплив людського фактору на роботу обладнання. Продуктивність НТА-4 становить 1,35 млн тонн труєного металу в рік. Після запуску лінії викиди парів сірчаної кислоти на комбінаті в атмосферу, а також стоки промислових вод від цеху холодної прокатки в річку Дніпро повністю припинені. Інвестиції в будівництво склали 890 млн грн.

У 2015 році комбінат здійснив розширений капітальний ремонт з елементами реконструкції доменної печі № 2 (ДП-2), результатом чого стало підвищення екологічної надійності аспіраційної системи і ефективності роботи печі. Фінансування капітального ремонту склало близько 200 млн грн. Очищення від пилу на ДП-2 відповідає європейському нормативу по викидах - до 20 мг на кубометр повітря. У 2015 році на підприємстві приступили до

фінального етапу проекту з реконструкції аглофабрики. Планується оснастити всі шість агломашин сучасним газоочисним обладнанням, завдяки якому очікується, що викиди від аглофабрики комбінату скоротяться на рівні 45%. Загальні інвестиції в екологічну модернізацію аглофабрики очікуються більш 845 млн грн [2, 3].

1.3 Сьогоденне обладнання для лиття сталі на підприємстві

До обладнання для розливання сталі відносять: сталерозливний ківш, розливний стакан, шиберний затвор, виливниці, поддон, літнікову систему і ін.

Сталерозливний ківш виконаний з металевих листів, футерована посудина, яка має форму усіченого конуса, що розширюється догори. Ємність ковшів знаходиться в межах 300-350 т; крім рідкої сталі ківш повинен вмщати трохи шлаку (2-3% від маси металу), який охороняє метал від швидкого охолодження під час розливання.

Стійкість футеровки ковша залежно від її виду становить від 10 до 100 плавок.

Для розливання сталі з ковша по виливницям служить шиберний затвор.

Розливний стакан вставляють в днище ковша в спеціальний гніздовий цегла; іноді замість гніздового цегли роблять набивне гніздо, заповнюючи зазор між склянкою і футеровкою днища вог

нетривкою масою. "Діаметр стакану" становить 25 120 мм, висота склянок залежно від ємності ковша дорівнює 120 440 мм.

Шибєрний затвор працює в менш важких умовах, ніж стопор (стопор знаходиться в обсязі рідкої сталі), і тому більш надійний в експлуатації. Швидкість установки шибєрного затвора і висока надійність зумовили його широке впровадження в сталеплавильних цехах. У вітчизняній практиці для виготовлення шибєрних затворів застосовують плити з корунду і периклаза, що дозволяють розливати до трьох плавок.

Виливниці

Розміри виливниць залежать від маси і розмірів злитка. Маса злитків, що відливаються для прокатки на станах, змінюється в межах від 11т до 20 т, при цьому для прокатки на блюмінгах відливають злитки масою до 12 т, а для прокатки на слябінгах -до 20 т. Більш економічне розливання сталі в великі злитки, так як при цьому зменшується її тривалість, скорочуються витрати праці, витрата вогнетривів і розливного обладнання, зменшуються втрати металу у вигляді скрапу і літників, зростає продуктивність прокатних станів.

Конфігурація виливниць, яка характеризується формою поперечного та поздовжнього перетинів, визначається сортаментом сталі і подальшим переділом злитка (рис.1.3.1).

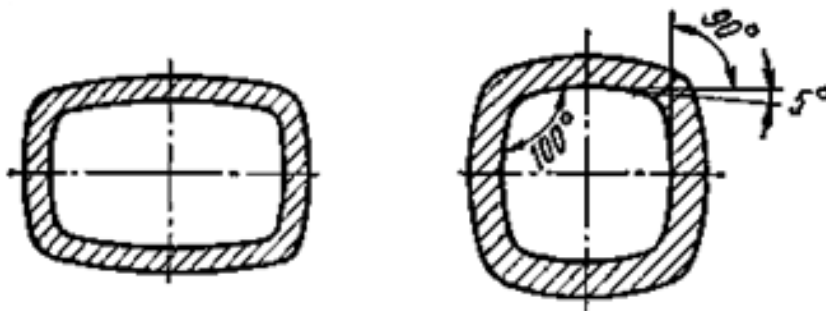


Рисунок 1.3.1 - Форми поперечного перерізу виливниць

Поперечний переріз виливниць може бути квадратним, прямокутним, як зображено на (рис. 1.3.2). Злитки квадратного перетину йдуть на сортовий прокат; злитки прямокутного перетину при відношенні їх ширини b до товщини h менше 1,5 для отримання як листа, так і сортового прокату;

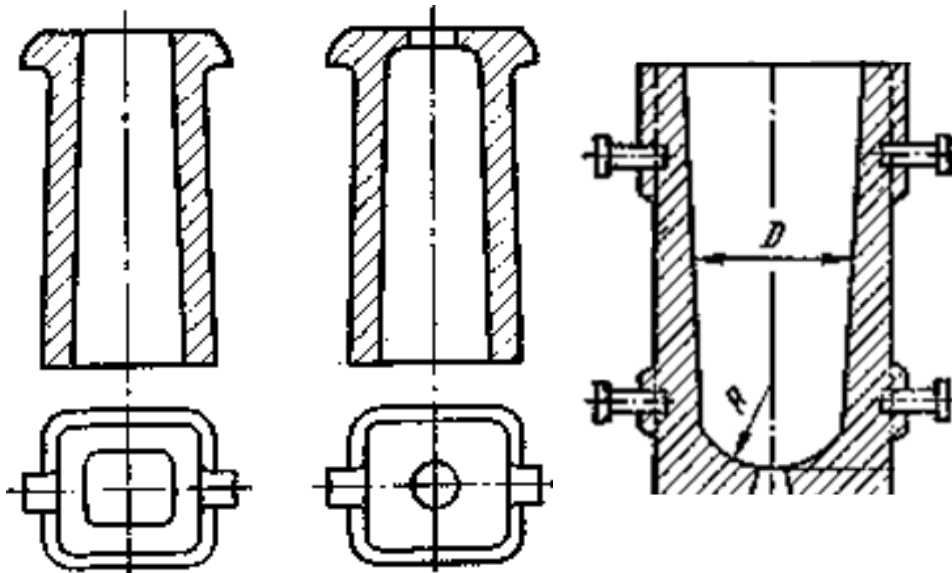
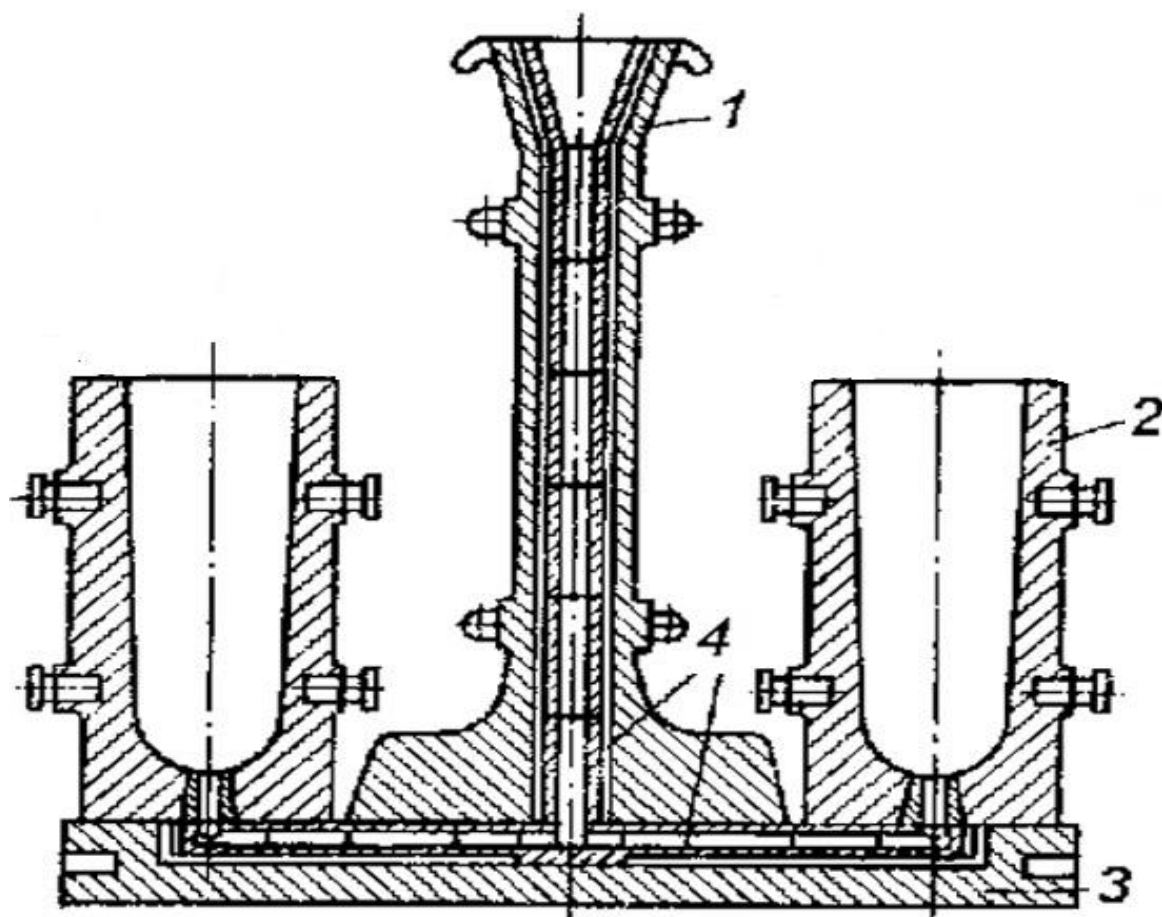


Рисунок 1.3.2. - Форми поздовжнього перерізу виливниць

Товщину стінок виливниць вибирають виходячи з умов забезпечення механічної міцності виливниці і її звичайно приймають рівною приблизно 20% від величини поперечного розміру злитка. Дорівнює 1,0-3,5% від маси розливої сталі.

Поддони служать для установки виливниць при розливанні зверху і виливниць з центровою при сифонній розливанні. Поддон є лита чавунна плита товщиною 100-200 мм. Верхня робоча поверхня поддону повинна бути гладкою; це забезпечує щільне прилягання виливниці до поддону і запобігає проривів рідкого металу під виливницю. [15]

У поддонах для сифонного розливання (рис 1.3.3) роблять поглиблення в центрі і розходяться від нього відкриті зверху канали прямокутного перерізу для укладання сифонної цегли. Якщо при розливанні зверху застосовують виливниці без дна, то в поддоні роблять виїмку, в яку укладають змінний вкладиш зі сталі і іноді з вогнетривкої цегли, що запобігає розмивання поддону струменем металу.



1. Центрова
2. Виливниця
3. Сіфонний припас
4. Поддон

Рисунок 1.3.3 – Поддон для розливання металу

При розливанні зверху застосовують поддони, розмір яких дозволяє встановити одну або дві виливниці; при сифонному розливання двох-, чотирьох- і багатомісні поддони.

Сифонна цегла запобігає розмиванню поддону, центрвої і дна виливниць рідкої сталю при розливанні. Величина діаметра отвору в сифонних цеглинах, що укладаються в поддон, зазвичай становить 30-50 мм; діаметр отвору центрових труб дорівнює 70-100 мм. Після розливання кожної плавки сифону

цеглу замінюють.

1.4 Висновки до першого розділу

ПАТ «Запоріжсталь» є підприємством з повним металургійним циклом і спеціалізується на випуску гарячого і холоднокатаного листа, жерсті.

Виплавляема сталь - маловуглецева та середньовуглецева конструкційна та звичайної якості, низьколегована - розливається в зливки масою до 20 тонн, використовується для виробництва листового прокату.

До обладнання для розливання сталі відносять: сталерозливних ківш, шиберний затвор, виливниці, поддон, літнікову систему і ін.

Сталерозливний ківш виконаний з металевих листів, футерована посудина, яка має форму усіченого конуса, що розширюється догори. Ємність ковшів знаходиться в межах 300-350т; крім рідкої сталі ківш повинен вмщати трохи шлаку (2-3% від маси металу), який охороняє метал від швидкого охолодження під час розливання.

Для розливання сталі з ковша по виливницям служить шиберний затвор.

Поддони служать для установки виливниць при розливанні зверху і виливниць з центральною при сифонному розливанні. Поддон є лита чавунна посудина товщиною 100-200 мм.

У поддонах для сифонного розливання роблять поглиблення в центрі і розходяться канали прямокутного перерізу для укладання сифонної цегли.

Сифона цегла запобігає розмиванню поддону, центральної і дна виливниць рідкої сталю при розливанні.

2 РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ ТА ПРОБЛЕМИЯКІ ВИНΙΚАЮТЬ В ПРОЦЕСІ РОБОТИ

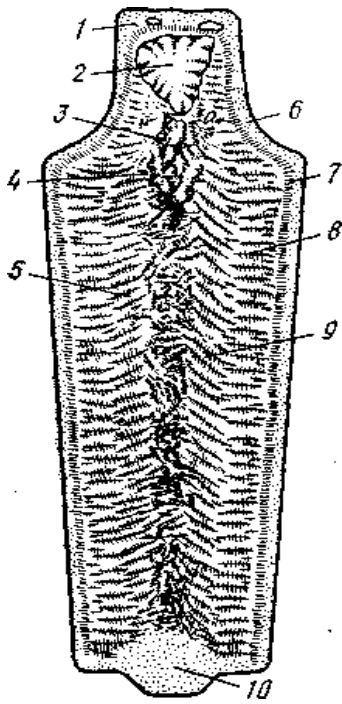
2.1 Будова сталевих злитків

З ковша сталь розливають у виливниці - чавунні форми з гладкою внутрішньою поверхнею для полегшення витягання зливка і щоб уникнути утворення на ньому тріщин. Перед заповненням виливниці рідкою сталлю її стінки змащують кам'яновугільною смолою. При заливці металу смола згорає, і утворюються гази, які перешкоджають попаданню шлаку між тілом зливка і стінками виливниці.

Сифонне розливання сталі полягає в тому, що рідкий метал з ковша поступає в центральний вертикальний канал, сполучений горизонтальними каналами з декількома виливницями. Рідкий метал, проходячи по каналам, одночасно заповнює знизу всі виливниці. Цей спосіб розливання застосовується для злитків невеликої ваги.

Сталь в залежності від технології виплавки і, головним чином, від ступеня розкислення поділяють на спокійну, киплячу і полуспокійну. Спокійну сталь зазвичай розкисляють марганцем, кремнієм і алюмінієм. Активність кисню при цьому знижується настільки, що повністю припиняється реакція окислення вуглецю. Розлив і кристалізація спокійної сталі йдуть без помітного газовиділення. Киплячу сталь лише частково розкисляють марганцем і в процесі її розливання і затвердіння в виливниці активно йде процес окислення вуглецю по реакції $[O] + [C] = \{CO\}$. Рясне виділення бульбашок CO і супутніх їм водню і азоту створює враження кипіння сталі. Полуспокійная сталь за ступенем розкислення і, відповідно, по інтенсивності газовиділення в процесі кристалізації займає проміжне положення між спокійною і киплячою.

Особливості поведінки сталі у виливниці обумовлюють відмінність в технології розливання і будову зливка тій чи іншій сталі. Будова зливка спокійної сталі представлено на (рис. 2.1.1).



- 1 - міст металу над раковиною;
- 2 - усадочна раковина;
- 3 - усадочні пустоти;
- 4 - осьова усадочна рихлість;
- 5 - зона безладно орієнтованих рівноосних кристалів;
- 6 - дрібні рівноосні кристали;
- 7, 8 - зони стовпчастих кристалів;
- 9 - стовпчасті кристали, спрямовані до теплового центру;
- 10 - конус осадження

Рисунок 2.1.1. - Будова зливка спокійної сталі

Зовнішня зона утворюється в момент зіткнення рідкої сталі з холодними стінками виливниці. Різде переохолодження металу викликає утворення дуже великого числа зародків і їх швидке зростання, в зв'язку з чим кристали не встигають вирости до значних розмірів і прийняти певну орієнтацію. Товщина коркової дрібнокристалічної зони 6-15 мм, оскільки охолодження рідкого металу з великою швидкістю триває дуже недовго.

Надалі швидкість тепловідведення і охолодження істотно падають, оскільки

відвід тепла уповільнюють кірка затверділого металу, нагрівання стінок виливниці і повітряний зазор, що утворюється між стінками виливниці і злитком внаслідок його усадки. Внаслідок уповільнення тепловідведення зменшується переохолодження і нових кристалів майже не утворюється. Триває зростання кристалів корковою зоною, причому зростають головні осі кристалів, спрямовані перпендикулярно стінці виливниці (поверхні охолодження). Таким чином, формується зона стовпчастих кристалів, витягнутих паралельно напрямку відводу тепла. У великих зливках з великим поперечним перерізом спостерігається відхилення кристалів до головної частини зливка (до теплового центру зливка). [26]

Протяжність стовпчастих кристалів зростає при збільшенні перегріву рідкої сталі, при зростанні швидкості відводу тепла від затверділої частини зливка і збільшенні поперечного перерізу зливок; вона залежить також від складу сталі (її теплопровідності).

У центральній частині зливка спрямований тепловідвід майже не відчувається, оскільки тут мала швидкість відводу тепла і, крім того, що твердіє тут метал віддалений від усіх стінок виливниці на однакову відстань. Тому що утворюються кристали які не мають певного орієнтування і виходять рівноосно. Внаслідок уповільненого тепловідведення і відсутності помітного переохолодження кількість кристалів знову прискорюється, тому структура металу грубозерниста.

Утворення "конуса осадження" в нижній частині зливка зазвичай пояснюють опусканням на дно виливниці кристалів, що зародилися в обсязі рідкого металу у фронті кристалізації, а також під впливом потоків рідкого металу нетривких гілок стовпчастих кристалів. Це опускання кристалів відбувається в силу різниці щільності затверділого і рідкого металу.

Важливою особливістю затвердіння зливка є наявність двухфазної зони між рідким і повністю затверділим металом. Це зона, де співіснують осі зростаючих кристалів і незатверділий метал в міжосних просторах. При збільшенні протяжності двухфазної зони зростає час перебування металу в двофазному

стані і сильніше розвивається хімічна неоднорідність.

Необхідно відзначити наявність в твердому злитку конвективних потоків рідкого металу. У фронту кристалізації потік спрямований вниз, в осьовій частині злитка - вгору. Рух вниз виникає тому, що у фронту кристалізації рідкий метал переохолоджений і має велику щільність, ніж решта його маси. Швидкість потоків досягає 0,35 м / с; вона тим більше, чим вище перегрів рідкої сталі, оскільки при цьому зростає різниця в температурі і щільності металу в обсязі злитка і у фронту кристалізації, У міру затвердіння злитка величина перегріву рідкого металу, а з нею і інтенсивність потоків знижуються. Наявність конвективних потоків веде до посилення хімічної неоднорідності злитку. [24]

Усадочна раковина в злитку спокійної сталі

У верхній частині злитка знаходиться порожнина - так звана усадочна раковина (рис 2.1.1.). Причиною її утворення є усадки сталі в процесі затвердіння. Збільшення щільності при переході з рідкого в твердий стан. Величина усадки в залежності від складу сталі змінюється в межах 2,0-5,3%. Усадочна порожнина в злитку завжди утворюється в місці затвердіння останніх порцій металу. Раковина буває закритою, якщо у прибутковій надставці через недостатній теплоізоляції твердне верхній шар металу; при застосуванні екзотермічних засипок і обігріві верху зливка усадочна раковина виходить відкритою.

Ту частину зливка, в якій розташована усадочна раковина, відрізають при прокатці і відправляють в переплав. Величину усадки, яка визначається природою сталі, зменшити не можна. Тому, щоб звести обріз металу до мінімуму, усадочних раковину концентрують у верхній частині злитка і прагнуть зменшити глибину її проникнення в злиток. Для цього в звичайній практиці вдаються до наступних заходів по забезпеченню більш пізнього затвердіння верхньої частині злитка:

- спокійну сталь, як правило, розливають у виливниці, розширюють догори. Велика маса рідкого металу у верхній частині злитка сприяє сповільненого його охолодженню;

- теплоізолюють бічні поверхні верху зливка. Зазвичай для цього на виливницю встановлюють прибуткову надставку, яку при розливанні як і виливницю заповнюють рідким металом. Бічні стінки надставки футеровані вогнетривами або забезпечені теплоізоляційними вставками, завдяки чому охолодження металу тут сповільнюється;

- після наповнення зливка поверхню рідкого металу в прибутковій надставці засипають теплоізоляційними або розігрівачими сумішами. Як теплоізолюючих засипок використовують азбест, обпалений вермикуліт, коксошлакову суміш і ін. Більш ефективним є застосування розігрівачих сумішей - люнкерітов, які представляють собою порошкоподібну суміш горючих і нейтральних компонентів. Як перші використовують алюміній (14-28%), феросиліцій (0-15%), коксік або деревне вугілля (0-50%), в якості других - шамот, боксит, вермикуліт. Витрата люнкернта становить 0,5-2,0 кг / т сталі.

При застосуванні перерахованих заходів величина головного обрізу злитків спокійною вуглецевої сталі складає 12-16%, а для дрібних злитків і легуваних сталей досягає 20% (донна обріз злитків спокійної сталі дорівнює 1-4%).

Злиток киплячої сталі

В процесі розливання киплячої сталі і після її закінчення сталь в виливниці "кипить". Відбувається окислення вуглецю по реакції $[C] + [O] = CO$ з виділенням бульбашок окису вуглецю.

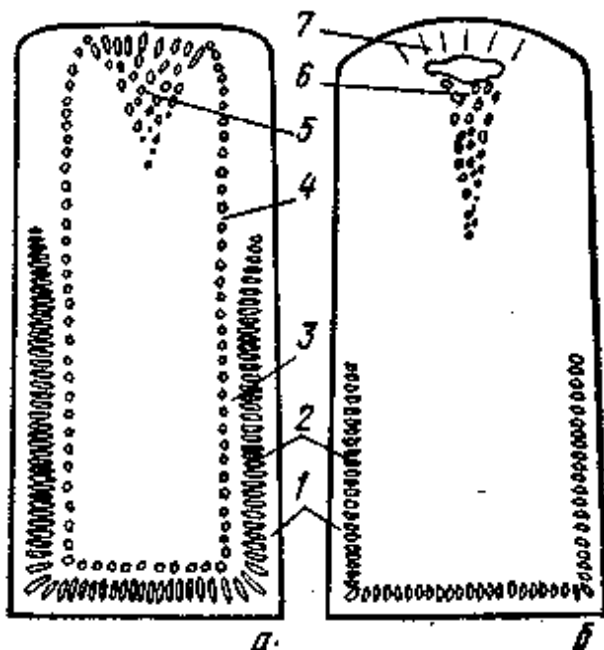
Окислення вуглецю і утворення бульбашок CO відбувається на поверхні формуються при затвердінні сталі кристалів. Значна частина бульбашок CO, що виділяються при кипінні залишається в злитку. Надалі вони заварюються при прокатці.

Для зменшення неоднорідності складу готової сталі кипіння незабаром після наповнення виливниці припиняють, накриваючи злиток масивною металеву кришкою (механічне закупорювання) або розкисляють метал у верхній частині виливниці алюмінієм (хімічне закупорювання).

У злитках киплячої сталі не утворюється концентрованої усадочної раковини. Усадка тут розосереджена по численним газовим порожнинам. Форма злитка

киплячої сталі відрізняється від форми злитка спокійної сталі. Оскільки в злитку відсутня усадочна раковина немає необхідності застосовувати виливниці, що розширюються догори. Киплячу сталь розливають в різні виливниці, що розширюється донизу. Це спрощує процес роздягання злитків - виливницю просто знімають з затверділого злитка[20].

Механічно закупорений злиток киплячої сталі характеризується розташуванням газових бульбашок в певному порядку. Структура механічно закупореного злитка киплячої сталі, наведена на (рис. 2.1.2).



а- механічно закупорені злиток;

б- хімічно закупорений злиток;

1 - щільна зовнішня корочка;

2 - зона стільникових міхурів;

3 - проміжна щільна зона;

4 - зона вторинних бульбашок;

5 - скупчення бульбашок CO;

6 - скоплення бульбашок і усадочних пустот;

7 - міст щільного металу

Рисунок 2.1.2. - Будова злитка киплячої сталі

Товщина зовнішньої кірки без бульбашок може змінюватися від 2-3 до 40 мм і залежить від того видаляються чи ні з металу утворюються при її затвердінні бульбашки CO. На початку затвердіння коркової зони висота вищого шару металу і створюване їм ферростатичний тиск, завдяки чому при достатньому окисленню сталі утворюється велика кількість бульбашок CO. Їх спливання створює потік, інтенсивність якого достатня для відриву бульбашок, що застряють між осями зростаючих кристалів, що забезпечує формування безпузирістого шару металу.

Якщо ж окисленість металу мала, а ферростатичний тиск внаслідок великої швидкості розливання швидко наростає, то зародження бульбашок ускладнене, їх утворюється мало і не створюється сильного потоку спливаючих бульбашок. У цих умовах бульбашки, що утворюються в межосних просторах кристалів, залишаються в металі. Починається зростання стільникових бульбашок.

Таким чином, чим нижче окисленість сталі і чим вище швидкість наповнення виливниці, тим нижче буде інтенсивність кипіння і менше товщина безпузирістої кірки.

В решті в металі бульбашок у міру подальшого виділення окису вуглецю формуються витягнуті стільникові бульбашки, що пов'язано з освітою в цей час зони витягнутих стовпчастих кристалів. Йде порівняно швидко зростання головних осей стовпчастих кристалів, між якими накопичується виділення окису вуглецю. Довжина стільникових бульбашок становить від 35 до 70-100 мм.

У верхній частині злитка стільникових бульбашок немає, так як вони вимиваються потоком газу, що піднімається знизу. Висота зони стільникових бульбашок зазвичай дорівнює $1/2-2/3$ висоти злитка; вона зростає при підвищенні швидкості наповнення виливниці, зниженні інтенсивності кипіння і зменшення окислення металу. [25]

Припинення зростання стільникових бульбашок пов'язано з тим, що після

сформування малотеплопровідної пузирістої зони, швидкість відводу тепла помітно знижується і сповільнюється швидкість росту головних осей стовпчастих кристалів, між якими затримувалися бульбашки CO. Утворені гази вимиваються з більш рівного фронту кристалізації і формується щільна проміжна зона, яка складається з неорієнтованих кристалів невеликих розмірів. Затвердіння центральній частині зливка йде без помітного газовиділення і циркуляції металу. Лише в результаті усадки сталі кристалізується, тиск всередині зливка трохи знижується і створюються умови для утворення окремих бульбашок. Скупчення їх у верхній частині зливка обумовлено підвищенням вмісту тут кисню і вуглецю, внаслідок ліквідації, а також спливанням бульбашок знизу. Це скупчення бульбашок утворює головну рихлість, яка в осьовій частині зливка може поширюватися на глибину до 25% його висоти.

Верх зливка з бульбашками і скупченням сірки і фосфору внаслідок їх ліквідації відрізають при прокатці; величина головного обрізу становить 5-9% від маси зливка для рядовий сталі і досягає 10-13% для якісної сталі.

Хімічно закупорений злиток (див. Рисунок 2.2.2, б) має в нижній частині зону коротких стільникових міхурів і у верхній - скупчення усадочних пустот і бульбашок, над якими, як правило, розташований міст щільного металу. До початку закупорювання і під час розливання сталь в виливниці кипить, формується зовнішня беспузирістая кірка і починається зростання стільникових бульбашок так само, як у злитку при механічному закупорюванні. Товщина здорової кірки така ж, як в механічно закупореному злитку 2-40мм і визначається рівнем окислення сталі і швидкістю підйому металу в виливниці.

Протягом 1-1,5мін після закінчення наповнення виливниці виробляють закупорювання зливка алюмінієм (іноді ферросилициєм). Введений алюміній пов'язує розчинений в сталі кисень, тому припиняється кипіння і зростання стільникових бульбашок. Довжина стільникових бульбашок залежить від часу хімічного закупорювання: їх довжина тим менше, ніж раніше був введений алюміній.

Витрата алюмінію на закупорювання вибирають таким, щоб при подальшому твердінні спостерігалось незначне газовиділення, яке повинно компенсувати усадку сталі і запобігати утворенню концентрованої усадочноюраквини. Бульбашки CO утворюються у верхній частині злитка, оскільки тут внаслідок ліквациї підвищується концентрація кисню і вуглецю. Глибина звужується донизу зони скупчення бульбашок і усадочних пустот може досягати 30-45% висоти злитка. [21]

При оптимальному розкисненні (оптимальній витраті алюмінію на закупорювання) над областю усадочної рихлості утворюється "міст" щільного металу товщиною близько 10% висоти злитка. Він ізолює порожнечі від атмосфери, завдяки чому останні заварюються при прокатці. Головний обріз злитка при цьому становить 3,5-6%. Показником оптимального ступеня розкиснення є формування опуклою гладкій поверхні злитка.

При недостатній розкисненні металу спостерігаються прориви поверхні злитка бульбашками CO. Суцільність верхнього "моста" щільного металу порушується і зростає величина головного обрізу, так як частина порожнин в головній частині злитка НЕ заварюється при прокатці через окислення їх внутрішньої поверхні. Якщо метал переокислений, то утворюється недостатньо ізольована зверху глибока усадочна раковина зі скупченням лікватів і неметалевих включень. Головний обріз при цьому сильно зростає, так як в прокаті утворюються в місцях скупчення лікватів і включень, а також в результаті окислення внутрішньої поверхні раковини.

Товщина здорової кірки - важливий критерій якості злитків киплячої сталі. Ця товщина може досягати 40 мм і не повинна бути менше 8 мм. Більш тонка кірка може окислюватися при нагріванні злитків перед прокаткою. Стільникові бульбашки при цьому оголюються, їх поверхня окислюється і тому вони не заварюються при прокатці. В результаті на поверхні прокату утворюються рванини.

Здорова кірка формується під час наповнення виливниці металом і її товщина визначається інтенсивністю кипіння сталі в цей період. Інтенсивність кипіння і

товщина здорової кірки будуть тим більше, чим вище окисленість рідкої сталі і чим нижче швидкість наповнення виливниці металом.

Товщина здорової кірки залежить і від складу сталі. Оскільки вуглець і марганець знижують кількість розчиненого в металі кисню (її окислення), отримання досить товстою здорової кірки в сталях з підвищеним вмістом цих елементів утруднено. Тому киплячі сталі зазвичай містять не більше 0,27% С і 0,60% Мп.

Як показав досвід, окисленість рідкої сталі, що отримується при існуючих методах виплавки, дозволяє розливати киплячу сталь зі швидкістю, що не перевищує 1,0 м / хв; при більшій швидкості наповнення виливниці товщина здорової кірки виходить менш допустимою (8-10 мм). [16]

2.2 Температура і швидкість розливання

Сталь, що випускається з печі, повинна бути підігріта на 100-150 ° С вище температури плавлення, яка залежить від складу сталі і, звичайно знижується при збільшенні вмісту вуглецю і легуючих елементів.

Перегрів необхідний для забезпечення потрібної температури сталі при розливі, а також для компенсації втрат тепла за час випуску, витримки сталі в ковші до початку розливання і за час розливання, тривалість якої для ковшів великої місткості може досягати 1-1,5 ч. Найбільш сильно сталь охолоджується при випуску і в перші хвилини витримки в ковші, коли тепло витрачається на нагрів футерування ковша; зазвичай за цей час температура металу знижується на 30-60 ° С.

Нормальною температурою початку розливання вважають температуру, що перевищує температуру плавлення сталі на 90-120 ° С при сифонному розливанні і на 70-110 ° С при розливанні зверху.

Надмірно висока температура сталі при розливанні веде до погіршення якості злитка. Перегріта сталь довше твердне в виливниці, тому в злитку сильніше розвивається хімічна неоднорідність. Швидке розливання гарячого металу веде до збільшення ураженості поверхні злитків поздовжніми тріщинами. Зі

збільшенням температури зростає також кількість розчинених в сталі шкідливих газів, що погіршує властивості готового металу. [26]

Розливання сталі при дуже низькій температурі також небажана. Холодний метал більш в'язок, що ускладнює спливання і кристалізацію злитку і призводить до підвищеного забруднення сталі неметалевими включеннями. При затвердінні в'язкого металу погіршується питання, кристалізуються обсяг злитка з прибутку, тому злитки виходять з підвищеною осьовою пористістю і рихлістю. При сифонному розливанні холодного металу на його поверхні в виливниці утворюється корочка, заворот якої є серйозним дефектом злитка.

Швидкість розливання. Надмірно висока швидкість розливання веде до збільшення кількості поздовжніх тріщин на поверхні злитка, а при розливанні киплячої сталі викликає зменшення товщини здорової зовнішньої скоринки в злитку. Розлив з недостатньою швидкістю веде до посиленого утворення і заворот скоринки, особливо при розливання сталі сифоном.

З цих причин швидкість розливання пов'язують з температурою металу. Гарячий метал слід розливати повільніше, холодний швидше. Оптимальні температури і швидкості розливання підбирають дослідним шляхом з урахуванням способу розливання, маси зливка, складу і властивостей сталі.

Швидкість розливання найчастіше характеризують швидкістю підйому сталі у виливниці, яка знаходиться в межах 0,15-5 м / хв. Її регулюють зміною діаметра розливного стакану, а також частковим перекриттям впливає зі стакану струменя за допомогою шиберного затвора.

Вплив температури розливання на якість сталі

Підвищена температура розливання призводить до погіршення якості злитка, так як в цьому випадку збільшується час затвердіння сталі у виливниці і в злитку сильніше розвивається хімічна неоднорідність. При збільшенні температури розливання також зростає кількість розчинених у металі газів, що призводить до погіршення властивостей сталі.

При зниженій температурі розливання підвищується в'язкість металу, що

ускладнює процес спливання неметалевих включень в верхню частину зливка, звідки згодом вони можуть бути видалені у вигляді обрізків. В результаті злиток виявляється забрудненим підвищеною кількістю неметалевих включень. При сифонному розливанні зі зниженою температурою на поверхні металу утворюється корочка, завороту якої є дефектом зливка. [9]

Вибір швидкості розливання сталі

Швидкість розливання сталі характеризується швидкістю підйому металу в виливниці. Зазвичай вона знаходиться в межах 0,15-0,5 м / хв.

Швидкість розливання регулюють зміною діаметра розливного стакану і частковим перекриттям струменя металу за допомогою шиберного затвора. Застосування склянок великого діаметра призводить до збільшення різниці швидкостей розливки перших і останніх злитків в плавці, що негативно відбивається на якості злитків. В цьому випадку швидка розливання перших злитків призводить до приварювання їх до виливниці або поддону, утворення поверхневих дефектів, зниження газовиділення з металу.

Повільна розливання останніх злитків призводить до утворення пелени, завороту кірки. Також слід зазначити, що під час розливання сталі зверху швидкість вище, ніж при використанні сифонного способу. Це викликано тим, що при сифонному розливанні одночасно відливають кілька злитків, що дозволяє досягти невеликої тривалості плавки навіть при малих швидкостях розливання.

Вплив швидкості розливання на якість сталі

Підвищена швидкість розливання приводить до збільшення кількості поздовжніх тріщин на поверхні зливка, а при розливанні киплячої сталі призводить до зменшення товщини кіркової зони зливка.

Знижена швидкість розливання, також як і знижена температура призводить до появи заворотом кірки.

Режими розливання спокійної сталі

Спокійну сталь розливають, як зверху, так і сифонним способом в розширені

догори виливниці з прибутковими надставками.

Розливання зверху починають повільно при повному обсязі відкритому шибері для того, щоб уникнути розбризкування металу при ударі о дно виливниці і утворення пелени на поверхні злитка. Після утворення «подушки» рідкого металу розливання продовжують повним струменем.

Швидкість розливання при цьому визначається діаметром сталеразливного стакану. Прибуткову частину зливка заповнюють повільно з метою переведення усадочної раковини в верхню частину зливка.

При розливанні зверху швидкість розливання становить 0,3-1,1 м / хв.,

В останні роки впроваджують швидкісну розливання - до 4,5 м / хв.

Однак застосування швидкісного розливання можливо тільки для сталей, що мають незначну схильність до утворення тріщин. [13]

При сифонному розливанні нижню частину зливка, також як і при розливанні зверху заповнюють зі зниженою швидкістю. В результаті взаємодії металу у верхній частині злитка з киснем атмосфери на поверхні злитка утворюється плівка з оксидів (кірка), яка в процесі розливання може завертатися до стінки виливниці. Тому після наповнення нижньої частині виливниці швидкість розливання вибирають виходячи зі стану поверхні металу в виливниці.

Для запобігання завороту кірки розливання намагаються вести так, щоб між кіркою і стінкою виливниці був рант рідкого металу.

Зазвичай швидкість розливання сифонним способом становить 0,15-0,7 м / хв.

Прибуткову частину зливка також заповнюють зі зниженою швидкістю.

Після закінчення розливання состав зі злитками витримують в розливному прольоті без руху від 30 хв. до 2 год. в залежності від маси зливка і марки сталі.

Це служить для запобігання збільшенню ступеня ліквації.

2.3 Аналіз проблем та дефекти розливки сталі в мартенівському цеху

Температура і швидкість розливання є основними технологічними параметрами, що визначають режим розливання сталі.

Слід зазначити, що дані параметри тісно взаємопов'язані між собою. Так

розливання металу з підвищеною температурою відбувається при більш низькій швидкості і навпаки. Оптимальне співвідношення температури і швидкості розливання підбирають дослідним шляхом з урахуванням способу розливання (розливання зверху або сифонний спосіб), маси зливка, марки сталі.

Вибір температури розливання сталі

Сталь, що випускається з печі повинна бути підігріта на 100-150С вище температури плавлення (температури ликвидус), яка залежить від хімічного складу сталі

- температура ликвидус складе 1580С.

Відповідно температура сталі на випуску повинна становити 1618-1680С.

Перегрів сталі над температурою ликвидус необхідний з наступних причин.

Для забезпечення потрібної температури розливання, яка при розливанні зверху повинна бути вище температури ликвидус на 70-110С, а при сифонному розливанні - вище на 90-120С. .

Для компенсації втрат тепла за час випуску, витримки сталі в ковші до початку розливання. При випуску і витримці в ковші сталь охолоджується на 30-60С.

[30]

Дефекти сталевих злитків поділяють на природні або неминучі, які виникають при затвердінні і охолодженні зливка, і технологічні, які виникають через недосконалість технології розливання, а також виплавки сталі. До числа перших відносяться усадочна раковина, осьова рихлість, хімічна і структурна неоднорідність, стільникові бульбашки, ендогенні неметалеві включення; до числа другого - тріщини, пелени, завороту кірки, підкіркові бульбашки в зливках спокійної сталі, "рваніна" і рослоість злитків киплячої сталі, мала товщина в них здорової скоринки і деякі інші. Частина дефектів розглянуті при описі будови злитків, найбільш важливі з інших розглядаються нижче.

Осьова рихлість. У верхній осьової частини злитків спокійної сталі виявляються скупчення дрібних усадочних пустот, звані осьової рихлістю або пористістю. При кристалізації зливка осьова зона м'якого металу весь час

звужується і в окремих місцях відбувається зрощення кристалів, що ростуть з протилежних боків цієї зони. Під зрощеними кристалами затвердіння йде без доступу рідкого металу зверху з прибуткової частини зливка і тому в цих місцях утворюються дрібні усадочні пустоти.

Збільшенню осьової пухкості сприяють зниження температури розливаемого металу, збільшення маси зливка, наявність в сталі елементів, що підвищують усадку при затвердінні (особливо вуглецю), наявність елементів (хрому, титану), що збільшують в'язкість рідкої сталі,

Поліпшення обігріву верхньої частини зливка призводить до зменшення осьової пористості.

Заворот кірки. Це дефект поверхні злитків, що утворюється переважно при сифонній розливання внаслідок окислення і охолодження поверхні рідкої сталі в виливниці.

Зазвичай поверхня піднімається в виливниці металу покривається плівкою оксидів, що утворюються в результаті окислення складових сталі киснем повітря. Твердіє під плівкою метал утворює разом з нею кірку, яка поглинає також спливаючі з рідкої сталі неметалеві і шлакові включення. Якщо кірка пристає до стінок виливниці, то піднімається знизу метал прориває її, загортає до стінки виливниці і заливає. У місці завороту кірки в злитку виявляються скупчення неметалічних включень і газові бульбашки, які утворюються в результаті взаємодії оксидів кірки із які в сталі вуглецем. У процесі прокатки в місці завороту кірки виникають рванини, тому потрібно зачистка поверхні прокату або поверхні злитків перед прокаткою, що ускладнює виробництво і викликає додаткові втрати металу.

Інтенсивність росту кірки заворотами збільшуються при низьких температурах виливниць, сталі і швидкості розливання і, особливо, при наявності в сталі легкоокислюючихся елементів (хрому, алюмінію, титану). Для зниження ураженості зливка заворотами вдаються до спеціальних заходів захисту поверхні металу в виливниці від окислення. [28]

Поперечні гарячі тріщини. Утворення зовнішніх поперечних тріщин - результат перешкоди вільної усадки твердіючого злитка. Найбільш часто тріщини виникають внаслідок місцевого зависання зливка в виливниці.

Для попередження утворення цієї вади необхідно забезпечувати щільне прилягання прибутковою надставки до виливниці і бракувати виливниці з дефектними стінками.

Поздовжні зовнішні гарячі тріщини. Вони виникають при розливанні перегрітої сталі і при підвищених швидкостях розливання. Їх ширина становить 1-3 мм, довжина досягає 1 м і більше.

Тріщини утворюються в такий спосіб. В результаті усадки кірки затвердеваючого злитка і теплового розширення виливниці між ними утворюється зазор. Рідкий метал виявляється як би в посудині, стінками якого служить кірка затверділої металу. Тонка кірка може не витримати ферростатического тиску рідкої сталі; її розрив в поздовжньому напрямку є поздовжнє тріщину. Імовірність розриву тим вище, чим вище температура сталі і швидкість розливання, так як в цих випадках через надлишок тепла повільніше наростає товщина кірки затверділого металу. Зазвичай поздовжні тріщини утворюються по кутах злитка.

Заходами боротьби з утворенням поздовжніх гарячих тріщин зазвичай служать: запобігання перегріву сталі, зменшення швидкості розливання, застосування виливниць з увігнутими і хвилястими стінками.

Поздовжні холодні зовнішні тріщини. Вони утворюються в процесі охолодження затверділого злитка на його гранях при температурі нижче 600 °С. Вони виникають при занадто швидкому охолодженні злитків в результаті термічних і фазових напруг.

Для запобігання їх утворення слід повільніше проводити охолодження злитків. Найбільш дієвий засіб проти утворення термічних тріщин - посадка злитків в

нагрівальні колодязі в гарячому стані.

Пелени. Вона зазвичай утворюються при розливанні зверху і переважно в нижній частині злитка.

В результаті удару струменя металу об дно виливниці сталь розбризкується. Бризки і запліску застигають на стінках виливниці, причому поверхня їх окислюється і тому вони не розчиняються в піднімаючійся рідкій сталі і не зварюються з основною масою злитка, утворюючи дефект поверхні злитка. Пелени не зварюються з металом і при прокатці, внаслідок чого поверхні прокатаних заготовок доводиться піддавати зачистці.

Для зменшення розбризкування заповнення виливниць починають повільно при повному обсязі відкритому затворі. [28]

Підкіркові бульбашки. У злитках спокійної сталі іноді виявляються газові бульбашки, розташовані біля поверхні злитка. Причин виникнення цих підкіркових бульбашок кілька. Одна з них - зайве товстий шар мастила виливниці. В цьому випадку мастило не встигає вигоріти до підходу рідкого металу і залита металом переганяється. Возгони затримуються між кристалами твердіючого металу, утворюючи бульбашки. Бульбашки утворюються і при занадто високому ($> 0,5\%$) вмісті вологи в мастилi в результаті її випаровування, а також при розливанні недостатньо розкисленої сталі внаслідок утворення при її кристалізації бульбашок CO. Утворюються підкіркові бульбашки і в результаті розбризкування сталі при розливанні зверху. Присталі до стінок краплі металу (бризки) окислюються з поверхні. Потрапивши потім в рідку сталь оксиди крапель реагують з вуглецем сталі, утворюючи бульбашки CO.

При прокатці злитків в місцях розташування бульбашок виникають волосовини - дрібні тонкі тріщини.

Рослость злитка спокійної сталі і внутрішні газові бульбашки. Причиною цього

дефекту злитків спокійної сталі є підвищений вміст в сталі водню. Під час кристалізації надлишковий водень виділяється з розчину і залишається між кристалами у вигляді бульбашок, викликаючи збільшення висоти ("зростання") зливка. Цей дефект характерний для сталей з підвищеним вмістом кремнію.

Рванина. При надмірній окисленості киплячої сталі кипіння в процесі заповнення виливниці йде дуже бурхливо, бульбашки CO сильно вспінюють метал. Після закінчення інтенсивного кипіння (при хімічному закупорюванні після введення алюмінію) сталь осідає, залишаючи на стінках виливниці застиглу кірку.

Рослоість злитків киплячої сталі. При недостатньому окисленні металу і млявому кипінні в зливку залишається багато бульбашок, в результаті чого зростає висота зливка, зменшується щільність головної частини і збільшується головний обріз при прокатці.

Основним параметром, що визначає якість злитків киплячої сталі, є товщина зовнішньої кірки слітка. В разі недостатньої товщини зовнішньої кірки зливка при нагріванні під прокатку стільникові бульбашки можуть виходити на поверхню і окислюватися. В результаті при прокатці утворюються поверхневі дефекти у вигляді рванина.

Поздовжні зовнішні гарячі тріщини

При виникненні зазору між зливками і стінками виливниці кірка зливка може не витримати ферростатического тиску рідкої сталі і в результаті утворюються поздовжні розриви - тріщини.

Причиною утворення поздовжніх тріщин також може служити розливання нецентрованого струменю металу. В цьому випадку струмінь може розмивати кірку зливка. Ширина тріщин становить 1-3мм, а довжина досягає 1 м. Зазвичай поздовжні тріщини утворюються в кутах зливка.

Імовірність виникнення поздовжніх тріщин зростає при збільшенні температури і швидкості розливання, так як в цьому випадку повільніше

наростає товщина кірки злитка.

На ймовірність утворення поздовжніх тріщин також впливає форма поперечного перерізу зливка. Зі зменшенням поверхні тепловіддачі повільніше наростає кірка злитка і відповідно збільшується ймовірність появи тріщин. У зв'язку з цим найбільшою схильністю до утворення тріщин мають злитки круглого перетину, а найменшою - злитки прямокутного перетину.

Для запобігання утворенню поздовжніх гарячих тріщин крім зниження температури і швидкості розливання ефективно застосування виливниць з увігнутими і хвилястими стінками. [5]

Поперечні гарячі тріщини

Виникають в результаті перешкоди вільної усадки твердіючого злитка. Якщо в стінках виливниці є вибоїни або є зазор між виливниці і прибутковою надставкою, то рідкий метал заповнює їх і застигає в них. При подальшому твердінні злиток підвисає в цьому місці, так як його довжина зменшується за рахунок усадки. В результаті під дією ваги злитка скоринка може розірватися.

Для виключення даного дефекту необхідно ретельно контролювати якість поверхні виливниць і забезпечувати щільне прилягання прибутковою надставкою до виливниці.

Поздовжні зовнішні холодні тріщини

Виникають при швидкому охолодженні злитків в температурному інтервалі нижче 600С в результаті термічних і фазових напруг. Найбільшою схильністю до виникнення поздовжніх холодних тріщин мають сталі з вмістом вуглецю понад 0,4% і леговані хромом, марганцем, кремнієм.

Для запобігання їх утворення слід зменшувати швидкість охолодження злитків в зазначеному температурному інтервалі за рахунок, наприклад, посадки злитків в нагрівальні колодязі обжимного цеху в гарячому стані.

Пелена

Утворюються переважно при розливанні зверху. Являють собою окислені бризки і запліску (краплі) металу, які застигають на стінках виливниці.

Розбризування металу виникає в результаті удару струменя об дно виливниці.

Запліски повністю не розчиняються в рідкій сталі, так як їх поверхня окислена і утворюють на поверхні злитків дефекти у вигляді пелени

Пелени не зварюються з металом і при прокатці, тому на поверхні заготовок даний дефект також залишається(рис.2.7.1)

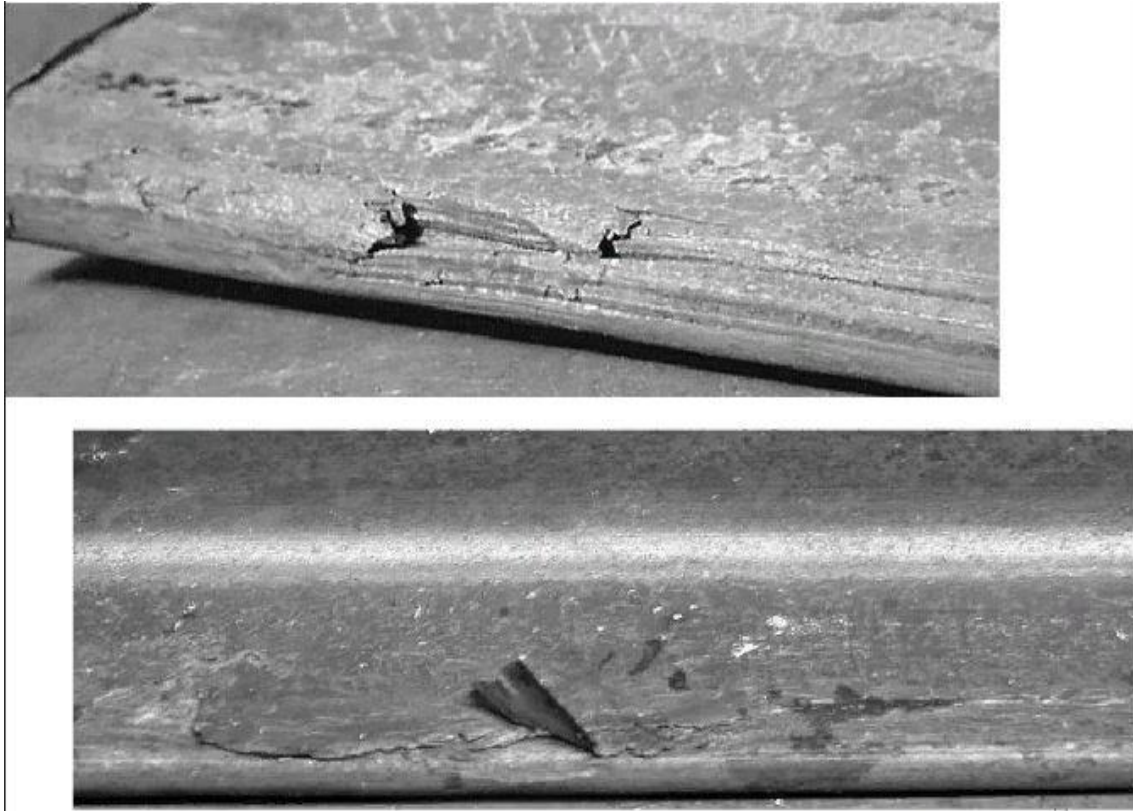


Рисунок 2.3.1 - пелени на поверхні заготовки

Для зниження ймовірності утворення пелени, розливання починають повільно, що дозволяє зменшити розбризування струменя. Крім того, для розливання застосовують проміжні пристрої (проміжні ковші і воронки). У цьому випадку зменшується напір струменя за рахунок зниження висоти стовпа рідкої сталі в проміжних пристроях. Це призводить до ослаблення удару струменя об дно виливниці і зменшення розбризування. [29]

Заворот кірки

Поверхневий дефект, що утворюється переважно при сифонному розливанню

сталі.(рис.2.3.2)



Рисунок 2.3.2 – Заворот кірки на заготовці

Механізм утворення дефекту наступний. При розливанні злитків на поверхні утворюється плівка з оксидів, які виникають при контакті елементів сталі з киснем атмосфери. Твердий під плівкою метал утворює разом з нею кірку, в якій також присутні спливаючі неметалеві і шлакові включення. При наявності дефектів на внутрішній поверхні виливниці плівка пристає до стінок виливниці і піднімається знизу метал загортає її. У місці завороту кірки спостерігається скупчення неметалічних включень і газових бульбашок, що утворюються в результаті взаємодії кисню в кірці і вуглецю сталі.

При прокатці в місці завороту кірки утворюються рванини. Ураженість злитків заворотами кірки збільшується при зниженні температури і швидкості розливання сталі, а також зі збільшенням змісту в сталі легкоокислюючихся елементів (хром, алюміній, титан).

Можливості для підвищення температури і швидкості розливання обмежені в зв'язку зі збільшенням при цьому ураженості злитків поздовжніми тріщинами.

Тому для зниження ймовірності утворення даного дефекту застосовують методи захисту поверхні металу від окислення

Розшарування

За зовнішнім виглядом цей дефект нагадує міжкристалічні тріщини. Виявляється при різанні заготовок після прокатки і являє собою видимий розрив суцільності на торцях заготовок (рис. 2.3.3).

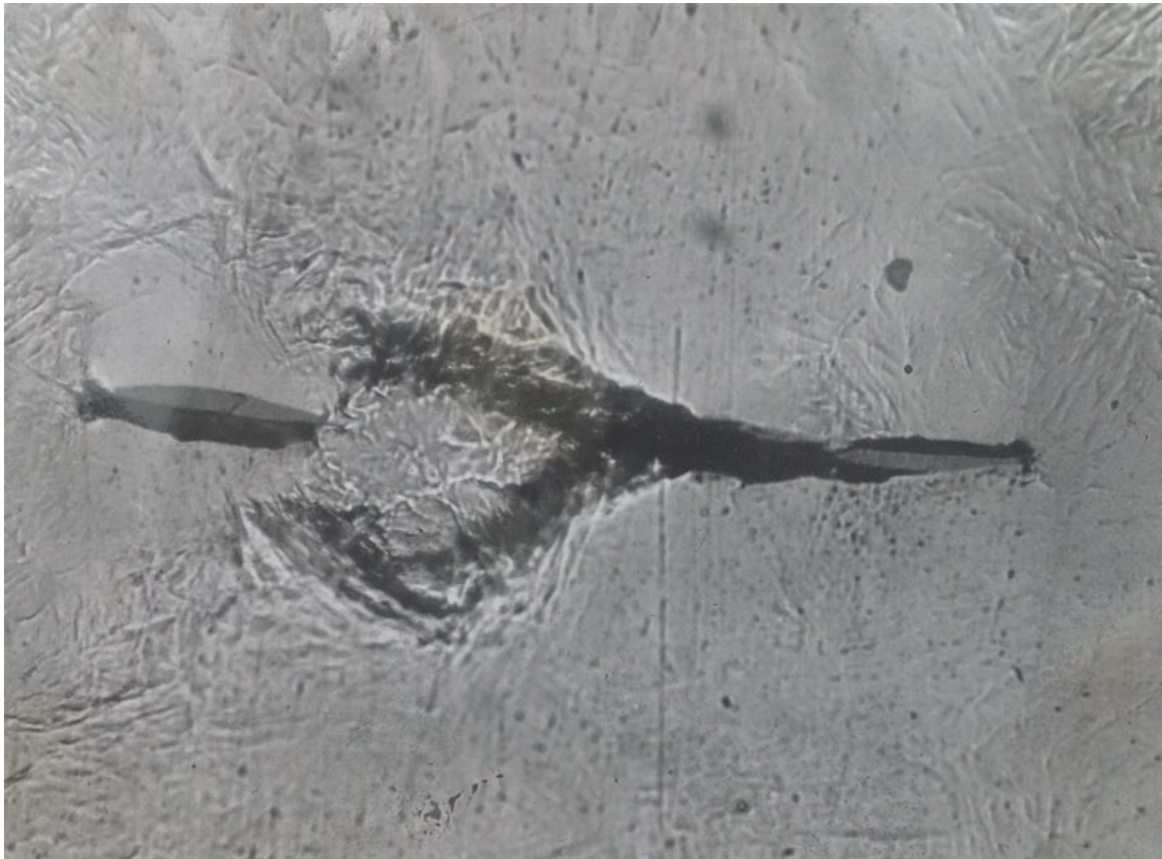


Рисунок 2.3.3 - Осьові розшарування в квадратній заготівлі киплячої сталі

У більшості випадків в місці розшарування виявляється значна концентрація неметалічних включень (силікатів або алюмінатів). Тому при прокатці розшарування НЕ заварюється. Причиною появи даного дефекту є: порушення технології виплавки і розкислення сталі, збільшена тривалість кипіння металу в виливниці.

Флокени

Являють собою внутрішні розриви сталі, які виявляються у вигляді плям округлої або овальної форми (рис.2.3.4).

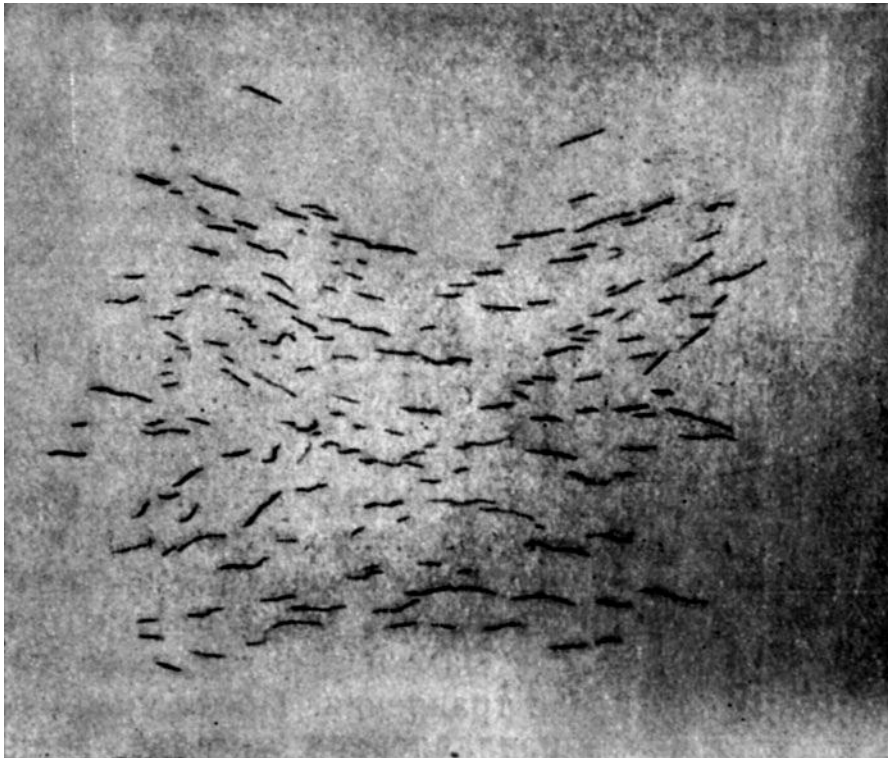


Рисунок 2.3.4 - Флокени в сталі

Причиною утворення флокенов є водень, який виділяється при затвердінні сталі в макропустотах з утворенням молекул. Напруги, створювані тиском водню і викликають утворення надривів в металі. Флокени різко погіршують механічні властивості сталі (міцність і пластичність) і можуть привести до аварійних поломок деталей. [24]

На підставі цього, для того, щоб мінімізувати дефекти в сталевих злитках, а деякі можливо і зовсім прибрати, в додаток до того що вже існує пропоную додати ще одне вдосконалення.

2.4 Висновки до другого розділу

Сифонне розливання сталі полягає в тому, що рідкий метал з ковша поступає в центральний вертикальний канал, сполучений горизонтальними каналами з декількома виливницями. Рідкий метал, проходячи по каналам, одночасно заповнює знизу всі виливниці.

Сталь в залежності від технології виплавки і, головним чином, від ступеня розкислення поділяють на спокійну, киплячу і полуспокійну.

На підставі цього, для того, щоб мінімізувати дефекти в сталевих злитках, а

деякі можливо і зовсім прибрати, в додаток до того що вже існує пропоную додати ще одне вдосконалення.

Дефекти сталевих злитків поділяють на природні або неминучі, які виникають при затвердінні і охолодженні злитка, і технологічні, які виникають через недосконалість технології розливання, а також виплавки сталі.

До числа перших відносяться усадочна раковина, осьова рихлість, хімічна і структурна неоднорідність, стільникові бульбашки, ендогенні неметалеві включення.

До числа другого - тріщини, пелени, завороту кірки, підкіркові бульбашки в злитках спокійної сталі, "рваніна" і рослость злитків киплячої сталі, мала товщина в них здорової скоринки і деякі інші.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЛИТТЯ СТАЛІ НА ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

3.1. Механізми удосконалення розливання сталі в виливниці.

Розливання сталі є важливим етапом сталеплавильного виробництва. Технологія і організація розливання часто визначають якість готового металу і кількість відходів при подальшому переділі сталевих злитків. Виплавлену якісну сталь можна зіпсувати неправильно організованою розливанням.

На практиці широко застосовується початок розливання, при гальмуванні струменем.

Захист дна виливниць (поддонів) забезпечується вкладишами, листової обріз, обмазками, ізолюючими засипками і т.п. Позитивні результати досягаються при використанні обмазок на основі графіту і 50% -го розчину рідкого скла.

Для уловлювання бризок і запобігання утворенню запліску на стінках виливниць використовують манжети, виготовлені з листового заліза або картону, а також плаваючі вогнетривкі втулки (рис. 3.1.1). Під час наповнення виливниць манжети плавляться або згорають, а вогнетривкі втулки витягають після відливання злитків. [24]

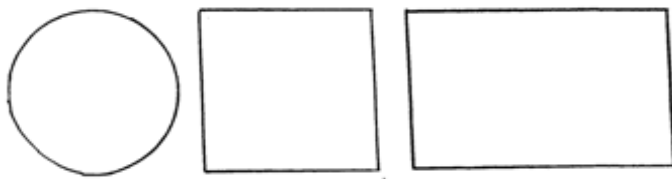


Рисунок 3.1.1 - Форма манжет (план) для уловлювання бризок і запобігання запліску металу на стінки виливниць

Також для забезпечення нормативної швидкості розливання і часу наповнення злитків, які відливаються на 1-но і 2-х місцевих поддонах шляхом

дроселювання шибера в процесі їх відливання із застосуванням спеціалізованих міток на подовжувачі.

Можливості безаварійного розливання при застосуванні технології дроселювання та відпрацювання технології регулювання лінійної швидкості розливання злитків на 1,2-х місних поддонах, що відливаються в умовах високого гідростатичного тиску металу в ковші, за рахунок зміни величини розчину шибера в процесі наповнення.

Розлив киплячих і напівспокійних марок сталі на одно- двомісних поддонах, що заливаються в не останню чергу, внаслідок високого ферростатического тиску металу в стальковша і підвищеної швидкості наповнення виливниць при сифонній розливання, створює високі ризики запорочівання злитка через недостатнє часу на формування коркової зони сталі киплячого сортаменту, що в подальшому призводить до скидання слябів за дефектами пелени і рванина.

В ході роботи для поліпшення якісних характеристик злитків розливання потребує примусового зниження інтенсивності заповнення металом центрової шляхом дроселювання розчину шибера в процесі виливки починається після формування стійкої струменя. При цьому шибера прикривається на $1/3$, далі при наповненні половини зливка визначається необхідність подальшого зниження (розливання на повний струмінь) швидкості розливання.

Величина відкриття шибера визначається по мітці на подовжується циліндрі, що приводить в рух рухливу плиту шибера. Нанесення позначок на подовжувачі відповідає прикриття шибера на $1/2$. [38]

3.2. Аналітичне та економічне обґрунтування роботи

В період з 05.2018 по 09.2018 в МЦ на сортаменті при розливанні плавки через шибера вдруге проведено 1963 плавки 1Б / Д. 2Б / Д і 4А типу.

При розливанні 1-а й 2-х місних поддонів величина розкриття шибера проводилася по мітці на подовжуємому циліндрі, що приводить в рух рухливу плиту шибера (Рис3.2.1, Рис.3.2.2).

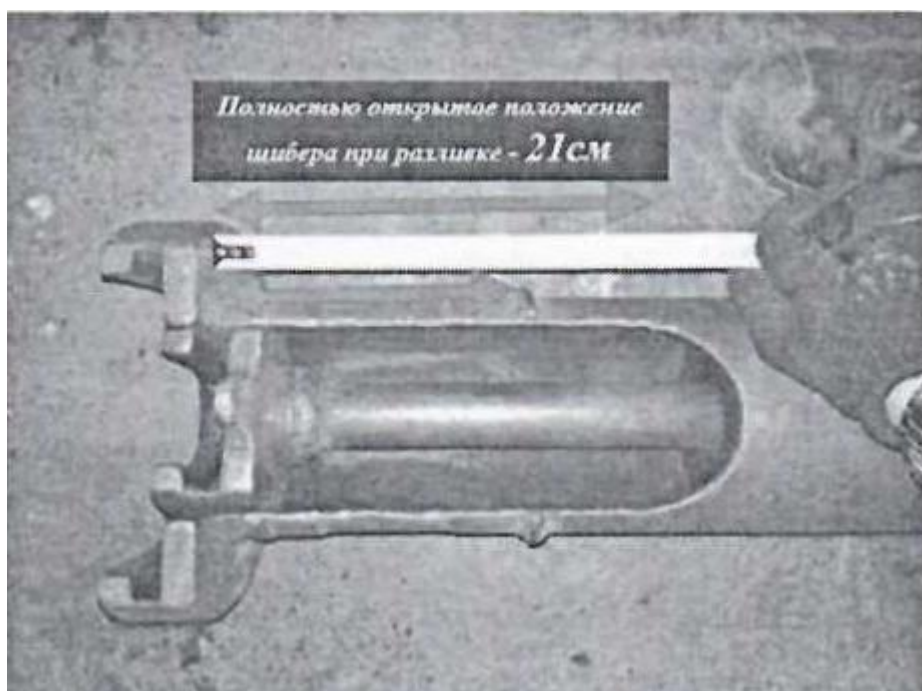


Рисунок 3.2.1 - Загальний вид подовжувача

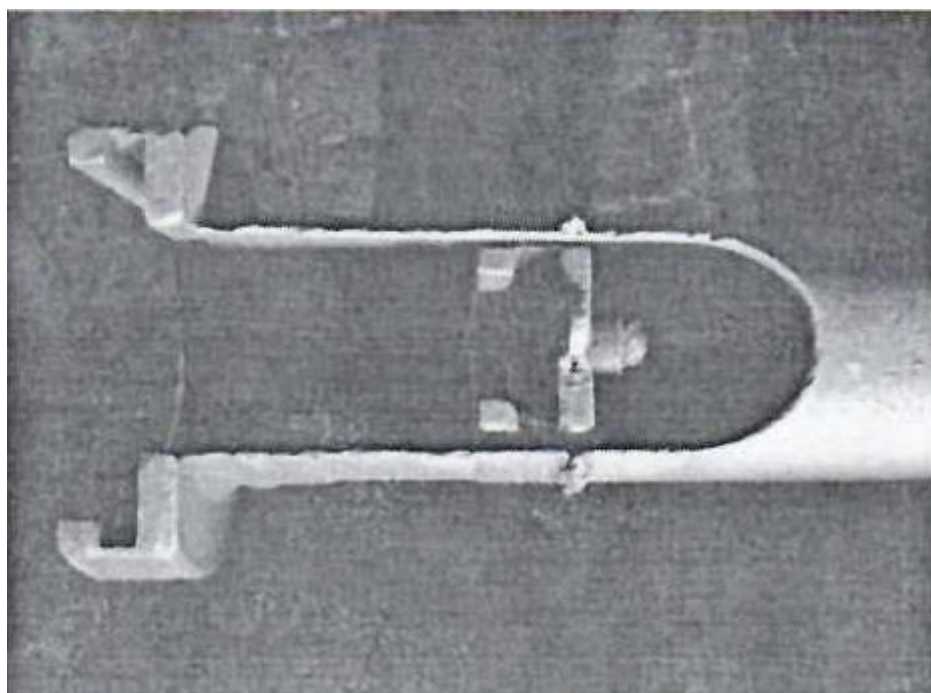
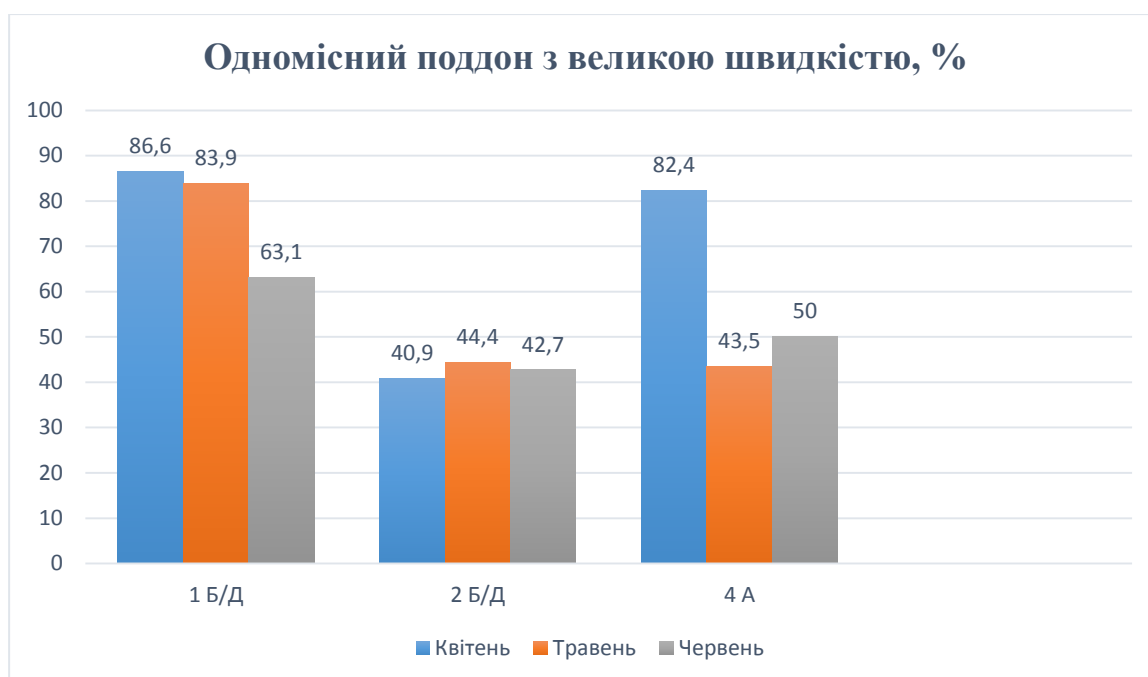
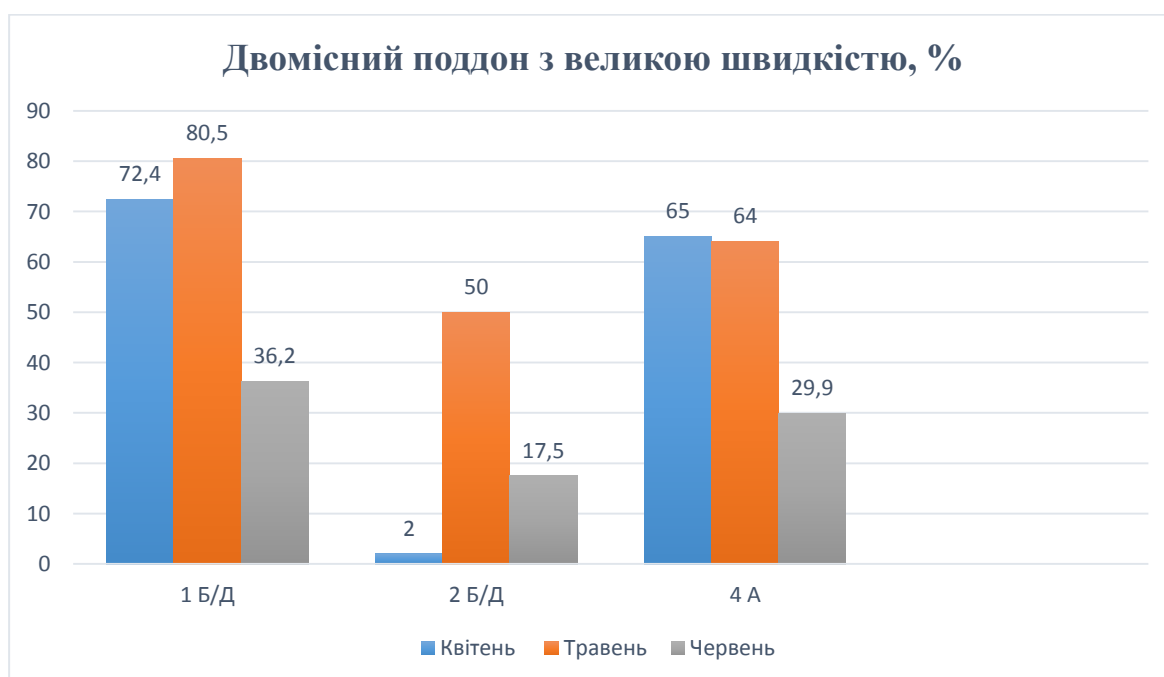


Рисунок 3.2.2 - положення при проведенні експерименту «Гребінець» на рухомому механізмі для визначення положення завдано тільки на подовжувачі.



Діаграма 3.2.1 – Швидкість розливання металу на одномісному поддоні



Діаграма 3.2.2 – Швидкість розливання металу на двомісному поддоні

Зважаючи на специфіку типорозміру найбільш заливають злитками на одно- і двомісних поддонах є 1Б/Д тип складу. Зниження частки злитків з високою швидкістю розливання на одномісному поддоні склало в 1,3 рази - 63,1% проти 83,9%, на двомісному поддоні склало в 2,2 рази - 36,2% проти 80,5%.

Знову ж зважаючи на специфіку 2Б / Д тип є найменш заливаємыми злитками на одно- і двомісних поддонах. В основному частка злитків з високою швидкістю розливання не змінилася.

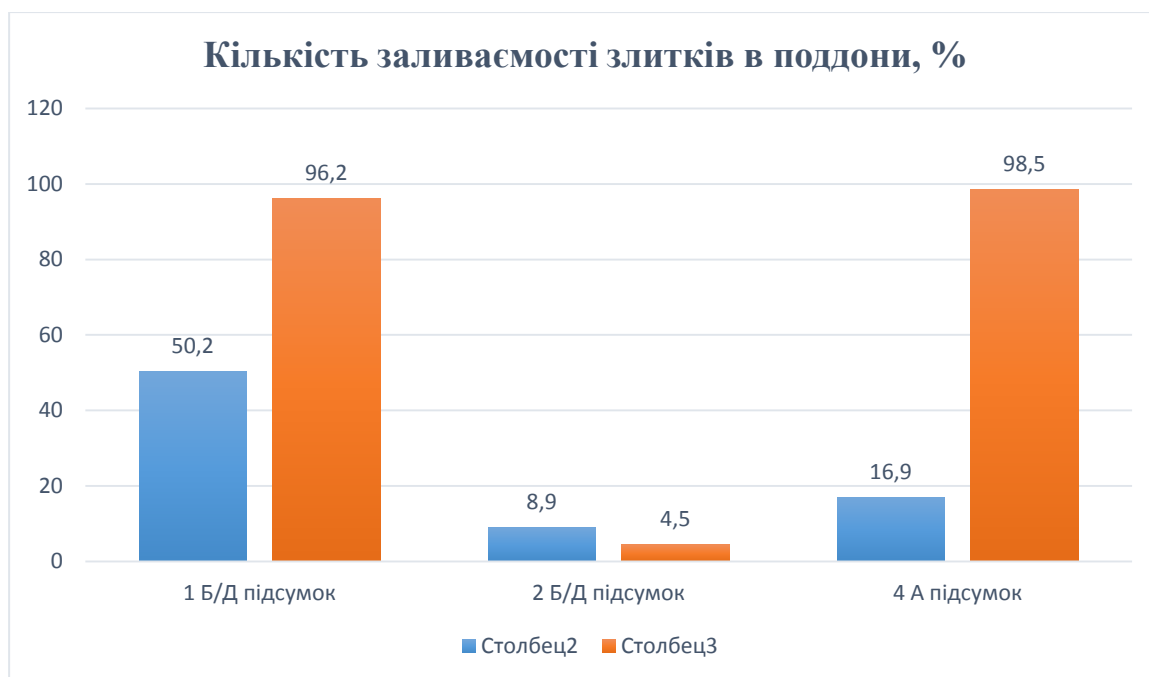
На 4А типі в одномісний поддон (1Б тип по комплектації, найчастіше залишився метал) відлито 23 злитка, частка злитків з високою швидкістю розливання не змінилася. При розливці злитків в двомісні поддони відзначено зниження частки злитків з високою швидкістю розливання в 2,1 рази - 29,9% проти 64,0%.

Загалом спостерігається зниження частки злитків, що відливаються в одномісні поддони в 1,3 рази, в двомісні в 2,1-2,2 рази.

Фактори, що впливають на ступінь прикриття шибера при розливанні 2й раз:

- Ступінь і характер розмиття шибера після розливання плавки на 1м наливанні;
- Наявність зауважень в роботі шибера при розливанні злитків на попередніх поддонах;
- Закручення струменя при розливанні середньовуглецевих марок сталей (При розливанні середньовуглецевих марок сталей на окремих плавках відзначено закручування струменя при розливанні по мітці в одно- і двомісні поддони - існує ризик захлебівання центривої і виведення з ладу шибера. Застосовували алюмінієві прутки під струміль металу);

Динаміка частоти з якою заливаються одномісні і двомісні поддони при розливанні через шибера з другого наливання приведена на діаграмі 3.2.3:

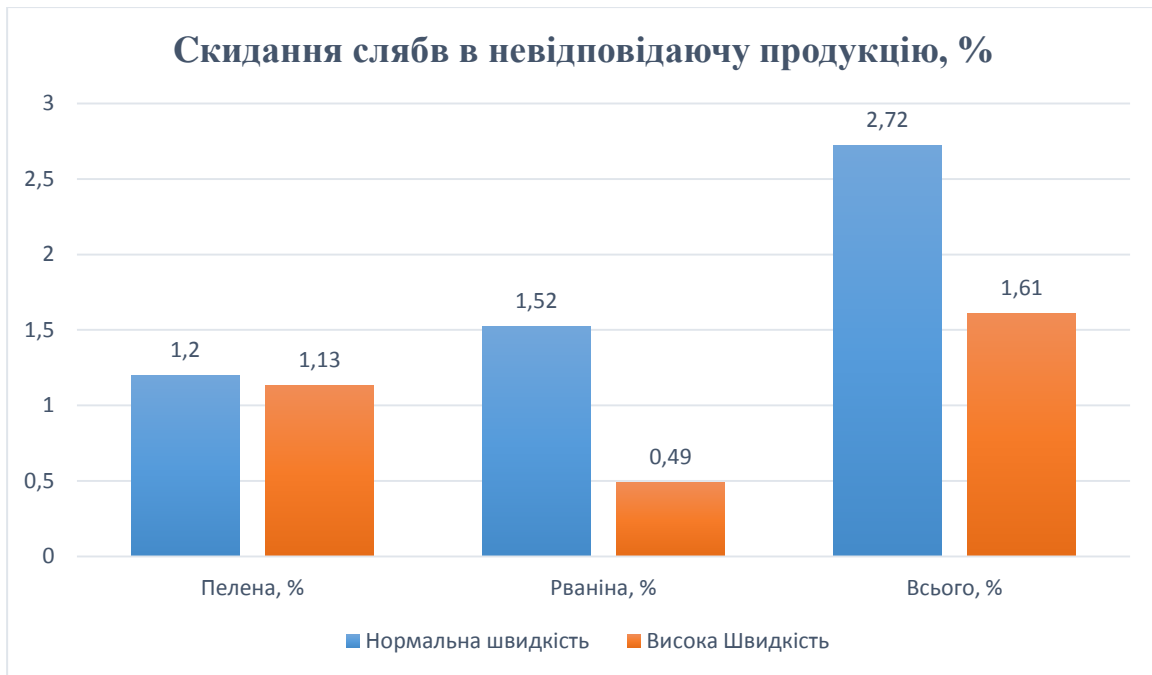


Діаграма 3.2.3 – Типи злитків заливаєємих на поддоні

З наведених даних бачимо:

- найменшу кількість злитків, що відливаються в одно- і двомісні поддони відзначено на 2Б / Д типі виливниць (4,5-8,9%);
- на 1Б / Д і 4А типах виливниць кількість злитків, що заливаються в одномісні в 2,2 - 5,6 разів більше, при цьому на 2-місцевих поддонах зазначених типів виливниць частка становить 96,2- 98,5%.

Скидання слябів по поверхневим дефектам «пелени» і «рванина» в залежності від лінійної швидкості розливання на злитках, що відливаються в 1-о і 2-х місцевих поддони наведені на діаграмі 3.2.4.



Діаграма 3.2.4 – Кількість слябів зброшених на невідповідаючу продукцію

Сумарніе скидання слябів на злитках, відлитих з високою швидкістю розливання нижче в 1,7 раз.

Частка злитків при розливанні через шибера з другого розливання, що відливаються в одномісні поддони з високою швидкістю розливання знижена в 1,3 рази, в двомісні в 2,1-2,2 рази.

За результатами порівняння якісних показників злитків, що відливаються в 1-о і 2-х місцеві поддони:

- сумарний скидання слябів на злитках, що перевищують оптимальні межі (0,17-0,45м / хв) лінійної швидкості розливання сталі в 1,7 раз нижче ніж при нормальній лінійної швидкості розливання. [38]

3.3. Практичні рекомендації щодо удосконалення скорості розливання сталі

Виконати нанесення позначок, що забезпечують прикриття шибера на 1/2 на всіх подовжують пристроях управління шибера затвором.

З огляду на нанесення позначок на подовжувач шибера затвора з метою візуальної оцінки відкриття шибера затвора на 1/2 і розливання без

нанесення шкоди шибера виконувати прикриття шибера («дросселирования») по мітці при розливанні злитків в одно- і двомісні поддони при 2-му наливі через шибера за умови відсутності несправностей при відкритті і закритті шибера при розливанні попередньої плавки і попередніх поддонів поточної плавки.

При черговому перегляді ТУ внести зміни в технологічну інструкцію з підготовки до розливання, розливання сталі.

Подальший розвиток технології управління швидкістю розливання шляхом дресселювання струменя шибера затвором розглянути після:

- випробувань мастила шибера плит олійно-графітової емульсією за технологією ПАТ «ДСС»;
- визначення можливості зміни існуючої конструкції шибера затворів за типом застосовуваної на ПАТ «ДСС».

На практиці широко застосовується початок розливання, при гальмуванні струменем.

Захист дна виливниць (поддонів) забезпечується вкладишами, листової обріз, обмазками, ізолюючими засипками і т.п. Позитивні результати досягаються при використанні обмазок на основі графіту і 50% -го розчину рідкого скла.

Для уловлювання бризок і запобігання утворенню запліску на стінках виливниць використовують манжети, виготовлені з листового заліза або картону, а також плаваючі вогнетривкі втулки, (рис. 3.1.1). Під час наповнення виливниць манжети плавляться або згорають, а вогнетривкі втулки витягають після відливання злитків.

3.4 Висновки до третього розділу

В ході роботи для поліпшення якісних характеристик злитків розливання потребує примусового зниження інтенсивності заповнення металом центрової шляхом дресселювання розчину шибера в процесі виливки починається після формування стійкої струменя. При цьому шибера прикривається на 1/3, далі при наповненні половини зливка визначається необхідність подальшого зниження

(розливання на повний струмінь) швидкості розливання.

Зважаючи на специфіку типорозміру найбільш заливають злитками на одно- і двомісних поддонах є 1Б/Д тип складу. Зниження частки злитків з високою швидкістю розливання на одномісному поддоні склало в 1,3 рази - 63,1% проти 83,9%, на двомісному поддоні склало в 2,2 рази - 36,2% проти 80,5%.

Знову ж зважаючи на специфіку 2Б/Д тип є найменш заливаємыми злитками на одно- і двомісних поддонах. В основному частка злитків з високою швидкістю розливання не змінилася.

При розливці злитків в двомісні поддони відзначено зниження частки злитків з високою швидкістю розливання в 2,1 рази - 29,9% проти 64,0%.

Загалом спостерігається зниження частки злитків, що відливаються в одномісні поддони в 1,3 рази, в двомісні в 2,1-2,2 рази.

Сумарне скидання слябів на злитках, відлитих з високою швидкістю розливання нижче в 1,7 раз.

Частка злитків при розливанні через шибера з другого розливання, що відливаються в одномісні поддони з високою швидкістю розливання знижена в 1,3 рази, в двомісні в 2,1-2,2 рази.

За результатами порівняння якісних показників злитків, що відливаються в 1-о і 2-х місцеві поддони:

- сумарний скидання слябів на злитках, що перевищують оптимальні межі (0,17-0,45м / хв) лінійної швидкості розливання сталі в 1,7 раз нижче ніж при нормальній лінійної швидкості розливання.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Характеристика шкідливих та небезпечних факторів мартенівського цеху

Особи, які беруть участь у виробничому процесі, повинні чітко знати наявність шкідливих, небезпечних, пожежонебезпечних і вибухонебезпечних виробничих факторів, причини їх виникнення та заходи захисту від їх впливу. На виробничих ділянках мартенівського цеху діють наступні шкідливі виробничі фактори:

Теплові та інфрачервоні випромінювання розпеченого металу і шлаку мають шкідливий вплив на шкіру тіла людини, органи дихання, зору (ураження сітківки ока). Температура рідкої сталі у виливницях згідно з технологічною інструкцією виплавки сталі складає 1500 ° С. Чим ближче людина знаходиться до металу і шлаку, тим більший вплив шкідливого чинника на її здоров'я.

На виробничих ділянках розливного прольоту мартенівського цеху діють наступні небезпечні виробничі фактори:

- Залізничний і автомобільний транспорт, грузопідйомні крани та завалочні машини, рухомі чугуновозні та мультівні склади;
- Переміщувані вантажі, рухомі частини механічного устаткування;
- Наявність рідкого чавуну, рідких продуктів плавки і розпечених злитків,
- Краплі металу і шлаку що розлітаються;
- Висока напруга (до 380В);
- Стиснене повітря, газоподібний кисень і аргон. [14]

Більш детальна характеристика шкідливих факторів приведена в таблиці 4.1.1

Таблиця 4.1.1 – Оцінка шкідливих факторів виробничого середовища мартенівського цеху

Фактори виробничого середовища	Нормативне значення (ГДР/ГДК)	Фактичне значення	III клас-шкідливі і небезпечні умови			Тривалість дії %
			1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
Ангідрид сірчастий	10	16,83	1,63	-	-	92,1
Вуглецю оксид	20	25	1,25	-	-	92,1
Кремнію оксид кристалічний	4	8,5566	-	2,14	-	92,1
Шум, дБА	80	105	-	-	25	100
Температура повітря, С	15-26	37,5	-	-	11,5	92,1
Швидкість руху повітря, м/с	0,5-0,6	0,7	1,17	-	-	92,1
Вологість повітря, %	55	34	-	-	-	92,1
Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	140	3170	-	-	3170	85,6

Газоподібні продукти горіння, що утворюються при виробництві вогневих робіт (окис вуглецю, окис заліза, аерозолі оксиду марганцю, хрому, міді сірчасті з'єднання, луки і т.п.), мають шкідливий вплив на організм людини, викликаючи різні отруєння (чадний газ отрує кров) і хвороби внутрішніх органів, органів дихання і т.д.

Пил (всі різновиди за хімічним складом) надає шкідливий вплив на дихальні органи людини, органи зору і шкіру, викликає різні захворювання органів дихання (запиленість легенів, силікоз, і т.п.), очей (кон'юнктивіт і т.п.), шкіри (засмічення потових пір, порушує повітрообмін шкіри і призводить до появи на шкірі фурункулів, висипу і грибкових захворювань).

Шум працюючого обладнання, шкідливо впливає на слуховий апарат людини, обмежує зону чутності сигналів попередження, знижує увагу. Шум,

що перевищує допустимі норми, при тривалому впливі на слуховий апарат людини, може призвести до глухоти.

Удар електричним струмом виникає при доторканні частин тіла людини до струмоведучих неізольованих частин електрообладнання. Удар електричним струмом може викликати у людини спазм дихальних органів, кровоносних судин, втрату свідомості, зупинку серця і вбити людину. Електрична дуга (полум'я) - виникає між рухомими і нерухомими контактами електрообладнання. Електрична дуга може бути джерелом вибуху і пожежі. Сила струму 0,1 А вважається смертельно небезпечною. Напруга струму більше 42 В вважається небезпечною для життя людини [14, 15].

Розрахуємо показник виробничого травматизму металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь» за 2019 рік, та зробимо висновки відносно ризику смертності робітників на даному підприємстві, користуючись даними з таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1 – Вихідні данні для розрахунку виробничого травматизму

N_{cp}	n	n^*	D	$n_{p.r}$	T_p
9863	5	1	97	245	7,5

Коефіцієнт частоти K_q виражає число нещасних випадків, що припадають на 1000 працюючих за аналізований період:

$$K_q = \frac{n}{N_{cp}} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

де n - число нещасних випадків на підприємстві за звітний період;

N_{cp} - середня облікова чисельність працівників на підприємстві.

$$K_q = \frac{5}{9863} \cdot 1000 = 0,51$$

Коефіцієнт тяжкості нещасних випадків K_m характеризує середню тривалість непрацездатності:

$$K_m = \frac{D}{n_1}, \quad (4.2)$$

де D - сумарна кількість людино-днів непрацездатності за всіма нещасними випадками;

n_1 - число нещасних випадків без урахування смертей.

$$K_m = \frac{97}{4} = 24,25$$

Коефіцієнт частоти нещасних випадків зі смертельними наслідками виражає число нещасних випадків з розрахунку на 1000 працівників за звітний період (зазвичай за рік):

$$K_{ч.см} = \frac{n^*}{N_{ср}} \cdot 1000, \quad (4.3)$$

$$K_{ч.см} = \frac{1}{9863} \cdot 1000 = 0,1$$

Для оцінки рівня непрацездатності вводимо коефіцієнт втрат робочого часу (коефіцієнт непрацездатності) K_n :

$$K_n = \frac{D}{N_{ср}} \cdot 1000, \quad (4.4)$$

$$K_n = \frac{97}{9863} \cdot 1000 = 9,83$$

Очікуваний (прогнозований) ризик R смертності - добуток частоти b реалізації конкретної небезпеки на добуток ймовірностей знаходження людини в зоні ризику при різному регламенті технологічного процесу:

$$R = b \cdot \prod_i^n p_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (4.5)$$

де b - частота нещасних випадків зі смертельними наслідками від виробничих небезпек;

$\prod_i^n p_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ - добуток ймовірностей знаходження працівника в зоні ризику.

Частоту нещасних випадків визначають як відношення:

$$b = \frac{n^*}{N_{ср}} \quad (4.6)$$

де n^* - число нещасних випадків зі смертельними наслідками на підприємстві за звітний період.

$$b = \frac{1}{9863} = 0,0001$$

Ймовірність знаходження працівника на підприємстві протягом року визначається за формулою:

$$p_1 = \frac{n_{p.r}}{365} \quad (4.7)$$

де $n_{p.r}$ - число фактично відпрацьованих днів на рік.

$$p_1 = \frac{245}{365} = 0,67$$

Ймовірність виконання роботи протягом робочого дня визначається за формулою:

$$p_2 = \frac{T_p}{\Phi_d} \quad (4.8)$$

де T_p - фактична тривалість робочого часу протягом одного дня;

Φ_d - тривалість робочого дня, приймається рівною 8 годин.

$$p_2 = \frac{7,5}{8} = 0,94$$

$$R = 1 \cdot 10^{-3}$$

За міжнародною домовленістю прийнято вважати, що рівень технічного ризику не повинен перевищувати 10^{-6} смертельних випадків $\text{чол}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Керуючись даними таблиці 3.6, необхідно визначити рівень ризику для даного металургійного підприємства.

Таблиця 4.1.2 – Ризик смертності людини в промислово розвинених країнах

$R < 10^{-4}$	безпечний
$R = 10^{-4} \dots 10^{-3}$	відносно безпечний
$R = 10^{-3} \dots 10^{-2}$	небезпечний
$R > 10^{-2}$	особливо небезпечний

Виходячи з даних, наведених у таблиці 3.6 та отриманих розрахунків, можна зробити висновок, що рівень ризику на ПАТ «Запоріжсталь» відносно безпечний.

4.2. Заходи з охорони праці мартенівського цеху

До початку виконання роботи працівник мартенівського цеху зобов'язаний:

- Пройти попередній медичний огляд (при необхідності), при цьому повинен повідомити медичній комісії всі дані про стан свого здоров'я;
- Приступити до виконання своїх обов'язків тільки при позитивному висновку медичної комісії;
- Отримати первинний інструктаж з охорони праці на робочому місці;
- Пройти в необхідних випадках професійну підготовку, спеціальне навчання, перевірку знань з питань охорони праці за своєю професією та видами доручених робіт;
- Отримати посвідчення з результатами перевірки знань;
- Пройти в необхідних випадках до початку самостійної роботи стажування та дублювання по своїй професії або виду робіт;
- Перевірити перед початком роботи на своєму робочому місці наявність, комплектність і справність необхідних засобів захисту, пристосувань, огорожувальних пристроїв, інструменту, приладів контролю та безпеки; повідомити своєму безпосередньому керівнику про наявні недоліки.

Не приступати до роботи, якщо:

- не виконаний хоча б один з попередніх пунктів;
- не отримано розпорядження про початок роботи від безпосереднього керівника;
- Робоче місце не підготовлено з точки зору безпеки (відсутні огороження небезпечних зон, блокування, захисні засоби, інструмент, пристосування, прилади контролю і т.п., не оформлений наряд-допуск, немає технічної документації, наприклад, технологічної карти або проекту виконання робіт, не отримано дозвіл від безпосереднього керівника на початок роботи та ін.).
- Технологія виробництва робіт, запропонована безпосереднім керівником, суперечить вимогам інструкцій з охорони праці.

Розливальник сталі мартенівського цеху зобов'язаний:

- Дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я

оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території комбінату;

- Знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- Дотримуватися зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором та правилами внутрішнього трудового розпорядку комбінату;
- Проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;
- Особисто вживати посильних заходів до усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю, або оточуючих його людей і природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу. [4]

4.3. Заходи з охорони праці під час роботи

- обслуговуючий персонал повинен перебувати в полотняною одязі, без розвиваються частин, які можуть бути захоплені обертовими частинами обладнання;
- застосовувати каску, вачеги, робочі черевики або чоботи, окуляри;
- освітлення (постійне і аварійне) обладнання, приміщень і проходів повинно бути справним і відповідати санітарним нормам;
- при виникненні небезпеки нещасного випадку або аварійної ситуації необхідно вжити заходів щодо попередження нещасного випадку або аварійної ситуації;
- у разі нещасного випадку персонал повинен негайно надати першу допомогу потерпілому, повідомити безпосереднього керівника і надалі діяти за його вказівкою;
- проходи, виробничі майданчики не повинні бути захаращені;
- підлога повинна бути сухими і чистими;
- обслуговуючий персонал зобов'язаний знати місце розташування первинних

засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися;

- при виникненні пожежі негайно повідомити безпосереднього керівника, при необхідності викликати пожежну охорону по телефону 101, оповістити людей і вжити заходів до гасіння пожежі;
- куріння дозволяється тільки в спеціально відведених місцях, узгоджених з пожежною охороною;
- забороняється захаращувати проходи, виходи, а також доступи до засобів пожежогасіння;
- забороняється використовувати пожежний інвентар не за призначенням;
- ходити дозволяється тільки по пішохідних доріжках, спеціальним переходам з огорожами. Дотримуватися маршрути безпечного руху по цеху і території комбінату;
- робота з відкритим вогнем дозволяється тільки на підставі наряду допуску на вогневі роботи, виданого відповідним керівництвом;
- щоб уникнути ураження електричним струмом дозволяється користуватися тільки справною переносною електролампю низької напруги (12В);
- аварійні ємності, жолоби, всі деталі обладнання, що контактують з рідким металом, завжди повинні бути сухими;
- аварійні ковші, аварійні ємності повинні регулярно очищатися для можливості їх наповнення;
- перед використанням кисню необхідно перевірити, щоб шланг (і іскрогасник) були справними і чистими (від масла) і переконається, що ніхто з працівників не потрапляє під бризки рідкого металу;
- всі деталі обладнання, спецодяг які можуть бути в контакті з киснем, повинні бути чистими від мастила і мас.

Вимоги безпеки під час розливання сталі

- Під час зливання плавки в сталерозливний ківш з печі не допускається удар струменя металу об стінку набивної футерівки ковша.
- Перед підйманням і переміщенням ковша з рідким металом або шлаком

розливальнику необхідно візуально оглянути ківш і переконатися у справності цапф, кантувального пристрою.

- Необхідно стежити за правильністю захвату обох цапф гакової підвіски крана.
- Перед подаванням команди на підймання і транспортування ковша на шляху проходження необхідно вивести весь персонал і самому зайняти безпечне місце на відстані не менш як 10 м від ковша, при цьому слід знаходитися в зоні видимості машиніста крана.
- Ставити ківш із рідким металом на підлогу цеху не допускається.
- Розливальник встановлює порядок розливання плавки і повідомляє про це машиніста крана.
- Перед прийманням чергової плавки розливальник перевіряє готовність і справний стан інструменту (ложок, стаканів для проб, кисневих трубок, держака кисневих трубок і кисневих рукавів, печей для плавлення алюмінію, кисневих вентилів, освітлення, вентилів магістралі технічної води, світлофорів).
- Розливання сталі дозволяється тільки при забороняючому (червоному) сигналі світлофора й установленні періодичних попереджувальних плакатів.
- По закінченні розливання плавки і часу відстою включається (зелений) сигнал світлофора. За правильність використання світлової сигналізації несе відповідальність старший розливальник.
- Старший розливальник, разом з машиністом розливною крана, перевіряє виливниці на составі в дальньому ряді на відсутність в них шлаку, залишків металу від попередніх плавок, снігу, води, вологи, у ближньому ряді огляд проводиться розливальником візуально.
- Не дозволяється заповнювати рідким металом або шлаком сирі, мокрі виливниці або виливниці зі шлаком чи металом від попередніх плавок, щоб уникнути вибухів і одержання опіків.
- Перед відкриттям шибера розливальнику необхідно переконатися у відсутності людей під розливним майданчиком, відцентрувати сталерозливний стакан над виливницею, вивести сторонніх людей з балкона і тільки після цього відкрити шибер.

- Виконувати операцію пропалювання стакана від металу дозволяється тільки двом працівникам. [21]

4.4 Висновки до четвертої частини

У четвертій частині наведено аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, розроблено заходи щодо захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. ПАТ «Запоріжсталь» є підприємством з повним металургійним циклом і спеціалізується на випуску гарячого і холоднокатаного листа, жерсті.

Виплавляема сталь - маловуглецева та середньовуглецева конструкційна та звичайної якості, низьколегована - розливається в зливки масою до 20 тонн, використовується для виробництва листового прокату.

До обладнання для розливання сталі відносять: сталерозливних ківш, розливний склянку, шибєрний затвор, виливниці, поддон, літнікову систему і ін.

Сталерозливних ківш виконаний з металевих листів футерована посудина, яка має форму усіченого конуса, що розширюється догори. Ємність ковшів знаходиться в межах 300т; крім рідкої сталі ківш повинен вмщати трохи шлаку (2-3% від маси металу), який охороняє метал від швидкого охолодження під час розливання.

Для розливання сталі з ковша по виливницям служить шибєрний затвор.

Поддони служать для установки виливниць при розливанні зверху і виливниць з центральною при сифонному розливанні. Поддон є лита чавунна плита товщиною 100-200 мм.

У поддонах для сифонного розливання роблять поглиблення в центрі і розходяться канали прямокутного перерізу для укладання сифонної цегли.

Сифона цегла запобігає розмиванню поддону, центральної і дна виливниць рідкої сталлю при розливанні.

2. Сифонне розливання сталі полягає в тому, що рідкий метал з ковша поступає в центральний вертикальний канал, сполучений горизонтальними каналами з декількома виливницями. Рідкий метал, проходячи по каналам, одночасно заповнює знизу всі виливниці.

Сталь в залежності від технології виплавки і, головним чином, від ступеня розкисленням поділяють на спокійну, киплячу і полуспокійную.

Дефекти сталевих злитків поділяють на природні або неминучі, які виникають при затвердінні і охолодженні злитка, і технологічні, які виникають через недосконалість технології розливання, а також виплавки сталі.

До числа перших відносяться усадочна раковина, осьова рихлість, хімічна і структурна неоднорідність, стільникові бульбашки, ендогенні неметалеві включення.

До числа другого - тріщини, пелени, завороту кірки, підкіркові бульбашки в злитках спокійної сталі, "рваніна" і рослость злитків киплячої сталі, мала товщина в них здорової скоринки і деякі інші.

На підставі цього, для того, щоб мінімізувати дефекти в сталевих злитках, а деякі можливо і зовсім прибрати, в додаток до того що вже існує пропоную додати ще одне вдосконалення.

3. В ході роботи для поліпшення якісних характеристик злитків розливання потребує примусового зниження інтенсивності заповнення металом центрової шляхом дроселювання розчину шибера в процесі виливки починається після формування стійкої струменя. При цьому шибера прикривається на 1/3, далі при наповненні половини зливка визначається необхідність подальшого зниження (розливання на повний струмінь) швидкості розливання.

Зважаючи на специфіку типорозміру найбільш заливають злитками на одно- і двомісних поддонах є 1Б/Д тип складу. Зниження частки злитків з високою швидкістю розливання на одномісному поддоні склало в 1,3 рази - 63,1% проти 83,9%, на двомісному поддоні склало в 2,2 рази - 36,2% проти 80,5%.

Знову ж зважаючи на специфіку 2Б/Д тип є найменш заливаємими злитками на одно- і двомісних поддонах. В основному частка злитків з високою швидкістю розливання не змінилася.

При розливці злитків в двомісні поддони відзначено зниження частки злитків з високою швидкістю розливання в 2,1 рази - 29,9% проти 64,0%.

Загалом спостерігається зниження частки злитків, що відливаються в одномісні поддони в 1,3 рази, в двомісні в 2,1-2,2 рази.

Сумарне скидання слябів на злитках, відлитих з високою швидкістю розливання нижче в 1,7 раз.

Частка злитків при розливанні через шибера з другого розливання, що відливаються в одномісній поддоні з високою швидкістю розливання знижена в 1,3 рази, в двомісній в 2,1-2,2 рази.

За результатами порівняння якісних показників злитків, що відливаються в 1-о і 2-х місцеві поддони:

- сумарне скидання слябів на злитках, що не перевищують оптимальні межі (0,17-0,45м / хв) лінійної швидкості розливання сталі в 1,7 раз нижче ніж при нормальній лінійної швидкості розливання.

4. У четвертому розділі наведено аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища, розроблено заходи щодо захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.