



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

«Допущено до захисту»
Гарант ОПП Металургія сталі

Христина МАЛІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

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

**на тему «Дослідження впливу зміни температури чавуну
в ході його транспортування і позадоменної обробки і розробка
заходів щодо зменшення тепловитрат»**

Керівник роботи

Валерій МАМЕШИН

Консультант від
бази практики

Роман КОСТЮЧИК

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

Здобувач

Євген НЕФЬОДОВ

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

Голова ЕК

Євген БРАГІНЕЦЬ

Кам'янське 2024

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет	гірничо-металургійний
Кафедра	металургії, матеріалознавства та організації виробництва
Ступінь вищої освіти	магістр
Спеціальність	136 Металургія
ОПП	Металургія сталі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП Металургія сталі

Христина МАЛІЙ

«05» грудня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Нефьодова Євгена Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Дослідження впливу зміни температури чавуну в ході його транспортування і позадоменної обробки і розробка заходів щодо зменшення тепловитрат

керівник роботи Мамешин Валерій Сергійович, канд. техн. наук, доцент

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

затверджені наказом Університету від 29.08. 2023 р. №137.1/29.08.2023

2. Термін подання роботи 15.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Матеріали зібрані під час переддипломної практики (технологічні інструкції, паспорти плавок, калькуляції собівартості тощо) , наукові публікації за темою кваліфікаційної роботи (статті, тези, монографії тощо).

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Вступ. Розділ 1. Аналітичні дослідження можливих технологічних маршрутів надходження чавуну у сталеплавильний цех. Розділ 2. Основна частина. Статистичний аналіз впливу позадоменної обробки чавуну на його температуру. Визначення взаємозв'язків впливу умов транспортування чавуну та його позадоменної обробки на втрати температури. Розділ 3. Охорона праці. Оцінка небезпечних та шкідливих факторів в умовах киснево-конверторного цеху ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ». Розділ 4. Розрахунки економічної доцільності запропонованих рішень. Висновки.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 6 слайдів основної частини, 1 слайд економічна частина

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

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
3	Латишева О.В., канд. екон. наук, доцент кафедри цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

7. Дата видачі завдання 05.12.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Теоретична частина (аналітично-пошуковий)	25.12.2023 – 31.12.2023
2	Розділ 2. Технологічна (основна) частина	31.12.2023 – 12.01.2024
3	Розділ 3. Охорона праці	03.01.2024 – 12.01.2024
4	Розділ 4. Економічний розділ	03.01.2024 – 12.01.2024
5	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	08.01.2024 – 12.01.2024
6	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	10.01.204 – 12.01.2024
7	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	12.01.2024 – 21.01.2024
8	Рецензування завершеної роботи.	12.01.2024 – 15.01.2024
9	Захист	за розкладом

Здобувач

Євген НЕФЬОДОВ

Керівник роботи

Валерій МАМЕШИН

Зміст

Вступ	5
1. Аналітична частина	7
1.1. Схеми постачання чавуну до киснево-конверторного цеху	8
1.2. Забезпечення киснево-конверторного цеху чавуном за допомогою стаціонарного міксеру	9
1.3. Забезпечення киснево-конверторного цеху чавуном за допомогою ківшів міксерного типу	13
1.4. Технологія транспортування чавуну на «КАМЕТ-СТАЛЬ»	15
2. Основна частина	20
2.1. Втрати температури чавуну при транспортуванні.	20
2.2. Розподіл втрат тепла на етапах транспортування	22
2.3. Падіння температури футерівки чавуновозного ковша	24
2.4. Втрати тепла порожнього чавуновозного ковша	28
2.5. Дослідження втрат тепла чавуну при переливаннях в міксерному відділенні	30
2.6. Дослідження залишку чавуну в чавунозаливному ківші після зливання в конвертор	31
2.7. Дослідження зниження втрат тепла через броню та додатковий приріст температури чавуну через змінення об'єму ковша	32
2.8. Факторний аналіз втрат тепла при транспортуванні	34
2.9. Дослідження факторів	35
3. Охорона праці та захист навколишнього середовища	40
3.1. Аналіз умов праці	41
3.2. Заходи для зменшення впливу шкідливих факторів	44
3.3. Захист навколишнього середовища	45
4. Економічна частина	49
Висновки	51
Перелік посилань	54

ВСТУП

Протягом останніх років обсяг виплавки конвертерної сталі і її частка в світовому виробництві постійно зростають [1]. Однією з головних задач сучасного металургійного виробництва - є зниження долі витрат на використання енергоресурсів в собівартості готової продукції. Температурні втрати чавуну під час транспортування можуть бути значними в залежності від кількох факторів, таких як температура оточуючого середовища, тривалість транспортування, якість підготовки чавуновозних ківшів та інші умови перевезення. Чавун, як і більшість металів, має властивість проводити тепло, тому при експозиції до зовнішніх температур чи змін температур у середовищі транспортування, може відбуватися теплопередача. Це приводить до поступового охолодження чавуну протягом часу перевезення, особливо через дзеркало металу [2]:

Величина зниження температури може бути різною в різних умовах. Деякі дослідження та експерименти вказують на можливе зниження температури чавуну на кілька десятків градусів Цельсія протягом кількох годин транспортування.

До найбільш значущих шляхів зниження витрат енергії в киснево-конвертерному процесі відносять [2]:

- підвищення температури чавуну, що заливається в конвертер, що дозволяє додати більшу кількість металобрухту до шихти;
- збільшення частки металобрухту і його попередній підігрів газами;
- подача додаткових енергоносіїв в конвертер (подрібнений вугілля, природний газ);
- вдосконалення технології, зокрема перехід на комбіноване продування, яке дозволяє істотно зменшити втрати заліза в шлаки пил;

- проведення десульфурації, десиликонизації і дефосфорації чавуну в окремих агрегатах або в жолобі для випуску чавуну (а не в конвертері і доменній печі);

- випуск сталі без шлаку, з установкою затворів на корпус кисневого конвертера, які перекриває випускний канал конвертера у момент появи часток шлаку в потоці металу, що випускається. Можливе застосування також газодинамічного відсічення шлаку. Поява шлаку в цьому випадку контролюється інфрачервоними або електромагнітними датчиками;

- застосування міцніших вогнетривів, що забезпечує велику стійкість кладки і відповідно збільшення продуктивності;

- застосування технології роздування шлаку, згідно якої після випуску сталі, через фурму вдувають азот під великим тиском і він розбризкує шлак по футеруванню конвертера, що підвищує її стійкість;

- використання системи лазерного сканування стану футерування конвертера, що дозволяє робити її оперативний ремонт, тим самим збільшуючи її стійкість

Найбільш простим, з наведених методів зниження витрат енергії в киснево-конвертерному процесі, є підвищення температури чавуну, що заливається в конвертер оскільки він не потребує встановлення додаткового обладнання або ускладнення технології процесу за рахунок проведення додаткових технологічних операцій.

Зниження втрат тепла при транспортуванні чавуну в чавуновозних ківшах до міста подальшого переділу становить актуальну задачу не тільки в рамках економії ресурсів на виробництво сталі, но і за для підвищення її якості.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Технологія і показники конвертерної плавки значною мірою залежать від хімічного складу і температури чавуну, які визначаються ходом доменного процесу і умовами транспортування чавуну. [3].

Це пов'язано з тим, що основною сировиною для кисневого конвертера є рідкий чавун доля якого у складі шихти зазвичай складає (70...80 %), а доля фізичної теплоти чавуну в тепловому балансі киснево-конвертерної плавки складає близько 50% [4].

Для забезпечення достатнього приходу фізичної теплоти з рідким чавуном рекомендована температура рідкого чавуну перед заливкою в конвертер зазвичай складає 1250-1450 °С [5,6]. Застосовувати чавун з нижчою температурою небажано, оскільки це веде до холодного початку продування, уповільнення шлакоутворення та підвищенню витрати чавуну, що значно підвищує собівартість готової сталі.

Це пов'язане з тим, що вартість рідкого чавуну є основною статтею у собівартості готової сталі тому для підвищення конкурентоспроможності готової продукції потрібно зниження витрати чавуну за рахунок підвищення витрати менш коштовного брухту.

Використання збільшеної кількості брухту в шихті киснево-конвертерного процесу й зменшення кількості рідкого чавуну дозволяє економити матеріальні і енергетичні ресурси, а також поліпшити екологічну обстановку за рахунок зменшення кількості викидів в атмосферу.

При цьому збільшення частки брухту у шихті повинно корелюватися зі змінами у тепловому балансі киснево-конвертерної плавки, бо його порушення призводить до підвищення вигару заліза (роль "палива" починає виконувати безпосередньо сам продукт плавки), переокиснюється ванна, збільшується витрата кисню, феросплавів і

розкислювачив, знижується стійкість футеровки і якість виплавленої сталі.

Тому зниження приходу теплоти унаслідок зниження витрати чавуну необхідно компенсувати й одним з методів такої компенсації є підвищення температури чавуну, що заливають у конвертер.

Підвищення температури рідкого чавуну за рахунок її збільшення на випуску з доменної печі веде до перевитрати коксу, збільшенню вмісту Si і S у чавуні, що збільшує його енергоємність і приводить до росту собівартості продукції [7,8].

Тому для підвищення температури рідкого чавуну, що заливається в конвертер, найбільш доцільним є оптимізація способу його доставки від доменної печі до кисневого конвертера.

1.1. Схеми постачання чавуну до киснево-конверторного цеху

На всіх заводах повного металургійного циклу для забезпечення безперервності процесу виплавки металу в сталеплавильних цехах їх необхідно безперебійно забезпечувати рідким чавуном [9].

При виробництві останнього може мати місце нестабільність складу шихтових матеріалів та різний хід доменної плавки тому доменний цех не забезпечує випуск чавуну строго певного складу й температури. Тому склад і температуру чавуну декількох плавок (випусків з доменної печі) необхідно вирівняти до того ж за нормативами сталеплавильному цеху необхідно увесь час мати певний запас рідкого чавуну.

Виходячи з цього застосовуються два способи зберігання й транспортування рідкого чавуну в сталеплавильні цехи [10, 11]:

- 1) доменний цех – міксерне відділення – конвертер;
- 2) доменний цех – ділянка переливу чавуну в заливальний ківш – конвертер.

При цьому у залежності від прийнятою на підприємстві технології в обох випадках можливе проведення попередньої обробки чавуну з видаленням з нього кремнію, фосфору, сірки. Обробка може вестися як на жолобі доменної печі, так і на спеціальних установках, розташовуваних між доменним і конвертерним цехами [12].

1.2. Забезпечення киснево-конверторного цеху чавуном за допомогою стаціонарного міксеру

Поява та застосування стаціонарних міксерів було викликано необхідністю усереднення складу й температури рідкого чавуну, а також створення його запасів (буфера між доменним і сталеплавильним цехами).

Стаціонарні міксери у вітчизняній практиці встановлюють в окремих будинках — відділеннях конвертерного цеху.

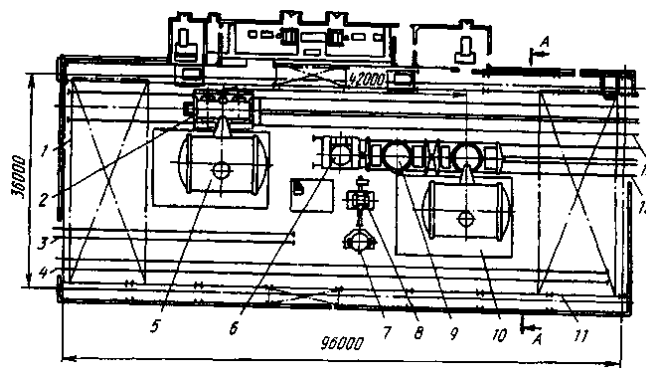
При такому способі забезпечення киснево-конверторного цеху чавуном його з доменного цеху доставляють у міксерне відділення по залізничних коліях в 100- або 140-т ківшах на чавуновозах. У міксерному відділенні в залежності від продуктивності конвертерного цеху може бути встановлено від одного до трьох міксерів корисною ємністю 600, 1300 та 2500 т.

Форма стаціонарного міксеру визначається умовами мінімальної тепловіддачі й раціонального розміщення заливального й випускного отворів. Тип, що найбільше часто зустрічається, конструкції міксеру — циліндр із відношенням довжини до діаметра -1,3.

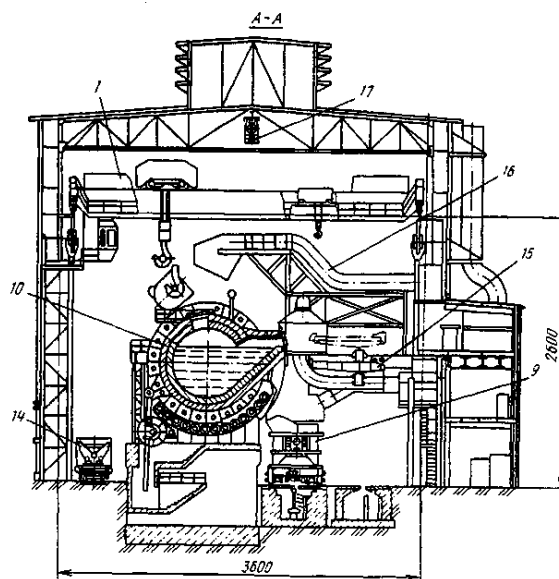
Кожух міксеру, зварений зі сталевого аркуша, футеровку міксеру виконують із магнезитової цегли, а для склепіння використовують шамотну цеглу. Стійкість футеровки міксеру становить близько одного року. При систематичному торкретуванні її можна продовжити до п'яти років.

Для зменшення втрат тепла використовують шар теплоізоляційного матеріалу між металевим кожухом і футерівкою; у торцевих стінках міксера встановлюють пальника для його опалення. Витрата палива на пальники невеликий, і продукти згоряння виходять прямо в міксерне відділення. Незважаючи на великий шар футеровки (-700мм) і подачу палива для опалення міксера, чавун у міксері трохи прохолоджується. Особливо великі втрати тепла під час переливів чавуну з ківшів у міксер і з міксера в ківш.

На рис. 1.1 наведені план (а) і розріз (б) міксерного відділення із двома міксерами місткістю по 2500т, що входить до складу цеху, з 350-т конвертерами [13].



а



б

Рисунок 1.1. План і розріз міксерного відділення

Як бачимо з рис. 1.1 у міксерному відділенні встановлено два міксери 5 і 10, два міксерні (заливальних) крана 1 і 11, машини 7 для скачування шлаку з міксерів, машина 8 для скачування шлаку із чавуновозних ківшів, установки 16 для вловлювання графіту, ваги 2 для зважування рідкого чавуну, стенди 7 для шлакових ківшів і тельфер 17 для проведення ремонтних робіт. Залізничні колії 3 і 4 служать для подачі чавуновозів 14, що прибувають із доменного цеху. Рейкові шляхи 12 і 13 широкої колії призначені для пересування самохідних чавуновозів 9, що доставляють чавун до конвертерів.

У міксер з однієї сторони заливають чавун, а з іншої (протилежної) сторони в міру необхідності чавун з нього зливають у ківші для подачі до сталеплавильних агрегатів. Міксерне відділення зв'язане естакадою з робочим майданчиком сталеплавильного цеху. По естакаді состави із чавуновоз ними ківшами транспортуються безпосередньо до печей або конвертерів. Міксери, у яких проводять які-небудь технологічні операції (наприклад, видалення кремнію), називають активними (на відміну від звичайних, які можна назвати неактивними).

На поверхні рідкого чавуну в міксерах завжди є шар шлаку, який називають міксерним шлаками, його склад може мінятися в дуже широких межах, %: SiO_2 35—55; CaO 20-35; MgO 3-15; Al_2O_3 4-8; MnO 2—10; S до 2. Сірка, а також кремнезем, що містяться у міксерному шлаку є небажаними компонентами. Теоретично цей шлаки не повинен попадати в сталеплавильний агрегат, тому що звичайно він майже не містить заліза й у ньому істотна кількість SiO_2 і сірки. Крім того, цей шлаки, по суті, є баластом.

Рис. 1.2. ілюструє труднощі забезпечення десульфурації сталі в конвертері при надходженні в конвертер значних кількостей доменного шлаку.

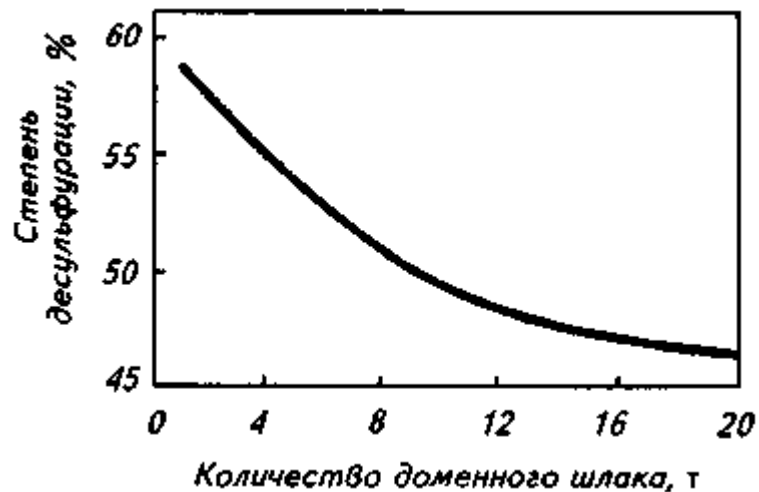


Рисунок 1.2. Залежність ступеня десульфурації в конвертері (300-т конвертери НЛМК) від кількості доменного шлаків, що потрапив у конвертер з рідким чавуном

Існуючі сьогодні пристрою часто не забезпечують повного скачування шлаку перед заливанням рідкого чавуну в сталеплавильний агрегат. Звичайно шлак скачують із чавуновозних ковшів і перед заливанням чавуну в міксер, і з міксера в міру накопичення у ньому шлаку. Шлак з міксера скачують машиною у ківш шлаковоза, що вбирається самохідним чавуновозом. Скачування шлаку із чавуновозних ковшів здійснюють машиною у шлаковий ківш, встановлений на стенді.

Кількість шлаку у міксері можна зменшити, якщо перед заливанням чавуну в міксер вилучити шлак з поверхні чавуну в чавуновозних ковшах.

До переваг стаціонарних міксерів відносяться: можливість запасу чавуну, необхідного для ритмічної роботи цеху, гарне перемішування й усереднення складу чавуну і його температури. Однак в умовах сучасних високопродуктивних цехів виявилися й основні недоліки стаціонарних міксерів: 1) необхідність істотних витрат на будівництво міксерного відділення й відповідного встаткування; 2) втрати тепла

чавуну при переливах; 3) недостатнє усереднення состава й температури чавуну. Прийнято вважати, що задовільне усереднення состава й температури чавуну в міксері має місце в тому випадку, якщо тривалість перебування чавуну в міксері становить 7-8 годин (тобто якщо чавун у міксері обновляється повністю не більш трьох раз у добу).

1.3. Забезпечення киснево-конверторного цеху чавуном за допомогою ковшів міксерного типу

Сучасний конвертерний цех споживає в добу 12—20 тис. т чавуну, у той час як навіть міксер місткістю 2500 т може в добу усереднити не більш 7,5 тис. т чавуну. У міру вдосконалювання роботи сучасних потужних доменних печей обсягом 4000—5000 м³ поліпшується забезпечення постачання сталеплавильного цеху чавуном постійних состава й температури. При чіткій і рівномірній роботі доменних печей, а також при сталості состава й температури чавуну замість стаціонарних міксерів використовують чавуновозні ківші міксерного типу [13]. При такому способі доставки чавун з доменної печі випускають у міксерний ківш (рис. 1.3) через горловину, потім ківш транспортують у переливне відділення конвертерного цеху. Тут у міру потреби порцію чавуну з міксерного ковша зливають через горловину в заливальний ківш, який транспортують до конвертера й далі заливають із нього чавун у конвертер.

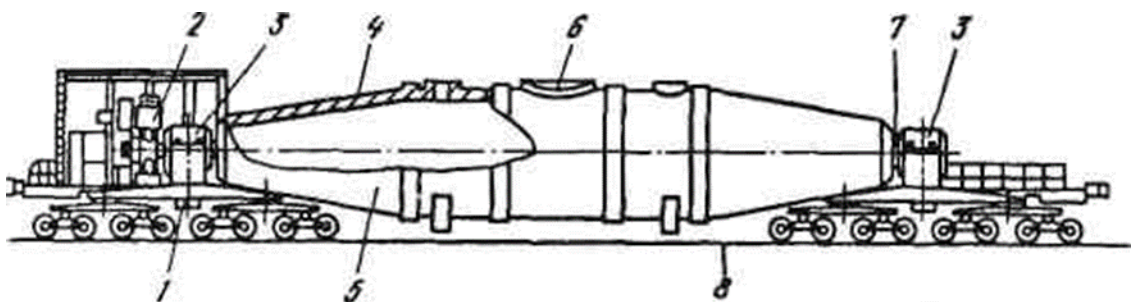


Рисунок 1.3 Ківш міксерного типу

Типовий пересувний міксер наведений на рис 1.3. має сигароподібну форму; сталевий кожух 5 футерований зсередини шамотною цеглою 4. На торцях кожуха закріплені цапфи 7, якими ківш через підшипникові опори 3 опирається на два ходові візки 1, що переміщуються по рейковому шляхові 8. Одна із цапф з'єднана з механізмом повороту 2; обертанням ківша навколо осі цапф забезпечують злив чавуну через горловину б.

Місткість миксерних ківшів становить 100-600 т; стійкість футеровки 400-600 наливів чавуну. 420-т міксерний ківш має довжину по осях зчіпок 31,9 м. і зовнішній діаметр 3,63 м., 600-т. ківш — відповідно 39,6 та 3,3 м.

До переваг пересувних міксерів у порівнянні зі стаціонарними ставляться: 1) зниження капітальних витрат при будівництві й зменшення строків будівництва; 2) зменшення втрат тепла чавуну на 25-30 °С внаслідок виключення одного переливу (це дозволяє збільшити частку лома в металозавалці приблизно на 2 %); 3) можливість приймання всієї плавки доменної печі в один ківш-міксер, що дозволяє спростити організацію робіт у доменному цеху; 4) поліпшення умов для організації позадоменної обробки чавуну.

Основним недоліком пересувних міксерів є неможливість усереднення складу й температури чавуну різних плавок. Для нових сталеплавильних цехів виготовляють ківші міксерного типу місткістю 600 т. Така вантажопідйомність обумовлена, з одного боку, можливістю приймання всієї плавки доменної печі обсягом 5000 - 5500 м³, з іншого боку - можливістю забезпечити чавуном відразу дві плавки в цеху з конвертерами місткістю 300 - 350 т. Пересувний 600-т міксер є досить масивним спорудженням - його маса (включаючи футеровку й устаткування) більш 1,2 тис. т; габаритні розміри, м: довжина 39,56, ширина 3,5, висота від рівня головки рейок 4,7 . Експлуатація пересувних міксерів такої вантажопідйомності передбачена лише на

внутрішньозаводських залізничних коліях (стандартної колії). Під час перевезення чавуну на більші відстані й з міста в місто звичайно використовують пересувні міксери меншої вантажопідйомності.

З обліком викладеного для нових структурних підрозділів більш краще застосування ківшів міксерного типу.

1.4. Технологія транспортування чавуну на «КАМЕТ-СТАЛЬ»

В поточній ситуації рідкий чавун з доменного цеху доставляється в міксерне відділення Конверторного цеху по залізничній колії тепловозами за допомогою чавуновозних ківшів місткістю 100 тон. Транспортування чавуну виконуються на підставі інструкції «По організації обертів чавуновозних ківшів та обліку графіків випусків чавуну» [14]. Випуск чавуну з доменного цеху (рис. 1.4).

Випуск доменної плавки масою 250-300 тон продовжується протягом до 30 хвилин. За цей час заздалегідь підготовлені та підігріті до 800-900 градусів ківші подаються на чавунну сторону доменного цеху. Після комунікації начальника зміни доменного цеху з диспетчерами залізничного цеху починається відкривання льотки, та зливання чавуну в ківші. Підтяжка порожньої тари виконується за допомогою електроштовхача.

Процес транспортування чавуну до міксерного відділення. Міксерне відділення конверторного цеху має віддалення від доменного цеху 1,3 – 1,8 км., (в залежності від доменної печі ДП-1М та ДП-12 відповідно). Перевезення чавуновозних ківшів виконується за допомогою тепловозів ТГМ-4 та ТГМ-6 протягом до 50 хвилин, тепловозом вперед. В ході транспортування чавун проходить зважування в потоці на вагах №33. Після чого тепловоз виконує маври тривалістю близько 5 хвилин як вказано на мал.1, обганяє ківші (з точки

В то точки А) та становиться позаду для можливості заштовхати ківші до міксерного відділення по схемі (рис. 1.5).

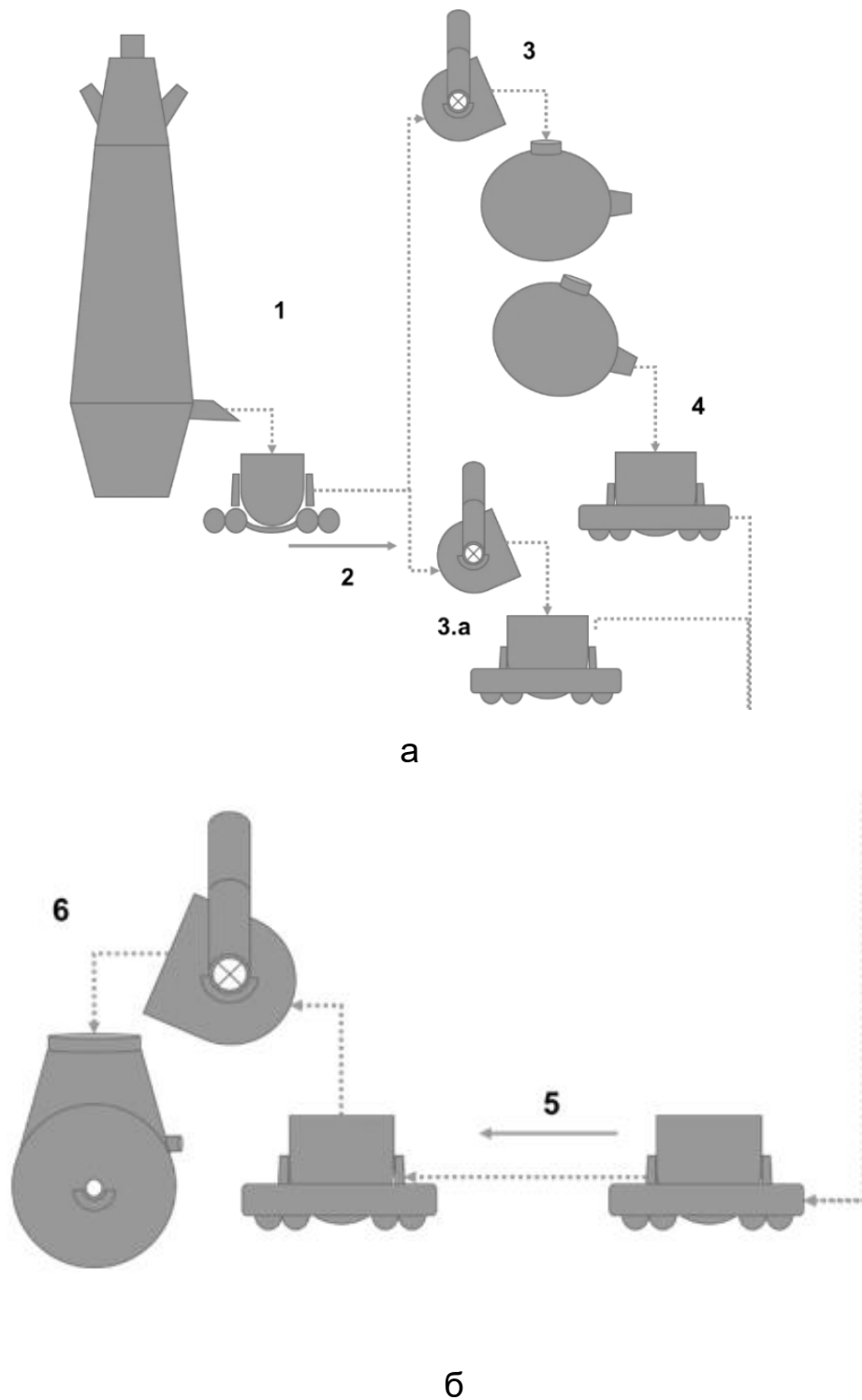


Рисунок 1.4. а) схема транспортування від ДЦ до міксера, б) схема транспортування від міксера до КЦ

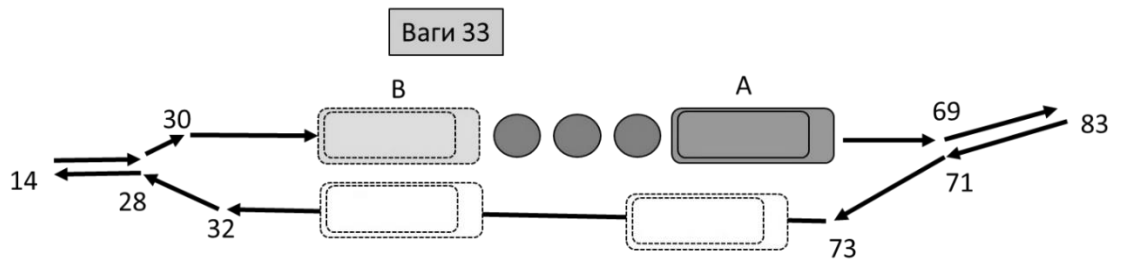


Рисунок 1.5. Схема маневрування при подачі ЧВК до міксерного відділення

Процес переливання чавуну з чавуновозу в міксерному відділенні. Для подачі чавуну в конверторний цех можливий його перелив в міксерному відділенні не тільки через міксер, але й так званим «прямим переливом» безпосередньо з чавуновозних ківшів в чавунозаливний ківш (в тому числі із частковим додаванням чавуну із міксера). Переливання в міксер виконується за допомогою двох однакових електромостових кранів Q 180 тон – 63/20 тон. Чавуновозний ківш краном знімають з чавуновозу, встановлюють над міксером, нахиляють за допомогою додаткового підйому крану і зливають чавун у міксер. Після зливання чавуну в міксерному відділенні на підставі ваги порожнього ківша приймається рішення про відправлення його на дільницю очищення, який знаходиться перед доменним цехом. Після очищення, якщо ківши не треба в роботі вони можуть бути виведені в резерв (2 ковша відставляють на тупікову колію) або ставлять під домену піч при цьому відбувається втрата їх теплоємності та при повторній постановці остиглих ківшів під наливання чавуну відбувається падіння температури чавуну

Процес переливання чавуну з міксера в міксерному відділенні. Після переливання чавуну до міксера відбувається його усереднення за температурою та хімічним складом, а також за для накопичення чавуну в цілях забезпечення ритмічності виробництва сталі. Завдання процесу:

забезпечити стабільність хімічних та температурних характеристик чавуну, що подається до конвертерного відділення. Злив чавуну з міксера на плавку здійснюється в залівний ківш ємністю 250 тон, встановлений на самохідний чавуновоз на еклектичній тязі.

Процес транспортування чавуну від міксера до конвертора. Після переливання розплав з міксера або «прямим переливом» у чавунозалівний ківш його встановлюють на спеціальний самохідний візок транспортують до конвертора протягом близько 15 хвилин. В наявності на підприємстві 2 ЗД колії та 2 візка для чавуновозних ківшів під конвертор №1 та конвертор №2. По ходу руху до конверторів розташована ділянка десульфурації чавуну задача якої видалення та зниження вмісту сірки з рідкого чавуну перед заливанням в конвертор з 0,04 до 0,01%, тобто забезпечується заданий вміст сірки у рідкому чавуні. УДЧ призначена для видалення сірки з рідкого чавуну, способом вдування дрібнодисперсних реагентів (СаО, Mg) в струмені інертного газу (аргону або азоту), вимірювання температури і відбору проб чавуну на хімічний аналіз. Конвертерний цех обладнаний двома установками десульфурації чавуну. Десульфурація чавуну проводиться тільки в залівальних ківшах футерованих карбідкремнійвуглецевими вогнетривами.

Процес переливання чавуну з чавунозалівного ківша до конвертора. Після доставки чавуну в конверторне відділення на відмітку +10м. відбувається підйом чавунозалівного ковша на рівень горловини конвертора та додатковим підйомом перекиляється ківш для переділу чавуну та металевих охолоджувачів у рідку сталь. Основне завдання ділянки: забезпечити необхідну якість рідкої сталі за хімічним складом, забезпечити температуру перегріву рідкої сталі для забезпечення необхідної температури для позапічної обробки та розливання. У конвертерному прольоті встановлені два конвертери (конвертор №1 та конвертор №2) місткістю 250 тон, на відстані понад 60 метрів один від

одного. Механізм повороту – односторонній, навісна конструкція. Для продування металу в конвертерах використовується технічний кисень чистотою не менше 99,5% з об'ємною часткою азоту не більше 0,1% та тиском у магістралі 1,6÷2,5 МПа. Футерування конвертерів виконане з периклазуглеродистих вогнетривів. На Конвертері №2 разом із верхнім продуванням, застосовується і продування через донні пробки інертними газами.

Після зливання чавуну в міксерному відділенні на підставі ваги порожнього чавуновозного ківша приймається рішення про відправлення його на ділянку очищення, яка знаходиться перед доменним цехом. Після очищення, якщо ківши не треба в роботі вони можуть бути виведені в резерв (2 ковша відставляють на тупікову колію) або ставлять під домену піч при цьому відбувається втрата їх теплоємності та при повторній постановці остиглих ківшів під наливання чавуну відбувається падіння температури чавуну.

Зважаючи на всі етапи переливів та транспортування нормативний час обертів чавуновозних ківшів (ЧВК) 3 години 50 хвилин. Цей час неминуче призводить до втрат температури як чавуну так і чавуновозних ківшів в середньому на -164 °С , тобто якщо чавун зливається в доменному цеху з температурою в середньому 1452 градуси Цельсія, то в міксерному відділенні температура складає вже 1308 градусів Цельсія а в температура зливання в конвертор вже 1288 градусів Цельсія.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Даний розділ присвячений питанням охорони праці, які забезпечують цілодобовий та безперервний контроль за станом робочих місць, контролем та визначенням небезпечних та шкідливих виробничих чинників на виробництві.

Найважливішою умовою для вирішення виробничих завдань Конверторного цеху є правильно організована безпечна та високопродуктивна праця, тому для забезпечення здорових та безпечних умов праці персоналу, що обслуговує міксерне відділення передбачено низьку відповідних інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки, це:

- інструкції з охорони праці для працівників відповідно професії і за видами робіт;

- технологічні інструкції;

- інструкції з технічного обслуговування і експлуатації устаткування, в тому числі електроустаткування;

- інструкції з ремонту та очищення обладнання;

- інструкції з пожежної безпеки;

- інструкції з безпечної експлуатації і ремонту об'єктів газового господарства з обов'язковою схемою міжцехових газопроводів і розподілом їх поміж виробничими цехами.

Разом з тим продуктивність праці обумовлена також здатністю працівників фізично, фізіологічно та психофізіологічно виконувати поставлені задачі, тобто продуктивність праці нерозривно пов'язана з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів щодо попередження впливу шкідливих факторів на здоров'я людини [17].

Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів у робочій зоні міксерного відділення.

3.1. Аналіз умов праці

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори відповідно до існуючого ГОСТу 12.0.003-74 за природою дії поділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Мікроклімат в структурних підрозділах металургійних підприємств визначається виділенням великої кількості конвекційного та променевого тепла, у зв'язку з чим вони відносяться до групи так званих гарячих цехів, при питомому тепловому навантаженню в них від 200 до 500 Вт/м² при нормативному до 140 Вт/м² згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [18]. Підвищена температура поверхонь, оснащення і матеріалів спостерігається при виконанні робіт поблизу рідкого металу (чавуну), як в період переливання із чавуновоза в самохідний чавуновоз, так і при переливі із мікзера до чавуновозу. Розбризування чавуну при підйомі мостовим краном. Робота персоналу по обслуговуванню та керуванню обладнанням, яке використовує в якості паливо природний газ. Також підвищена температура поверхонь оснащення й матеріалів виявляється при порушенні теплового режиму апаратури.

У сталеплавильному виробництві - на завалочній дільниці, в розливному прольоті температура повітря влітку перевищує допустимі рівні на 15 - 20°C при одночасній наявності теплового випромінювання інтенсивністю від 340 - 360 Вт/м².

Тривалість перебування робітників в умовах опромінення і високої температури повітря складає, звичайно близько, 10 - 15 хвилин, але робітники деяких професій в цих умовах проводять значну частину часу зміни. Висока температура повітря досить часто має місце і на робочому місці кранівників, а в зоні ремонтних робіт всередині не охолонувших печей вона досягає 60 - 80°C. При цьому температура огорожуваних поверхонь є ще більш високою (до 150-200 °C).

У робітників гарячих цехів металургійних підприємств можуть відбуватись значні фізіологічні зміни, які обумовлені впливом «гарячого» мікроклімату при одночасному виконанні важкої фізичної праці. Можливе значне напруження терморегуляції, яке супроводжується підвищенням температури тіла (до 37,4, - 38,0°C), підвищенням частоти пульсу (до 120 - 140 ударів за хвилину), дихання (до 28 - 52 за хвилину), значним потовиділенням (до 7-8 л за зміну).

Запиленість робочого простору та погана освітленість. В період переливання чавуну із чавуновозів в міксер, та із міксера в самохідні чавуновози спостерігається значний викид графіту та пилу по всій робочій зоні. Пил виділяється при руйнуванні футерівки ковшів, зводів печей, конверторів в концентраціях, що знаходяться, як правило, на рівнях 25-40 мг/ м³, що значно перевищує ГДК цих речовин за ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 [19].

Джерелом шуму є технологічні гази, що переміщуються при їх подачі в комунікації, вдуванні в печі, рух кранів, транспортерів, залізничних составів та інше. Рівні звуку на робочих місцях досягають 80 - 95 дБА, що перевищує нормативні значення за ДСН 3.3.6.037-99 [20]. Вібрація спостерігається в кабінах кранівників, при зачищенні металу і деяких інших операціях.

Процеси плавки і заливки рідкого металу, його нагріву перед прокатом і ряд інших пов'язані з виконанням робіт в умовах великої яскравості робочого поля згідно ДБН В.2.5-28-2006 [21]. При цьому можлива осліплююча дія променів видимого спектру, що, як правило співпадає з інфрачервоним, а іноді і з ультрафіолетовим випромінюванням. При недостатніх заходах профілактики може бути підвищений рівень травматизму органів зору.

При недостатніх заходах профілактики може бути підвищений рівень травматизму, особливо органів зору [21]. Обертаючі та переміщуючі механізми. Робота поблизу обертаючих муфт приводів

механізмів. Робота поряд з механізмами, що пересуваються, чавуновозами, кранами в тому числі в тісному просторі, а також при значній запиленості.

Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі до 380 вольт. Поразка електричним струмом виникає при дотику до струмопровідних частин і при ушкодженні ізоляції, внаслідок чого корпус обладнання може виявитися під напругою від 220 вольт перемінного струму. Робота поряд з потужними електродвигунами, електричним обладнанням та електричними кабелями, які прокладені по цеху. Згідно ПУЕ [22], приміщення металургійних цехів зазвичай за ступенем небезпеки поразки електричним струмом відносяться до особливо небезпечних, і характеризуються наявністю можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій будівель, що мають з'єднання із землею, технологічними агрегатами, механізмами тощо, з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання з іншого; підвищеною температурою; наявністю пилу у повітрі.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [23] по вибуховій, вибухопожежній і пожежній небезпеці конвертер, а також розливний проліт, відноситься до категорії А. До категорії Б відноситься система газоочищення конвертерного газу, міксерне відділення і завантажувальний проліт. До категорії Г відноситься відділення підготовки шихти.

Виробничі приміщення будують з негорючих матеріалів (металоконструкцій і залізобетон). Такі приміщення згідно ДБН В. 1.1.7-2002 [24] мають 2 ступінь вогнестійкості.

Пожежну безпеку забезпечують проведенням організаційно-технічних та інших заходів, які спрямовані на запобігання пожежам, забезпечення безпеки працівників, зниження майнових втрат та створення умов для швидкого гасіння пожеж.

На металургійних підприємствах використовуються такі види первинних засобів пожежогасіння:

- для гасіння пожеж повинні бути передбачені первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники) згідно ДСТУ 4297:2004 [25];
- пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати);
- пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо). Пожежні щити встановлюються на території з розрахунку: один щит на 5000 м².

3.2. Заходи для зменшення впливу шкідливих факторів

Перераховані небезпечні і шкідливі фактори в тій або іншій мірі мають впливають на здоров'я працівника. Вплив одного фактору помітно проявляється за короткий час і виявляється в людині як втома, запаморочення, головний біль, загальне нездужання. Усе це понижує продуктивність його праці. Постійне перебування людей у такій обстановці і призводить до виникнення хронічних захворювань. Інші чинники пізнаються на здоров'ї людини миттєво, приносячи йому біль, травматизм, втрату свідомості, а в деяких випадках і смерть.

Важливе місце в комплексі заходів з охорони праці і оздоровлення умов праці займає створення оптимальної світлового середовища, тобто раціональна організація природного та штучного освітлення приміщення та робочих місць.

Виконання наступних вимог безпеки забезпечує виключення чи максимальне зменшення можливості поразки персоналу електричним струмом, а також впливу на нього інших небезпечних факторів:

- 1) монтаж і експлуатацію систем повинні виконувати лише кваліфіковані фахівці;
- 2) дотримання вимог безпеки при виконанні електромонтажних робіт;
- 3) надійне заземлення корпусу елементів системи, що живляться від джерела перемінного струму 220 В;

4) при монтажі й експлуатації виключати дотик інструментів до струмопровідних небезпечних напруг;

Для запобігання розповсюдження вогню під час пожежі з одного боку будівлі в іншу передбачені протипожежні перешкоди: перекриття, двері, а також наявність встановленого інструменту для пожежогасіння. Особливу увагу приділяється безпечної евакуації людей на випадок пожежі. Для сповіщення про пожежу передбачена аварійна пожежна система. Евакуаційні шляхи будівлі забезпечують безпечну евакуацію всіх людей, що знаходяться в приміщеннях, через евакуаційні виходи.

Важливими є такі заходи, як переважне розміщення газових комунікацій зовні споруд, заміна фланцевих з'єднань на трубах зварними швами, контроль за надійністю газових затворів, наявність вільних підходів і провітрювання у можливих місць просочування газу і проведення ремонтних робіт. В металургійних печах необхідна своєчасна ліквідація тріщин. В місцях газовиділень напрям струменя повітряного душу повинен бути таким, щоб він відводив від робочого місця токсичні речовини [17].

Розрахунок розмірів механічного зонту та продуктивність витяжної вентиляції для видалення тепла та газів з установки ківш-піч [26].

3.3. Захист навколишнього середовища

Екологічні проблеми металургійних підприємств включають питання стосовно забруднення атмосферного повітря, дотримання ряду санітарних вимог по відношенню до промислової ділянки, заходів щодо попередження забруднення водного басейну стічними водами. У зв'язку з використанням значних обсягів сировини, металургійні комбінати розміщують поблизу місць її розташування та видобування; нерідко ці підприємства займають великі території [17].

Таблиця 3.1 - Основні характеристики міксерного відділення конверторного цеху

№	Найменування обладнання	Основні характеристики	Кількість	Позиція на малюнку
1	Міксер стаціонарний	Місткість міксеру 2000 тон; зовнішній діаметр кожуху 9400 мм.; Кут повороту міксеру при повному зливі чавуну = 48°; експлуатаційний режим = 30°; електропривід нахилу потужністю 90 кВтг; привід відкривання кришки заливного вікна 5 кВтг.; відкривання заслонки заливного носку 2,2 кВтг	1 шт.	1
2	Кран мостовий	Міксерний кран №1 та міксерний кран №2 Q кранів 180 тон – 63/20 тон	2 шт.	2
3	Машина скачування шлаку	МСШ №1 (не працює); МСШ №2 (не працює)	2 шт.	3
4	Самохідний чавуновоз	Чавуновоз №1 знаходиться на колії №1 Чавуновоз №1 - на колії №2	2 шт.	4
5	Пост керування	Пост керування безпосередньо міксером та пост керування чавуновозами з ділянкою відбору проб	2 шт.	5
6	Ділянка подавання чавуну	Залізнична колія №33т поєднана з МСШ №1, МСШ №2 та колія №34 на якій зосереджені чавуновози 100 тон	2 колії	6

Стратегію металургії майбутнього можна бачити в реалізації наступних концепцій і принципів:

1. Високий рівень впровадження досягнень науки і техніки.
2. Зменшення сировинних ресурсів і енерговитрат.
3. Будівництво нового покоління металургійних підприємств сталеплавильного комплексу.
4. Планове використання коштів на вирішення екологічних програм.

Перераховані та інші концепції доцільно впроваджувати на досягнення показників, що відповідають рівню світової практики: споживання енергії - 670 кг уп./т сталі; використання води — 3,84 м³/т сталі; використання води з оборотного циклу - 97,5 %; викиди пилу - не більше 0,3 кг/т сталі; викиди CO₂- не більше 0,25 кг/т сталі.

Важливими заходами можуть стати: вдосконалення робота об'єктів енергопостачання; утилізація тепла від охолодників агломерату; утилізація газів кисневого конвертора без спалювання; використання регенераторних пальників для нагрівання печей; встановлення на доменних печах газових утилізаційних безкомпресорних турбін; вдосконалення управління технологічними процесами.

Металургійна галузь має значні резерви у скороченні водоспоживання та очищенні відхідних газів: застосування випаровувального охолодження металургійних печей і кристалізаторів машин для безперервного лиття заготовок; заміна охолодження прокатного устаткування за допомогою перфорованих труб форсунковим охолодженням; застосування електротроприводів до повітродуттєвих машин і компресорів, внаслідок чого вода конденсується на парових турбінах; застосування для деяких агрегатів повітряного охолодження; впровадження сухих методів очищення газів, пневмотранспортування пилу, застосування вихрових

пиловловлювачів, рукавних і шарових фільтрів, електрофільтрів, перехід на контейнерне шихто подавання.

Одним із методів покращання екологічної ситуації на підприємствах металургійної галузі є їх сертифікація за міжнародними стандартами екологічного менеджменту ISO 14000. Відомо, що підприємства, які хочуть завоювати не тільки внутрішній, а і міжнародний ринок, повинні мати систему управління якістю продукції, сертифіковану у відповідності з міжнародним стандартом ISO 9000. Західні споживачі вже зараз вимагають від поставників продукції наявності сертифікації за згаданими стандартами.

Ще одним важливим механізмом для вирішення екологічних завдань є робота із залучення іноземних екологічних інвестиційних фондів. Україна підписала низку міжнародних угод, спрямованих на зниження викидів в атмосферу речовин, що знищують озоновий екран, і таких, що обумовлюють парниковий ефект. В першу чергу - Рамкова конвенція ООН про зміну клімату і Кіотський протокол.

Доцільно розробити на державному рівні єдину екологічну політику, методичну і інформаційну бази, організувати обмін науково-технічною інформацією між підприємствами, а саме головне — створити реальну зацікавленість керівництва металургійних підприємств і їх власників у вирішенні екологічних проблем.

Наступним механізмом вирішення гострих екологічних проблем є проведення екологічних аудитів підприємств. Власне незалежний екоаудит дозволяє «просвітити» підприємство, виявити найбільш вразливі місця під новим кутом зору, у більшості нетрадиційним, розглянути програми розвитку і реконструкції підприємства та розробити найбільш екологічно ефективний комплекс заходів [27].

Усі перераховані заходи дозволять підвищити рівень екологічної безпеки металургійних виробництв та поліпшити екологічну ситуацію в країні.

ВИСНОВКИ

В розділі №1 в аналітичній частині розглянуто технологію та переваги підвищення початкової температури киснево – конверторної плавки завдяки приходу фізичного тепла з чавуном, тобто для забезпечення достатнього приходу фізичної теплоти з рідким чавуном рекомендована його температура перед заливкою в конвертер зазвичай складає-..... °С. Застосування чавуну з нижчою температурою призводить до холодного початку продування, уповільнення шлакоутворення та підвищенню витрати чавуну, що значно підвищує собівартість готової сталі, тому, що в собівартості готової сталі вартість рідкого чавуну є основною статтею витрат, тому для підвищення конкурентоспроможності готової продукції потрібно зниження витрати чавуну за рахунок залучення витрати металобрухту. Тобто підвищуючи вхідну температуру рідкого чавуну ми знижуємо валову витрату самого чавуну в конвертор, за рахунок використання металобрухту.

Розглянуто сучасні схеми зберігання й транспортування рідкого чавуну в сталеплавильні цехи:

- 1) доменний цех – міксерне відділення – конвертер;
- 2) доменний цех – ділянка переливу чавуну в ЧЗК – конвертер.

Використання стаціонарного міксеру забезпечує киснево-конверторний цех чавуном, який транспортується в - або-т ківшах на чавуновозах по ЗД коліях. У міксерному відділенні в залежності від продуктивності конвертерного цеху може бути встановлено від одного до трьох міксерів корисною ємністю, та т. До переваг стаціонарних міксерів відносяться: можливість запасу чавуну, необхідного для ритмічної роботи цеху, гарне перемішування й усереднення хімічного складу чавуну і його температури. Однак, при чіткій і рівномірній роботі доменних печей, а

також при сталості состава й температури чавуну замість стаціонарних міксерів використовують чавуновозні ківші міксерного типу-..... т. До переваг яких відносять: 1) зниження капітальних витрат при будівництві й зменшення строків будівництва; 2) зменшення втрат тепла чавуну внаслідок виключення одного переливу; 3) можливість приймання всієї плавки доменної печі в один ківш-міксер, що дозволяє спростити організацію робіт у доменному цеху; Однак головним недоліком пересувних міксерів є неможливість усереднення складу й температури чавуну різних плавок, а також спеціальні умови логістики.

Докладно розібрані аспекти та технологія транспортування чавуну безпосередньо на «КАМЕТ-СТАЛЬ». В поточній ситуації рідкий чавун з доменного цеху доставляється в міксерне відділення Конверторного цеху по залізничної колії тепловозами ТГМ-4 та ТГМ-6 за допомогою чавуновозних ківшів місткістю тон. Якщо коротко, то етапи транспортування складаються з: процесу випуску чавуну в доменному цеху; транспортуванню та зважуванню ЧВК; переливання із ЧВК до міксеру; переливання із міксера до ЧЗК ківша; транспортування до конвертора ЧЗК; переливання чавуну в конвертор або також можлива схема з «прямим переливанням», тобто безпосередньо з ЧВК до ЧЗК (без міксеру). По ходу руху чавуну до конверторів розташована дільниця десульфурзації, задача якої зниження вмісту сірки в рідкому чавуні перед заливанням в конвертор з% до юююю%. Зважаючи на всі етапи переливів та транспортування, нормативний час оборту ЧВК склада близько 3 години 50 хвилин, що неминуче призводить до втрат тепла, як чавуну так і чавуновозних ківшів.

В основному розділі №2 розібрано змінення температури чавуну на всіх етапах транспортування від ДЦ до КЦ на підставі статистичних, виробничих даних, а також матеріалів та замірів робочих груп, які працювали на підприємстві в період з 20.... – 20.... років.

На теперішній час можна виділити основні етапи втрати тепла: падіння температури футерівки порожнього чавуновозного ківша, яка залежить від часу оберту ЧВК; втрата тепла чавуну при транспортуванні чавуну через футерівку та через дзеркало металу; втрати на переливаннях чавуну в міксерному відділенні через міксер або через «пряме переливання»; падіння температури футерівки ЧЗК в процесі очікування чавуну.

Якщо температура чавуну при заливанні з ливарного двору становить °С, то вже в самому ЧВК вона знижується на °С, в ході транспортування падає ще на °С за хвилин (..... °С в хвилину) і в міксер розплав приходить з температурою°С. Переливання забирає ще ... °С і втрата через чавунозаливний ківш°С.

Виявлено потенціали по збереженню тепла за рахунок зменшення часу оберту ЧВК при зменшенні їх кількості в експлуатації на 2 ківша; потенціали по збереженню тепла порожніх ЧВК, які знаходяться в очікуванні чавуну; потенційні перспективи по збереженню температури при вирішенні організаційних питань при переливаннях в міксерному відділенні та при роботі з чавунозаливними ківшами; потенціал при збільшенні тари ЧВК за рахунок змінення конструкції футерування ківша. З використанням паспортів плавок виконано факторні та регресивні аналізи.

У розділі №3 про охорону праці та захист навколишнього середовища виконаний аналіз умов праці на металургійних підприємствах, зокрема мікроклімат, шум, пожежна безпека, еклектична безпека та інше. Розглянуто заходи для зменшення впливу шкідливих факторів та сучасну стратегію захисту навколишнього середовища в металургії.

В розділі №4 біло оцінено економічну доцільність підвищення температури вхідного чавуну.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Steel statistical yearbook 2017 – Brussels: Worldsteel Committee on Economic Studies, 2017. 128 p.
2. Скляр В. О. Інноваційні та ресурсозбереженні технології в металургії. Учбовий посібник. – Донецьк.: ДонНТУ, 2014. – 224 с.
3. Колпаков С.В., Старов Р.В., Смоктий В.В., Технология производства стали в современных конверторных цехах - М.: Машиностроение, 1991. - 464с.
4. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі: теорія, технологія, якість сталі, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія Дніпропетровськ: Дніпро-ВАЛ, 2004. — 454 с.
5. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. — 6-изд., перераб и доп. — М.: Академкнига, 2002. — 768 с.
6. Металлургия стали /Явойский В.И., Кряковский Ю.В., Григорьев В.П., Нечкин Ю.М., Кравченко В.Ф., Бородин Д.И./ - М.: Металлургия, 1983. - 584 с.
7. Сущенко, А. В. Ресурсосбережение и экология конвертерного производства стали / А. В. Сущенко // Вісник Приазовського державного технічного університету : зб. наук. праць / ПДТУ. – Маріуполь, 2004. – Вип. 14. – С. 341–346.
8. Сталь на рубеже столетий / под научной редакцией Ю.С. Карабасова. - М.: МИСИС, 2001. - 664 с
9. Финкель А.Ф., Ипатов П.П. Технологическое оборудование металлургических заводов — М.: Металлургия, 1975. — 336 с.
10. Целиков А.И. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Том 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1988. - 432 с.

11. Старов Р.В., Нагорских В.А. Производство стали в конвертерах К.: Техника, 1987. — 167 с.
12. Авдеев В.А., Дрюян В.М., Кудрин Б.И. Основы проектирования металлургических заводов - М: Интермет Инжиниринг, 2002. - 464 с
13. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали — М.: Мир, АСТ, 2003. — 528 с.
14. Інструкція «КАМЕТ-СТАЛІ» «Інструкція по організації оборту чавуновозних ківшів та обліку графіків випусків чавуну». 2022р., 20с., м.Кам'янське
15. Матеріали робочої групи «КАМЕТ-СТАЛЬ» по підвищенню температури чавуну 2019 року.
16. Статистичні дані робочої групи по аналізу оборту чавуновозних ківшів 2020 року. «КАМЕТ-СТАЛЬ»
17. Конспект лекцій з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів спеціальності 7.05050201 «Технологія машинобудування» заочної форми навчання / Укладач: Толок А.О. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015р. - 65 с.
18. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - К.: Мінздрав, 1999. - 15 с.
19. ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002. Гігієнічна класифікація праці. Гігієнічні нормативи. - К.: Мінздрав, 2002. - 47 с.
20. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу. - К.: Держстандарт, 1999. - 24 с.
21. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. - К.: Мінбуд України, 2006. - 76 с. - 76 с.
22. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ-2009. - Х.: Форт, 2009. - 736 с.

23. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. — К.: Мінрегіон України, 2016 . - 34 с.
24. ДБН В. 1.1.7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. — К.: Держбуд України, 2003. - 44 с.
25. ДСТУ 4297:2004. Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги. - К.: Укр. НДІПБ, 2004. - 50 с.
26. Методичні вказівки по розрахунковому обґрунтуванню заходів по охороні праці в дипломних роботах та проектах для студентів усіх спеціальностей / Сост. Л.В.Бабенко, С.Е.Суліменко. - Дніпропетровськ: НМетАУ, 2004. - 79 с.
27. Стратегія екологічно безпечної металургії / М.О. Клименко, ІД. Залеський // ТЕХНОЕКОЛОГІЯ. - Рівне, 2010. - С. 120-123.