

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Металургії
 (повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проект)

Другий (магістерський)
 (рівень вищої освіти)

на тему Інжекційні палишки в мартенівському
виробництві

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1369-НЧМ-3
 спеціальності 136 металургія
 (код і назва спеціальності)

спеціалізації _____
 (код і назва спеціалізації)

освітньої програми металургія соржик металів
 (назва освітньої програми)

М.О. Армонов
 (ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к. пед. н., доц. Шостенко Р.В.
 (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доцент, к. т. н. доц. Валяр Р.М.
 (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут _____

Кафедра металургії _____

Рівень вищої освіти другий (магістерський) _____

Спеціальність 136 металургія
(код та назва)

Спеціалізація _____
(код та назва)

Освітня програма металургія чорних металів _____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри Курченко О.Т.
« 02 » вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Дришова Микиті Осиповичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Інженерні кальки в марте-
нівському виробництві

керівник роботи Мосейко Ігоря Вікторовича и.пед.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом ЗНУ від « 09 » листопада 2020 року № 1586-в

2 Строк подання студентом роботи 24 листопада 2020р.

3 Вихідні дані до роботи патенти, література, інструкції,
періодичні видання, інтернет ресурси

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, загальна частина, використання СНП у
мартенівському цеху ПАТ "Запоріжсталь", економічний ефект
від застосування СНП, оцінка праці та техногенна безпека,
заключні висновки

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) схема інженерного кальки, калькирований приєдб

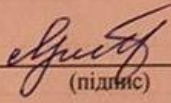
6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальна частина	Мосейко Ю.В. доцент	02.09.20	02.09.20
Кваліф. част.	Мосейко Ю.В. доцент	17.09.20	17.09.20
Економіч. част.	Мосейко Ю.В. доцент	03.10.20	03.10.20
Оцінка праці	Мосейко Ю.В. доцент	20.10.20	20.10.20
Висновки	Мосейко Ю.В. доцент	04.11.20	04.11.20

7 Дата видачі завдання 02 вересня 2020 р.

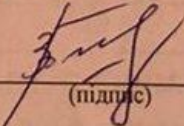
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1.	Аналіз стану проблеми	15.09.2020	
2.	Загальна частина	10.10.2020	
3.	Методика дослідження	20.10.2020	
4.	Дослідницька частина	01.11.2020	
5.	Економічна частина	15.11.2020	
6.	Оцінка праці	30.11.2020	
7.	Підготовка графічного матеріалу	30.11.2020	

Студент  М.О. Аронов
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  Ю.В. Мосейко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Р.М. Велик
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Ярмонов М.О. Інжекційні пальники в мартенівському виробництві.

Кваліфікаційна робота магістра на здобуття вищої освіти за спеціальністю 136 «Металургія», науковий керівник Ю.В. Мосейко. Запорізький національний університет, Інженерний науково-начальний інститут, кафедра металургії. Запоріжжя, 2020.

Дипломна робота на тему "Інжекційні пальники в мартенівському виробництві" включає 75 сторінки, 19 таблиць, 9 рисунків, 33 використаних джерела та 3 додатки.

В роботі досліджено використання струменево-нішевих пальників (СНП) в умовах мартенівського виробництва для покращення ефективності використання пального та підвищення економічного ефекту. Розглянуті такі процеси та агрегати як:

1. Застосування СНП в мартенівській печі надає поліпшення показників технології та економічний ефект при виготовленні сталі.
2. Застосування СНП на стенді сушки ковшів надає фактичне зменшення періоду сушки та зменшення витрати палива.
3. Застосування СНП у міксері надає можливість заощадження палива та поліпшення експлуатаційних факторів.

Ключові слова: ПАЛЬНИКОВИЙ ПРИСТРІЙ, МІКСЕР, СТЕНД СУШКИ КОВШІВ, МАРТЕНІВСЬКА ППЧ, СТРУМЕНЕВО-НІШЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ СПАЛЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

Ярмонов М.О. Застосування модернізованої системи опалювання в мартенівському виробництві [Текст] / М.О, Ярмонов // Матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів

ІННІ ЗНУ. Металургія як основа сучасної промисловості. Том І. 23-26 листопада 2020 р. - Запоріжжя: ЗНУ, 2020. - С.11.

ANATUATION

Yarmonov M.O. The Injection gas-rings in a martin production.

Qualifying work of master's degree on the receipt of higher education after speciality a 136 «Metallurgy», scientific leader Yu.V. Moseyko. Zaporozhia national university, Engineering scientifically initial institute, department of metallurgy. Zaporozhia, 2020.

Diploma work on a theme in a martin production" includes the "Injection gas-rings 75 pages, 19 tables, 9 рисунків, 33 utilized sources and 3 additions.

In-process investigational the use of струменево-нішевих gas-rings (SNP) in the conditions of martin production for the improvement of efficiency of the use combustible and increase of economic effect. Such processes and aggregates are considered as:

4. Application of SNP in a martin stove gives the improvement of indexes of technology and economic effect at making of steel.
5. Application of SNP on the stand of drying of scoops gives the actual diminishing the period of drying and diminishing of expense of fuel.
6. Application of SNP in a mixer gives possibility of economy of fuel and improvement of operating factors.

Keywords: PAL'NIKOVIY DEVICE, MIXER, STAND of DRYING of SCOOPS, MARTIN STOVE, STRUMENEVO-NISHEVI of TECHNOLOGY of INCINERATION, TECHNOLOGICAL INDEXES

АННОТАЦІЯ

Ярмонов М.О. Инжекционные горелки в мартеновском производстве.

Квалификационная работа магистра на получение высшего образования за специальностью 136 «Металлургия», научный руководитель Ю.В. Мосейко. Запорожский национальный университет, Инженерный научно-учебный институт, кафедра металлургии. Запорожье, 2020.

Дипломная работа на тему "Инжекционные горелки в мартеновском производстве" включает 75 страницы, 19 таблиц, 9 рисунків, 33 использованных источники и 3 дополнения.

В работе исследовано использования струменево-нішевих горелок (СНГ) в условиях мартеновского производства для улучшения эффективности использования топлива и повышения экономического эффекта. Рассмотрены такие процессы и агрегаты как:

7. Применение СНГ в мартеновской печи предоставляет улучшение показателей технологии и экономический эффект при изготовлении стали.
8. Применение СНГ на стенде сушки ковшей предоставляет фактическое уменьшение периода сушки и уменьшения затраты топлива.
9. Применение СНГ в миксере предоставляет возможность сбережения топлива и улучшения эксплуатационных факторов.

Ключевые слова: ГОРЕЛОЧНОЕ УСТРОЙСТВО, МИКСЕР, СТЕНД СУШКИ КОВШЕЙ, МАРТЕНОВСКАЯ ПЕЧЬ, СТРУЙНО-НИШЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	12
1.1 Технологія роботи мартенівських пічей	12
1.2 Технологія роботи сушки ковців.....	15
1.3 Технологія роботи міксер.....	15
1.4 Висновки.....	16
2 ВИКОРИСТАННЯ СНП У МАРТЕНІВСЬКОМУ ЦЕХУ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»	17
2.1 Застосування СНП у мартенівській печі.....	17
2.2 Застосування СНП на стенді сушки ковців.....	32
2.3 Застосування СНП у міксері.....	33
2.4 Висновки.....	37
3 ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТІСУВАННЯ СНП	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	54
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників мартенівського цеху при проведенні досліджень.....	54
4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища мартенівського цеху.....	56
4.3 Заходи з електробезпеки.....	57
4.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки.....	58
4.5 Розрахунок теплоізоляції поста керування сталевара.....	60
4.6 Висновки.....	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	69
ДОДАТКИ	72
Додаток 1.....	72
Додаток 2.....	74
Додаток 3.....	75

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

- ПП - пальниковий пристрій;
ОО –основне обладнання;
СНТ - струменево-нішева технологія;
СНП - струменево-нішевий пальник;
ПАТ - приватне акціонерне товариство;
ВРАД - «вихрові реактори» Абдуліна-Дворщина;
ЭАД - «ефект Абдуліна-Дворщина»;
УДЧ - установка десульфурації чавуну;
УПК - установка піч-ківш;
ТШС - тверда шлакова суміш.
 X_S - кратність шлаку;
В - основність шлаку;
 L_S - коефіцієнт розподілу сірки в металі;
 n_S - ступінь десульфурації, %;
 $T_{роз.}$ - температура розкладання, °С;
 $T_{ст}$ - температура сталі на випуску, °С;
 C_p - теплоємність сталі, МДж/т;
Т - зміна температури, °С;
ШСТ - маса сталі, т;
 $T_{уЕ}$ - витрата первинного умовного палива на вироблення електроенергії, т
у.п.

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час найбільш актуальними є проблеми підвищення ефективності використання застарілого паливовикористовуючого обладнання через його моральний та фізичний знос, або невідповідності ранніх проектів новим вимогам і реальним умовам експлуатації.

Існує два шляхи вирішення цієї проблеми. Перший з них - це заміна застарілого вогнетехнічного обладнання на сучасне, енергозберігаюче. Проте цей шлях досить дорогий: враховуючи сучасні ціни, окупність складе не менше 8-10 років. Другий шлях - це модернізація існуючого обладнання шляхом заміни окремих проблемних вузлів сучасними пристроями, що використовують останні досягнення науки і техніки. Така модернізація коштує на порядок дешевше, а за ефективністю можна порівняти і навіть більш ефективна, ніж купівля нового обладнання.

Мета і задачі роботи. Метою роботи є вдосконалення технології спалювання палива в мартенівському виробництві за допомогою застосування струменево-нішевих пальників (СНП).

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- підтвердити необхідність заміни застосовуваної в даний час технології спалювання палива, що не забезпечує в сукупності необхідного рівня експлуатаційних характеристик і не відповідають широкому спектру сучасних вимог;
- розглянути сучасні технології спалювання палива;
- охарактеризувати існуючі способи спалювання палива;
- розкрити ефективність спалювання палива в топках;
- провести статистичну обробку результатів експерименту та сформулювати основні вимоги, яким повинна відповідати технологія спалювання;
- вдосконалити технологію способи спалювання палива в мартенівському сталеплавильному виробництві;

- виконати енерго-екологічний аналіз запропонованої модернізації;
- визначити доцільність застосування та діапазон можливих для об'єкта навантажень;
- запропонувати практичні рекомендації щодо впровадження в мартенівському цеху нові елементи технології спалювання палива, що дозволяють виробляти широкий сортамент сталей високої якості, отримати економію матеріалів, знизити енергоємність та підвищити екологічність і рентабельність виробництва.

Об'єкт дослідження. Основним елементом будь-якого вогнетехнічного об'єкта є пальниковий пристрій (ПП). Саме його робота визначає ефективність спалювання палива в топках, діапазон можливих для об'єкта навантажень, безпека та екологічні показники роботи.

Предмет дослідження. Дослідження технологічних прийомів спалювання палива в мартенівському виробництві.

Методи дослідження. Промислово-дослідна експлуатація СНП та статистична обробка результатів експерименту.

Наукова новизна одержаних результатів. Запропонована інноваційна технологія передбачає розробку та застосування СНП, що забезпечить зниження витрати палива.

З різних джерел інформації були зібрані та проаналізовані відомості про дану проблему; розроблено власну методику промислових досліджень; проведено ряд промислових експериментів, за результатами яких, запропоновано модернізовану технологію спалювання палива.

Практичне значення одержаних результатів. Знайдена можливість отримання економії палива з підвищеним рівнем якості спалювання і одночасним зниженням витрат виробництва шляхом впровадження нових агрегатів та устаткування, створення технологій.

Представлена в роботі запропонована технологія та обладнання

розглядається як перспективна пропозиція їх впровадження та реалізації в мартенівському виробництві вітчизняного металургійного комплексу.

Особистий внесок дослідника. Кваліфікаційна робота магістра є самостійною роботою автора, в якій узагальнені результати теоретичних і експериментальних досліджень, отриманих в ході виконання науково-дослідних робіт. Аналіз літературних даних, моделювання технології спалювання в мартенівському сталеплавильному виробництві, теоретичні аспекти фізико-хімічних процесів цієї технології і узагальнення їх результатів.

Апробація результатів роботи. Основні положення і результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на: XXV науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ІННІ ЗНУ. Металургія як основа сучасної промисловості. Том I (23-26 листопада 2020 р., м. Запоріжжя); доповіли на науковому семінарі кафедри металургії Інженерного науково-навчального інституту Запорізького національного університету (2020 р., м. Запоріжжя).

Публікації. Основні результати роботи викладені в тезах XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ІННІ ЗНУ.

Структура та обсяг магістерської роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 36 найменувань, викладена на 75 сторінках машинописного тексту, включаючи 9 рисунків, 19 таблиць та 15 листів ілюстрованого матеріалу презентації.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія роботи мартенівської печі

Мартенівський цех ПАТ «Запоріжсталь» у складі 9 мартенівських печей ємністю 250-500 тонн із загальною продуктивністю потужністю 3,3 мін тонн злитків в рік.

Основний принцип дії - вдування розпеченої суміші горючого газу і повітря в піч з низькою склепінчастою стелею, що відображає жар вниз, на розплав. Нагрівання повітря відбувається за допомогою продування його через попередньо нагрітий регенератор (спеціальна камера, в якій вогнетривкою цеглою викладені канали). Нагрівання регенератора до потрібної температури здійснюється очищеними гарячими пічними газами. Відбувається поперемінний процес: спочатку нагрів регенератора продувкою пічних газів, потім продування холодного повітря. Мартенівський спосіб також залежить від складу шихти, використовуваної при плавці. Розрізняють такі різновиди мартенівського способу виплавки сталі:

- скрап-процес, при якому шихта складається з сталевого брухту (скрапу) і 25-45% чушкового передільного чавуну; процес застосовують на заводах, де немає доменних печей, але розташованих в промислових центрах, де багато металобрухту;

- скрап-рудний процес, при якому шихта складається з рідкого чавуну (55-75%), скрапу і залізної руди; процес застосовують на металургійних заводах, що мають доменні печі.

Періоди процесу отримання сталі в мартенівській печі тривають від п'яти до восьми годин (при швидкісному сталеваріння - до 4,5-5,5 години) і складаються з етапів:

1. **Плавлення.** Плавлення починається ще до закінчення завантаження печі. Плавлення намагаються проводити при максимальній температурі, щоб перешкоджати розчиненню в металі газів і не допустити зайвого окислення. У

цей період інтенсивно окислюються кремній, марганець, залізо, фосфор, утворюється велика кількість закису заліза.

2. Окислення. Відбувається окислення вуглецю за рахунок раніше утвореного. Утворений чадний газ призводить розплав в стан кипіння. Протягом 2-3 годин частка вуглецю в розплаві зменшується і стає нижче 2%.

3. Розкислення. Якщо до закінчення плавки в сталі розчинена велика кількість кисню, це надає сталі крихкість в гарячому стані - красноломкість. Для видалення кисню сталь раскисляють ферросилицием, ферромарганцем або алюмінієм. Іноді для перевірки розпечений шматок сталі піддають куванню - при поганому розкисленні утворюються тріщини. При необхідності, після розкислення вводять легуючі елементи: ферротитан, феррохром, висококремнистий феросиліцій, чистий нікель і інші. Після закінчення плавки сталь випускають в ківш. Для прискорення процесу і підвищення продуктивності на 15-25% використовують кисень. Його вводять при плавці двома способами:

- збагачуючи факел полум'я в період завалювання і розплавлення шихтових матеріалів;

- продуваючи через рідку ванну в період вигорання вуглецю. С 1999 року в мартенівському виробництві почалося використання безкисневого дуття малої інтенсивності. Запропонована технологія «прихованої» донної продувки ґрунтувалася на подачі нейтрального газу через дуттьові елементи, встановлені в кладці подини, і застосуванні для її набивання спеціальних вогнетривких порошків. За 6 років на цю технологію було переведено 32 мартенівські печі різної ємності - від 110 до 400 т, з них 26 - працюють скрап-процесом. Залежно від ємності печі в подине встановлювалися 3-5 дуттьових елемента з витратою 30-100 л / хв. на елемент. Ця технологія дозволила:

- істотно знизити гарячі і холодні простої, в тому числі на ремонт пода;
- на 10-20% скоротити тривалість плавки;
- на 12-18% збільшити продуктивність печей і виробництво сталі в цеху;

- знизити витрати умовного палива, заправних матеріалів і пічних вогнетривів;
- в 1,3-2 рази збільшилася стійкість склепіння і тривалість кампанії в міжремонтний період.

Робочий простір з торців закінчується головками (рис 1.1). Правильний вибір конструкції головок має велике значення для хорошої роботи печей. Через головки в піч подають повітря і паливо. Від того, з якою швидкістю вводять в робочий простір повітря і паливо і наскільки добре струменя палива і повітря перемішуються, залежать форма і ряд інших характеристик факела, а від факела залежить і вся робота печі. Головки повинні забезпечити: 1. Гарну настільність факела по всій довжині ванни (щоб максимум тепла передати ванні і мінімум - склепінню і стінам); 2. Мінімальний опір при відведенні продуктів згорання з робочого простору; 3. Гарне перемішування палива та повітря для повного спалювання палива в робочому просторі печі. Щоб задовольнити першому і третьому вимогам, перетин вихідних отворів має бути малим (щоб швидкості введення повітря і палива були максимальними); для задоволення другої вимоги перетин, навпаки, повинно бути максимальним. Ця двояка роль головок (з одного боку, служити для введення в піч повітря і палива, а з іншого - відводити продукти згорання) ставить дуже непросте завдання перед конструкторами при проектуванні печей.

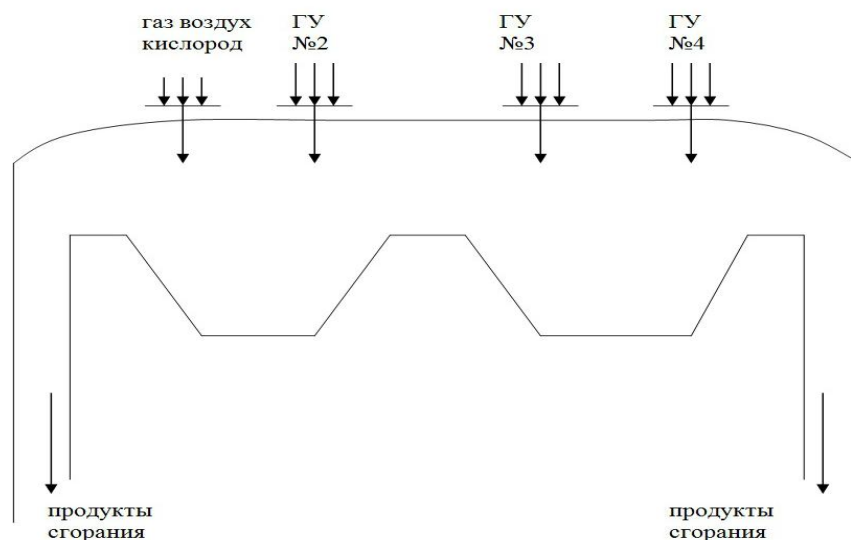


Рисунок 1.1 – Двохванна мартенівська піч ДСА – 1

1.2 Технологія сушки ковшів

Розігрівання сталерозливних ковшів здійснюється з метою зниження теплових втрат рідкого металу та запобігання руйнування робочої футеровки ковша, що пов'язано з різким перепадом температур у початковий період випущення розплаву. Установа сушіння та високотемпературного розігрівання сталерозливних ковшів призначена для висушування вогнетривкої кладки і підготовки ковша до наливання сталі. Температурні режими, а також тривалість розігрівання вогнетривкої кладки ковша залежить від зовнішніх умов і конструкції установок. Розігрівання робочого шару сталерозливних ковшів ведеться подаванням у робочий простір ковша продуктів горіння природного газу.

Для обґрунтованого вибирання режимів сушіння та високотемпературного нагрівання ковшів необхідно уявляти собі динаміку температурного поля футеровки стінок і днища ковша. Оскільки існуючі технічні засоби не дозволяють оперативно контролювати температуру футеровки ковша, то для управління технологічним процесом її необхідно прогнозувати.

1.3 Технологія роботи міксера

Стационарний міксер призначений для тимчасового (7 - 9 годин) зберігання запасів рідкого чавуну, завдяки чому створюються незалежні від доменних печей умови для роботи мартенівських печей. У міксері виривнюється хімічний склад і температура чавуну, а також частково видаляються шкідливі домішки.

Для підтримки необхідної температури чавуну міксер обігрівають за допомогою пальників. Міксерне відділення з двома міксерами місткістю по 2500 т входить до складу мартенівського цеху. Два міксера з механізмами повороту і відкривання кришок заливних отворів і зливних носків. При цьому необхідно підтримувати температуру чавуну для якісного усереднення мас і запобігти падіння температури так як це понесе за собою в подальшому витрати для розігріву печі і періоду плавок.

1.4 Висновки

Так як ПП у мартенівському виробництві застаріли та необхідно підвищувати ефективність спалювання палива, знизити собівартість, підвищити якість сталі, необхідно застосувати струменнево-нішеву технологію спалювання палива в усіх напрямках виробництва мартенівського цеху. Сформульовані основні вимоги, яким повинна відповідати технологія спалювання, конструктивно реалізована в СНП:

1. Легкий і надійний розпал при мінімально можливому витраті газу (для безпечного запуску ППі забезпечення плавного розігріву або просушування);
2. Стійке горіння в широкому діапазоні швидкостей пального і окислювача (для запобігання зриву факела при різких коливаннях тиску газу та повітря);
3. Необхідний діапазон регулювання потужності (K_p) та коефіцієнта надлишку повітря (a) (для забезпечення оптимальних режимів сушіння футеровки і теплового стану елементів ОО; необхідної якості продуктів згорання та їх температурного рівня; забезпечення регулювання потужності ОО без відключення частини ПП);
4. Максимально можлива повнота згорання палива ($h_{сг}$) в топковому об'ємі;
5. Допустимий рівень емісії токсичних речовин (NO_x ; CO ; SO_2 і т. д.)
6. Можливість регулювання довжиною і світимістю факела, а також його аеродинамічною і концентраційною структурою (для забезпечення необхідної інтенсивності та рівномірності розподілу теплових потоків; утворення окисної або відновлювального середовища в продуктах згорання);
7. Мінімумально можливий опір по трактах пального і окислювача (для забезпечення можливості роботи при низьких тисках газу і повітря, зниження витрати електроенергії на привід тягодуттєвих машин);
8. Надійність і простота регулювання режимів роботи (для спрощення автоматизації і забезпечення безпеки);
9. Низький рівень шуму;
10. Сталість показників робочих характеристик у процесі експлуатації;

2 ВИКОРИСТАННЯ СНТ У МАРТЕНІВСЬКОМУ ЦЕХУ ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

2.1 Застосування СНП у мартенівській печі

У металургійній галузі на Україні склалася така ситуація, що найбільш швидкий і ефективний шлях отримання економічного ефекту є модернізація. Це пов'язано з тим, що основне устаткування, як і цикл виробництва, металургійних комбінатів на даний момент застаріло, а впровадження нових технологій практично неможливе.

Розглянувши роботу мартенівських печей був зроблений висновок, про необхідність впровадження новітніх технологій СНТ в процес мартенівської плавки. Для опалювання робочого простору мартенівських печей використовуються торцеві газові пальники з кисневою конверсією (одна з лівого боку ванни, одна з правою) з витратою природного газу в період завалення і прогрівання $5300 \text{ м}^3/\text{г}$, витратою кисню на факел $2500 \text{ м}^3/\text{г}$, витратою регенеративного повітря $50000 \text{ м}^3/\text{г}$. У зв'язку з циклічністю періодів роботи регенераторів мартенівської печі, подача газу на пальники проводиться по черзі з інтервалом перекидання клапанів 8 хв. Ця особливість опалювання печі приводить до нерівномірного прогрівання робочого простору печі. При цьому слід зазначити, що навіть за наявності надлишку повітря, що подається на горіння, не завжди забезпечується ефективне спалювання палива, що приводить до додаткової витрати природного газу для підтримки стабільної роботи печі.

Для зменшення вищевикладених недоліків роботи мартенівської печі запропоновано додатково обладнати мартенівські печі струменево-нішевіми пальниками СНГ-3ЗВС (рис. 1.1), які встановлені в головному зведенні печі (по три пальники на ванну). Витрата природного газу на кожен пальник складає $100\text{-}500 \text{ м}^3/\text{г}$. Пальники обладнані індивідуальними вентиляторами продуктивністю $4400 \text{ м}^3/\text{г}$, які встановлені на головному склепінні печі і подають по повітряпроводам повітря на горіння. Струменево-нішеві пальники

СНГ-ЗЗВС мають особливу конструкцію з реалізованим в ній новим способом спалювання палива. Струменево-нішева технологія спалювання палива з керованою структурою перебігу гарячого окислювача заснована на рівномірній роздачі газу в потоці повітря без залучення закручування потоку і утворенні стійкої вихрової структури, що забезпечує сумішеутворення і стабілізацію горіння з самоохолодженням пального модуля. СНД привертає своєю економічністю. У пальнику реалізовані помірні швидкості повітря і максимально можлива рівномірність розподілу пального в окислювачі. Це дозволяє в широкому діапазоні навантажень працювати з мінімальним коефіцієнтом надлишку повітря при повному спалюванні палива, що є неможливим при використанні будь-якого іншого пального пристрою. Ця технологія відповідає європейським екологічним нормам.

СНГ-ЗЗВС працює таким чином: газ через газоподаючу трубу поступає в газові камери, з яких потрапляє у внутрішню порожнину пілонов-стабілізаторів і по газонаправляючих каналах подається до газових отворів, з яких газ струменями по всьому фронту пальника подається в зони між пілонами перпендикулярно до потоку повітря вентилятора, що направляється через повітряпровід. Струмені газу змішуються з повітрям вентилятора в камері змішення, утворюючи газо-повітряну суміш, яка, рухаючись по площині соплової планки пілона, утворює за торцем пілона короткофакельне полум'я по всьому фронту пальника усередині агрегату (печі).

З грудня 2007г. проводилися спостереження за роботою струменево-нішевих пального пристроїв на мартенівських печах, з дослідженням теплотехнічних параметрів: температури насадок, розрідження і температури в свині печі, тиску під зведенням печі. Результати досліджень теплотехнічних параметрів роботи печей при роботі на досвідчених кампаніях з пального СНГ-ЗЗВС і на попередніх кампаніях при роботі без пального СНГ-ЗЗВС приведені в таблиці 2.1. З аналізу даних таблиці видно, що теплотехнічні параметри роботи печей на дослідних кампаніях при роботі з пального СНГ-

ЗЗВС змінилися, порівняно з попередніми кампаніями при роботі печей тільки на торцевих пальниках:

- тиск під зведенням печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-ЗЗВС збільшився, і в середньому склало 5,4 мм в.ст., проти 3,8 мм в.ст. на попередніх кампаніях при роботі на кампаніях тільки з торцевими пальниками;
- розрідження в свині печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-ЗЗВС зменшилося, і в середньому склало 42-46 мм в.ст., проти 45-49 мм в.ст. на попередніх кампаніях при роботі на кампаніях тільки з торцевими пальниками;
- температура в свині печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-ЗЗВС зменшилася, і в середньому склала 680 °С, проти 717 °С на попередніх кампаніях при роботі на кампаніях тільки з торцевими пальниками;
- температура насадок регенераторів мартенівських печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-ЗЗВС зменшилася, і в середньому склала 963-970 °С, проти 1015-1019 °С на попередніх кампаніях при роботі на кампаніях тільки з торцевими пальниками, що пов'язане із зменшенням об'єму димових газів
- кількість порушень кисневого режиму мартенівських печей (перевищення встановлених по ТІ витрат кисню) на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-ЗЗВС збільшилася, і склало в сумі по печах 207 випадків, проти 154 випадків на попередніх кампаніях при роботі на кампаніях тільки з торцевими пальниками, що пов'язане із збільшенням витрати чавуну при збереженні тривалості плавки (для прискорення процесу зневуглицювання сталі).

При випробуваннях ПП СНГ-ЗЗВС проводилися інструментальні виміри продуктів згорання газоаналізатором фірми «Dreger». Результати вимірів продуктів згорання при роботі мартенівських печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-ЗЗВС приведені в таблиці 2.2.

З аналізу даних таблиці видно:

- вміст кисню (Ог) в продуктах згорання в місцях відбору проб (над насадкою регенератора) складає 10% (у робочому просторі печі вміст кисню складає 2-3%);

Таблиця 2.1 - Теплотехнічні параметри роботи мартенівських печей

№ печі	Робота печі без пальників СНГ-33ВС								Робота печі з пальниками СНГ-33ВС						
	Дата кампанії	Тиск в печі, мм в.ст.	Розрідження по сторонам, мм в.ст.		Температура туру в свині мм в.ст	Температура насадок °С		К-ть порушень 02 режими	Дата кампанії	Тиск у печі, мм в.ст.	Розрідження по сторонам мм в.ст.		Температура в свині, мм в.ст	Температура насадок °С	
			ліва	права		ліва	права				ліва	права		ліва	права
МП №2	05.07.05 - 05.11.05	3.6	54	58	705	1071	1047	46	17.03.06-15.07.06	5.1	51	55	669	1030	1081
МП №5	24.10.05-06.12.05	3.7	51	56	770	1005	963	5	22.03.06 - 18.05.06	5.4	43	48	715	963	885

МП №6	18.11.05- 03.03.06	3.4	53	60	656	949	977	0	12.02.06- 03.06.06	5.4	48	53	651	867	894
МП№7	19.10.05- 18.02.06	3.9	39	42	748	1026	1003	72	26.02.06 - 25.06.06	4	34	36	668	988	977
МП№8	01.08.05- 27.11.05	3.7	49	54	742	1007	1030	4	30.03.06 - 22.07.06	6.3	45	51	698	964	963
МП№10	21.07.05- 24.10.05	3.9	37	39	717	1045	1037	1	11.03.06- 02.07.06	5.6	37	40	715	1002	952
МП№11	29.08.05- 18.12.05	4	31	35	674	1021	1016	15	01.04.06- 18.05.06	4.8	30	35	686	1001	1014
МП№12	18.09.05- 13.01.06	3.8	47	49	720	1025	1050	11	30.01.06- 18.05.06	6.8	46	50	639	942	940
Разом по печам	-	3.8	45	49	717	1019	1015	154	-	5.4	42	46	680	970	963

- вміст двооксида вуглецю (CO₂) в продуктах згорання в місцях відбору проб (над насадкою регенератора) складає в середньому 6%, що говорить про наявність підсосів повітря по димовому тракту печі (у робочому просторі печі вміст CO складає 11%);
- вміст оксиду вуглецю (CO) в продуктах згорання в місцях відбору проб не виявлено, що говорить про повне згорання палива в робочому просторі печі.

Порівняльний аналіз роботи мартенівських печей при роботі на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-33ВС і на попередніх кампаніях при роботі без пальників СНГ-33С приведені в таблиці 2.3. З аналізу даних таблиці видно, що:

- стійкість зведення 500-тонних мартенівських печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-33ВС збільшилася, і 283 плавки, проти 275 плавок, а на 250-тонній мартенівській печі зменшилася з 580 до 447;
- вага плавки 500-тонних мартенівських печей змінилася трохи, і в середньому склав 476 (239,6) т, проти 477 (241) т, що пов'язане з коливаннями витрати чавуну від 735 до 771,8 кг/т (норма витрати коливалася від 723,9 до 773 кг/т) і витрати металобрухту від 360 до 387,9 кг/т (норма витрати коливалася від 359,5 до 408,3 кг/т) в 2008 році;
- тривалість плавки 500-тонних мартенівських печей не змінилася, і в середньому склала 8,9 ч, а на 250-тонній мартенівській печі збільшилася з 4,4 ч до 4,59 ч, що пов'язане із збільшенням організаційних затримок і простоїв роботи печі з 286 ч до 408 ч;
- витрата чавуну збільшилася, і в середньому склав 729 (822) кг/т, проти 698 (814) кг/т при роботі на попередніх кампаніях тільки з торцевими пальниками, що пов'язане з тим, що склався на комбінаті в 2006 році забезпеченням металобрухтом і, відповідно, балансом лому і чавуну. При цьому шихтовка плавок і співвідношення лом-чавун встановлюється окремо по типах печей.
- витрата умовного палива 500-тонних мартенівських печей знизилася, і в середньому склав 76,5 (63,6) кг у.т./т, проти 88,8 (72,5) кг у.т./т або на 13,9 %

(12,28 %) при роботі на попередніх кампаніях тільки з торцевими пальниками;

Таблиця 2.2 - Результати вимірів продуктів згорання мартенівських печей при роботі з пальниками СНГ-3ЗВС.

№ печі	Загальна витрата газу, м ³ /ч	Витрата регенеративного повітря, м ³ /ч	Загальна витрата кисню, м ³ /ч	Склад продуктів згорання %		
				O ₂	C	CO ₂
Мп№2	3500	20000	2500	10	0	6.2
Мп№5	3500	20000	2500	10.8	0	5.5
Мп№6	3500	20000	2500	10.6	0	5.8
Мп№7	3500	20000	2500	9.9	0	6.4
Мп№8	3500	20000	2500	10.6	0	5.8
Мп№10	3500	20000	2500	10.2	0	6.3
Мп№11	3000	25000	2500	6.1	0	8.3
Мп№12	3500	20000	2500	9.8	0	6.5

Примітка: виміри проводилися над насадками регенераторів мартенівських печей в період прогрівання з використанням водоохладжуваної фурми

- витрата кисню 500-тонних мартенівських печей на дослідних кампаніях з пальниками СНГ-3ЗВС зменшилася, і в середньому склав 56,4 м³/т, проти 58,3 м³/т, а на 250-тонній мартенівській печі збільшився з 63,1 до 69,2 м³/т, що пов'язане із збільшенням тривалості плавки.

Оцінка впливу витрати чавуну на витрату умовного палива.

У зв'язку з тим, що рідкий чавун заливається в мартенівські печі з температурою 1300°С, він вносить додаткову кількість теплоти, що скорочує витрату умовного палива на виплавку стали. Вплив витрати чавуну на питому витрату умовного палива можна визначити розрахунковим шляхом.

Таблиця 2.3.- Аналіз роботи мартенівських печей

Номер кампанії	Дата	К-ть плавок	Середня вага плавки, т	Ср.продолжителность плавки, година	Виробни цтво, т	Витрата	Среднечасовий витрата газу, м /ч						Витрата умовного палива на технологію, кг у.т/т	Тривалість продування O ₂ , година	Витрата кисню		
							заправка	завалення	прогрівши	залівка	плавлення	доведення			На факел, м /час	На ванну, м /час	Разом на технологію
МП №2																	
126 (без СНД)	05.07.08-05.11.08	308	478.0	9.34	147205	673	4015	4803	4716	2813	2704	2946	96.0	4.2	2681	3580	56.2
128 (з СНД)	17.03.08-15.07.08	310	481.3	9.02	146330	727	3249	3445	3445	2488	2426	2681	83.5	4.2	2458	3725	52.8
МП №5																	
66 (без СНД)	04.09.08-06.12.08	241	480.0	8.99	115554	701	3942	4556	4534	2624	2734	3195	92.6	4.01	2800	3944	55.5

67(з СНД)	17.12.07- 17.03.08	230	475.4	9.21	141319	727	3538	3705	3696	2708	2880	3219	83.4	4.4	2753	3940	60.1
МП №6																	
9 (без СНД)	18.11.07- 03.02.08	208	478.2	8.81	99459	703	4093	4425	4303	2618	2374	3117	87.7	4.7	2922	4024	61.8
10 (з СНД)	12.02.08- 06.06.08	297	472.2	8.97	140231	737	3643	3588	3603	2731	2881	3151	79.9	4.4	2543	4002	56.7
МП №7																	
30 (без СНД)	20.10.07- 18.02.08	323	478.3	8.55	154490	700	3638	4459	4292	2063	1819	2828	78.7	4.2	2920	4286	59.5
31 (з СНД)	26.02.07- 25.06.08	306	475.9	8.40	148471	719	3246	3444	3366	2208	1892	2442	64.0	3.8	2548	4418	53.8
МП №8																	
69 (без СНД)	01.08.08- 27.11.08	308	477.2	8.76	146982	702	4056	4894	4685	2811	2271	2469	86.3	4.3	2898	3984	58.7

70 (з СНД)	06.12.07- 23.03.08	280	476.4	8.89	133384	721	3535	3711	3722	2867	2282	2602	74.7	4.3	2686	4122	59.0
МП №10																	
85 (без СНД)	21.07.08- 24.10.08	234	474.9	9.04	111119	683	4048	4947	4769	2817	2662	2917	93.4	4.7	2750	3879	58.8
87 (з СНД)	11.03.08- 02.07.08	277	475.6	8.67	133469	729	3255	3475	3483	2751	2454	2687	70.9	4.2	2514	4127	54.8
МП №11																	
34 (без СНД)	29.08.08- 18.12.08	580	241.0	4.40	139743	814	4215	4514	4547	3028	1331	2440	72.5	2.6	2397	4719	63.1
35 (з СНД)	26.12.07- 28.03.08	447	239.6	4.59	105293	822	3164	3129	3188	2534	1971	2575	63.6	2.4	2621	4899	69.2
МП №12																	
45 (без СНД)	18.09.07- 13.01.08	302	475.6	8.83	143718	725	4015	4547	4503	2884	2595	2972	86.9	4.4	2816	3898	57.6

46 (з СНД)	30.01.08- 29.05.08	313	476.1	8.90	149264	742	3521	3608	3662	2803	2731	2962	79.0	4.3	2623	4003	57.7
Разом больш	по 1м печам (без СНД)	275	477	8.9	918527	698	3972	4662	4543	2661	2451	2921	88.8	4.4	2827	3942	58.3
Разом больн	по 1им печам (з СНД)	283	476	8.9	978046	729	3428	3570	3570	2652	2506	2821	76.5	4.2	2589	4048	56.4

Таблиця 2.4 – Склад сталі

Метал	Маса, кг	Зміст					
		вуглець		кремній		марганець	
		%	кг	%	кг	%	кг
Чавун	350000	4.1	14350	0.77	2695	0.33	1155
Скрап	190000	0.8	1520	0.28	532	0.12	228
Разом в шихті	540000	-	15870	-	3227	-	1383
Метал по розплавленій	475000	0.08	380	0.01	47.5	0.37	1757.5
Окислювалося	-	-	15490	-	3179.5	-	-374.5

Розрахунок економії умовного палива при збільшенні витрати чавуну

1 Витрата лому на плавку, $G_{\text{лом}}=190\text{т}$

2 Витрата чавуну на плавку, $G_{\text{чуг}}=350\text{т}$

3 Середня вага плавки, $G_{\text{ст}}=475\text{т}$

4 Теплоємність чавуну, $C_{\text{ч}}=0,178 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$

5 Температура рідкого чавуну, що подається в пекти $t_{\text{жч}}=1300^{\circ}\text{C}$

6 Фізичне тепло, що вноситься чавуном, ккал

$$Q_{\text{ч}} = G_{\text{ч}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{ч}} = 350 \cdot 10^3 \cdot 0,178 \cdot 1300 = 80,99 \cdot 10^6$$

7 Хімічний склад елементів металлошихты

8 Тепло екзотермічних реакцій, ккал

- вуглець $Q_{\text{с}} = 15490 \cdot 8137,4 = 126,048 \cdot 10^6$

- кремній $Q_{\text{Si}} = 3179,5 \cdot 7423 = 15,84 \cdot 10^6$

9 Сумарне тепло, що вноситься чавуном, ккал

$$Q = Q_{\text{ч}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{Si}} = (80,99 + 126,048 + 15,84) \cdot 10^6 = 222,878 \cdot 10^6$$

10. Нижча теплота згорання умовного палива, $Q_{\text{рн}}= 7000 \text{ ккал}/\text{кг}$

Економія умовного палива від тепла чавуну, що вноситься, $\text{кг у.т}/\text{кг чугуна}$

$$\Delta \hat{A}_{\dot{z}} = \frac{Q}{G_{\dot{z}} \cdot Q_i^{\delta}} = \frac{222,878 \cdot 10^6}{350000 \cdot 7000} = 0,1$$

З умов вартості 64,96 грн.

11. Економія умовного палива на 500-тонних мартенівських печах, кг/т

$$ДВ = B_{\dot{z}} \cdot D_{g_{\dot{z}}} = 0,1 \cdot (729 - 698) = 3,1$$

З умов вартості 2114,2 грн.

13 Економія умовного палива на 250-тонній мартенівській печі, кг/т

$$ДВ = B_{\dot{z}} \cdot D_{G_{\dot{z}}} = 0,1 \cdot (822 - 814) = 0,8$$

З умов вартості 545,6 грн.

Таким чином, за умови рівності питомих витрат чавуну, зменшення витрати умовного палива на досвідчених кампаніях з пальниками СНГ-3ЗВС порівняно з попередніми кампаніями без пальників СНГ-3ЗВС складе:

- на 500-тонних мартенівських печах

$$Y' = Y + \Delta B = 76,5 + 3,1 = 79,6 \text{ кг/т проти } 88,8 \text{ кг/т або на } 10,4 \%$$

- на 250-тонній мартенівській печі №11

$$Y' = Y + \Delta B = 63,6 + 0,8 = 64,4 \text{ кг / т проти } 72,5 \text{ кг/т або на } 11,2 \%$$

Оцінка впливу витрати регенеративного повітря на витрати умовного палива.

Слід зазначити, що застосування пальників СНГ-3ЗВС дозволило понизити витрату регенеративного повітря, що подається на торцеві пальники. Відповідно до «Програми робіт по проведенню випробувань мартенівської печі №6 при роботі на теплових режимах з різною витратою регенеративного повітря» проведена робота з метою визначення технічної можливості і теплової ефективності роботи мартенівських печей при різній витраті регенеративного повітря на торцеві пальники і забезпечення повного згорання природного газу з мінімальним коефіцієнтом надлишку повітря для досягнення заданих техніко-економічних показників роботи мартенівських печей.

Згідно програмі робіт з 07.03.2006г. по 06.06.2006г. проведені випробування 500-тонної мартенівської печі №6 при роботі на теплових

режимах із зменшеною витратою регенеративного повітря, проти тих, що існували:

- при роботі на торцевих пальниках (без пальників СНГ-33ВС) 50000 м³/ч;
- при роботі на пальниках СНГ-33ВС 30000 м³/ч.

При випробуваннях проводилися інструментальні виміри продуктів згорання газоаналізатором фірми «Dreger» для визначення якості згорання палива, коефіцієнта надлишку повітря, по значеннях яких підбиралася оптимальна витрата регенеративного повітря. Результати вимірів приведені в таблиці 2.5.

З аналізу даних таблиці видно, що в періоди прогрівання і плавлення, при однакових витратах регенеративного повітря, вміст кисню (O₂) і двооксида вуглецю (CO₂) в продуктах згорання істотно відрізняється. Зміст монооксида вуглецю (З) не виявлений.

В період прогрівання, відсутність регенеративного повітря не приводить до зменшення змісту кисню в газах, що йдуть, відбувається повне згорання палива. Проте недолік регенеративного повітря на горіння компенсується збільшенням підсосів холодного повітря в пекти, що знижує температуру в робочому просторі печі і збільшує тривалість плавки. Дане явище пов'язане з роботою газоочистки, оскільки при закритті повітря спочатку відбувається зменшення об'ємів продуктів згорання, збільшується розрядка в печі, що приводить до підсосів холодного повітря.

Таблиця 2.5 - Аналіз продуктів згорання при різних витратах регенеративного повітря

Період плавки	прогрівання			плавлення		
	30000	20000	0	30000	20000	0
Витрата повітря, м ³ /ч	30000	20000	0	30000	20000	0

Витрата природного газу, м ³ /Г	Загальний	3500			2500		
	Карбюрація	1500			650		
	СНД	1300			900		
Витрата кисню м ³ /Г	Загальний	2500			5000		
	Факел	2500			0		
Склад що йдуть газів,%	O ₂	10,2	10,6	10,5	5,9	5,3	4,4
	CO	0	0	0	0	0	0
	CO ₂	6	5,8	5,8	8,4	8,7	9,2
	α	1,94	2,02	2	1,39	1,33	1,27

Примітка: відбір проб димових газів проводився над насадкою регенератора з використанням водоохолоджуваної фурми.

В період плавлення, відсутність регенеративного повітря приводить до зменшення змісту кисню в газах, що йдуть. Це пов'язано з тим, що при інтенсивному продуванні ванни киснем значно збільшується об'єм продуктів згорання, тиск в печі зростає, що виключає підсоси холодного повітря в пекти. Проте повне відключення повітря може привести до перегріву насадок.

Таким чином, існує оптимальна витрата регенеративного повітря 20000 м³/ч, при якому в період прогрівання виключається підсоси холодного повітря в пекти, а надлишок повітря мінімальний.

На підставі результатів вимірів димових газів було ухвалено рішення про складання тимчасової режимної карти роботи мартенівських печей з витратою регенеративного повітря 20000 м³/ч (див. Додаток 1), витрата газу по періодах плавки, а так само перетин каналів насадки (220*220мм) залишилися без змін.

Для оцінки впливу витрати регенеративного повітря на витрату умовного палива проведений розрахунок економії умовного палива при скороченні витрати регенеративного повітря в холодні періоди плавки.

2.2 Застосування СНП на стенді сушки ковшів

Існуючі на сьогоднішній день технології сушіння і випалу вогнетривів ковша (рис. 2.1, 2.2) володіють рядом істотних недоліків (нерівномірність температурного поля сушильного агента, високі температурні градієнти, недотримання температурного графіка тощо). Основною причиною перерахованих недоліків, які призводять до значних витрат палива і відображаються на техніко-економічних показниках всього виробництва, знижуючи його рентабельність і не забезпечуючи належний рівень екологічної безпеки і надійності є низький рівень технології спалювання палива реалізованої в існуючих пальникових пристроях, недостатній рівень автоматизації топкового і технологічного процесів.

Крім того, існуючий графік розігріву ковша й сушіння його футеровки допомогою наявного газопальникового пристрою не відповідає сучасним вимогам організації теплоенергетичного процесу з точки зору енергозбереження у зв'язку зі значними втратами тепла пов'язаних з неповним



Рисунок 2.1 - Пальникові пристрої СНП на вертикальному посаді сушіння сталерозливних ковшів ПАТ «Запоріжсталь»;



Рисунок 2.2 - Пальникові пристрої СНП на горизонтальному посаді розігріву сталерозливних ковшів ПАТ «ЄМЗ».

спалювання газового палива, на даремний перегрів футеровки, екологічним забрудненням виробничого приміщення викидами оксидів вуглецю та азоту. Застосування технології реалізованої в СНГУ дозволило досягти:

- відсутності вібраційного горіння;
- високого рівня рівномірності поля температур сушильного агента (продуктів згорання) оС на поверхні футеровки;
- відсутність контакту фронту полум'я з футеровкою;
- дотримання температурного графіка сушіння;
- скорочення в кілька разів витрати повітря, що бере участь в процесі горіння;
- забезпечення оптимального режиму розігріву, сушіння і випалу футеровки ковша, що дозволило істотно збільшити міжремонтний період (1,5-2 рази);

Модернізація сушил позволяет:

- снизить удельный расход газа от 15% до 50%;
- снизить эмиссию вредных выбросов;
- повысить безопасность работы объекта;
- существенно увеличить межремонтный срок эксплуатации.



Рисунок 2.3 - Графік модернізації сушки

Крім того, екологічні показники існуючих установок в даний час з питань CO і Nox у кілька разів перевищує існуючі вимоги. Екологічні характеристики нових пальників з запасом відповідають всім вимогам ГДК та Гостів. Вони дозволяють забезпечити емісію З не більше 100 мг/м³, а NOx не більше 180 мг/м³, що в результаті дозволяє знизити валові викиди CO і Nox у кілька разів.

Також модернізація призведе до відсутності в районі сушіння ковшів відкритого полум'я і інтенсивних високотемпературних потоків (2.3).

Застосування такої технології також дозволило забезпечити графік сушіння ковша необхідним, заданим, температурним режимом з періодичним зміною подачі газу (див. рис. 2.4), що в свою чергу призведе до істотної економії палива. Розрахунки показують, що для випалу одного ковша з урахуванням прийнятих припущень необхідно 970-1000 м³ природного газу, що значно менше обсягу газу, що витрачається на випал одного сталеливарного ковша в даний час на заводі ПАТ «Запоріжсталь».

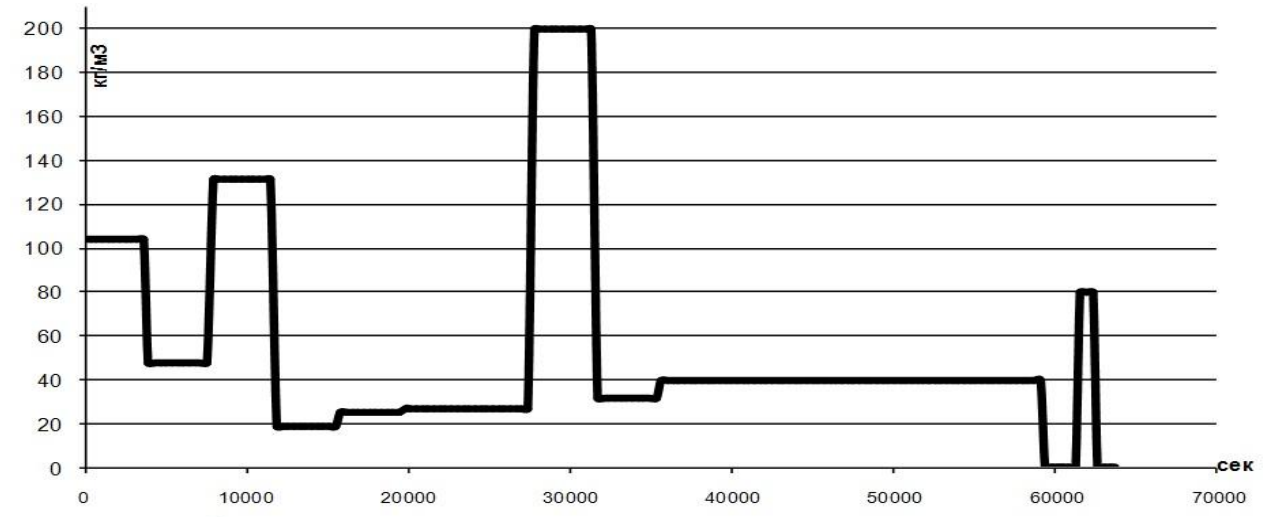


Рисунок 2.4 – Витратний режим газового пальника при фугерівки ковша сталеливарного

В результаті, наприклад, на ПАТ «Запоріжсталь» були запущені 6 нових стендів, обладнаних теплоізоляційними кришками спільно з уже знайомими нам пальниками СНД. Витрата природного газу на сушіння сталерозливних ковшів скоротилася з 420-450 до 100-150 кубометрів на годину. При цьому тривалість сушіння знизилася з 14-18 годин до 8-12 годин. Відповідно впровадження струминно-нішевих пальників на стенди сушіння сталевипускних жолобів мартенівських печей і двухванки дозволило знизити витрати природного газу на сушку з 160-250 до 10-15 кубометрів в годину при збереженні тривалості сушіння незмінною.

2.3 Застосування СНП у міксері

Установка паликових пристроїв на міксер дозволила виключити утворення настылей в обсязі міксера і «заростання» сталерозливального «носика» міксера (рис. 2.5, 2.6).



Рисунок 2.5 - Пальникові пристрої СНТ на міксері ПАТ «Запоріжсталь»



до установки горелок СНТ



после установки горелок СНТ

Рисунок 2.6 - Сталерозливний «носик» міксера до і після модернізації;

В результаті модернізації міксера на ПАТ «Запоріжсталь» були отримані наступні результати:

1. Встановлені пальникові пристрої працюють стійко в заданому діапазоні навантажень (витрат газу) при коефіцієнтах надлишки повітря близьких до одиниці.
2. В обсязі мікзера створюється рівномірне температурне поле заданої величини.
3. «Носик» мікзера має температуру, що виключає відкладення шлаку на поверхні футеровки.
4. Амбразури ПП також мають температуру, що виключає відкладення шлаку на поверхні футеровки.
5. Пальникові пристрої мають температуру, що не перевищує 500°C, внаслідок самоохолодження набігаючим потоком повітря і газом.
6. Відпрацьований технологічний процес і видані рекомендації представниками ПАТ «Запоріжсталь» і ТОВ «ЗПК «Спецгазпром» щодо ведення робочого процесу мікзера.
7. При заміні пальників на двох міксерах споживання газу на міксер скоротилася з 239 м³/год до 70-90 м³/год, при збереженні заданої температури чавуну і робочого простору агрегату.

2.4 Висновки

Як видно з наведеного вище матеріалу, встановлення пальникових пристроїв на печах різного призначення призводить до значного збільшення ефективності використання газоподібного палива і істотного зниження питомої витрати палива на одиницю продукції.

По сьогоднішній день авторами продовжується створення нових більш досконалих пальникових пристроїв. В результаті були створені пальникові пристрої СНД, СНП і, останні на сьогоднішній день в цьому ряду, пальникові пристрої ВРАД СНТ, що реалізують новий щабель розвитку струменево-нишової технології – технологію спалювання газу в газодинамічних «вихрових реакторах» Абдуліна-Дворщина, є know how розробників.

Технологія спалювання газоподібного палива в газодинамічних «вихрових реакторах» Абдуліна-Дворщина (ВРАД) заснована на керованому взаємодії стійких вихрових структур, що генеруються взаємодією системи струменів пального в супутньому потоці окислювача з циркуляційною зоною за поганообтікаємим тілом при необхідному температурному рівні у даних структурах з урахуванням теплотехнічних особливостей об'єкта.

У ВРАД використовується новий фізичний ефект, відкритий авторами, т. н. «ефект Абдуліна-Дворщина» (ЭАД), що полягає у виділенні енергії в особливих областях топкового об'єму вогнетехнічних об'єкта, завдяки комбінації спеціальних конструктивних особливостей пального пристрою, режимних факторів, забезпечення в цій галузі необхідного температурного рівня та адаптації робочого процесу пального пристрою до конструктивних і газодинамічних особливостей вогнетехнічних об'єкта.

ВРАД є логічним результатом досліджень і розвитку «вихрових» технологій в спалюванні палива (наприклад, струменево-нишової технології спалювання палива СНП) для вогнетехнічних об'єктів з різним рівнем температур робочого тіла, теплонапруженості топкового простору, полем швидкостей потоку, аеродинаміки об'єкта і т. д.

3 ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ЗАСТІСУВАННЯ СНП

Розрахунок економії умовного палива при скороченні витрати регенеративного повітря в холодні періоди плавки

Початкові дані:

- загальна витрата природного газу на пекти Вобщ = $3500\text{м}^3/\text{Г}$
- витрата природного газу на пальники СНД Вснг = $1300\text{м}^3/\text{Г}$
- витрата кисню на факел $G_{O_2} = 2500\text{м}^3 / \text{Г}$
- вміст кисню в технічному кисні $O_{2\text{тех}} = 95\%$

Витрата газу на торцеві пальники, $\text{м}^3/\text{Г}$

$$V_m = v_{\text{общ}} - v_{\text{снг}} = 3500 - 1300 = 2200$$

Вміст компонентів в природному газі %

Таблиця 3.1 - Вміст компонентів в природному газі %

CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	CO ₂	N ₂	H ₂ O
93,422	3,408	0,627	0,158	0,615	1,667	1,9

Теоретична витрата кисню для згорання палива, $\text{м}^3 / \text{м}^3$

$$V_{O_2}^m = 0,01(m + 0,25n) \sum C_m H_n = 0,01(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10}) =$$

$$= 0,01(2 \cdot 93,422 + 3,5 \cdot 3,408 + 5 \cdot 0,627 + 6,5 \cdot 0,158) = 2,029$$

Кількість палива, що згорає від подачі кисню на факел, $\text{м}^3 / \text{Г}$

$$\hat{A}_{i_2} = \frac{G_{O_2} \cdot \frac{\%O_2}{100\%}}{V_{O_2}^m} = \frac{2500 \cdot \frac{95}{100}}{2,029} = 1171$$

Об'єми окремих продуктів згорання, що становлять, $\text{м}^3 / \text{м}^3$

- двооксида вуглецю

$$V_{CO_2} = 0,01(CO_2 + m \sum C_m H_n) = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10}) =$$

$$= 0,01(1,9 + 2 \cdot 93,422 + 3 \cdot 3,408 + 4 \cdot 0,627 + 5 \cdot 0,158) = 1,033$$

- водяної пари

$$V_{H_2O} = 0,01(H_2O + 0,5n \sum C_m H_n) = 0,01(H_2O + 2CH_4 + 2C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10}) = \\ = 0,01(1,9 + 2 \cdot 93,422 + 3 \cdot 3,408 + 40,627 + 5 \cdot 0,158) = 2,022$$

- азоту $V_{N_2} = 0$

- кисню $V_{O_2} = 0$

Загальна кількість продуктів згорання при спалюванні палива в технічному кисні, m^3 / Γ

$$V^{O_2} = (V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}) B_{O_2} = (1,033 + 2,022 + 0 + 0) \cdot 1171 = 3578$$

Кількість палива, що згорає від регенеративного повітря, m^3 / Γ

$$B_B = B_m - B_{O_2} = 2200 - 1171 = 1029$$

Теоретична витрата повітря, необхідна для повного згорання природного газу, m^3 / Γ

$$V_b^m = (1 + k) V_{O_2}^m \cdot B_B = (1 + 3,76) \cdot 2,029 \cdot 1029 = 9929,85$$

Коефіцієнт надлишку повітря при витраті регенеративного повітря

$$V_B = 20000 m^3 / \Gamma$$

$$\alpha_1 = \frac{V_{\hat{a}}}{V_{\hat{a}}^{\delta}} = \frac{20000}{9929,85} = 2,01$$

Об'єми окремих продуктів згорання, що становлять, при

$$V_e = 20000 m^3 / \Gamma, m^3 / m^3$$

- двооксида вуглецю

$$V_{CO_2} = 0,01(\hat{N}_2 + m \sum C_m H_n) = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10}) = \\ = 0,01(0,615 + 93,422 + 2 \cdot 3,408 + 3 \cdot 0,627 + 4 \cdot 0,158) = 1,033$$

- водяної пари

$$V_{H_2O} = 0,01(H_2O + 0,5n \sum C_m H_n) = 0,01(H_2O + 2CH_4 + 2C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10}) = \\ = 0,01(1,9 + 2 \cdot 93,422 + 3 \cdot 3,408 + 4 \cdot 0,627 + 5 \cdot 0,158) = 2,022$$

- азоту

$$V_{N_2} = 0,01N_2 + \alpha_1 k V_{O_2}^m = 0,01 \cdot 1,667 + 2,01 \cdot 3,76 \cdot 2,029 = 15,35$$

- кисню

$$V_{O_2} = (\alpha_1 - 1)V_{O_2}^m = (2,01 - 1) \cdot 2,029 = 2,049$$

Загальна кількість продуктів згорання при спалюванні палива в регенеративному повітрі $V_e = 20000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$V^{\hat{a}} = (V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}) B_{\hat{a}} = (1,033 + 2,022 + 15,35 + 2,049) \cdot 1029 = 21047$$

Сумарний об'єм продуктів згорання при спалюванні всього палива в кисні і регенеративному повітрі $V_B = 20000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$V_{\hat{a}} = V_{O_2} + V^{\hat{a}} = 3578 + 21047 = 24625$$

Коефіцієнт надлишку повітря при витраті регенеративного повітря $V_B = 30000 \text{ м}^3/\text{ч}$

$$\alpha_2 = \frac{V_{\hat{a}}}{V_{\hat{a}}^m} = \frac{20000}{9929,85} = 3,01$$

Об'єми окремих продуктів згорання, що становлять, при $V_e = 30000 \text{ м}^3/\text{ч}$,

- двооксида вуглецю

$$V_{CO_2} = 0,01(CO_2 + m \sum C_m H_n) = 0,01(CO_2 + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10}) = \\ = 0,01(0,615 + 93,422 + 2 \cdot 3,408 + 3 \cdot 0,627 + 4 \cdot 0,158) = 1,033$$

водяної пари

$$V_{H_2O} = 0,01(H_2O + 0,5n \sum C_m H_n) = 0,01((H_2O + 2CH_4 + 2C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10})) = \\ = 0,01(1,9 + 2 \cdot 93,422 + 3 \cdot 3,408 + 4 \cdot 0,627 + 5 \cdot 0,158) = 2,022$$

- азоту

$$V_{N_2} = 0,01N_2 + \alpha_1 k V_{O_2}^m = 0,01 \cdot 1,667 + 3,02 \cdot 3,76 \cdot 2,029 = 23,05$$

- кисню

$$V_{O_2} = (\alpha_1 - 1) V_{O_2}^m = (3,02 - 1) \cdot 2,029 = 4,098$$

Загальна кількість продуктів згорання при спалюванні палива в регенеративному повітрі $V_e = 30000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$V^{\hat{a}} = (V_{CO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}) B_{\hat{a}} = (1,033 + 2,022 + 23,05 + 4,098) \cdot 1029 = 31079$$

Сумарний об'єм продуктів згорання при спалюванні всього палива в кисні і регенеративному повітрі $V_e = 30000 \text{ м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{ч}$

$$V_{\hat{a}2} = V_{O_2} + V^{\hat{a}} = 3578 + 31079 = 34657$$

Зниження втрат теплоти з газами, що йдуть, при зниженні витрати регенеративного повітря з $V_e = 30000 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $V_e = 20000 \text{ м}^3/\text{ч}$, ккал/ч

$$\Delta Q_{\text{од}} = (V_{\hat{a}2} - V_{\hat{a}1}) \bar{c}_{\text{од}} \cdot t_{\text{од}} = (34657 - 24625) \cdot 0,37 \cdot 1000 = 3711766$$

де C_{yx} - середня теплоємність газів, що йдуть, ккал/($\text{м}^3 \cdot \text{C}$)

t_{yx} - середня температура газів, що йдуть, в холодний період,

Економія умовного палива, кг у.т./т

$$\Delta \hat{A} = \frac{\Delta Q_{\delta \delta} \cdot \tau_{\delta i}}{\dot{i} \cdot Q_i^{\delta}} = \frac{3711766 \cdot 4,7}{476 \cdot 7000} = 5,2$$

де $Q_{хп}$ - тривалість холодних періодів плавки, ч

Π - середня вага плавки, т

$Q_{рн}$ - нижча теплота згорання умовного палива, ккал/кг

Що при тривалості плавки 8,5 години, в кошторисному виразі 30110,3 грн

Таким чином, за умови рівності витрат регенеративного повітря, зменшення витрати умовного палива на досвідчених кампаніях з пальниками СНГ-33ВС порівняно з попередніми кампаніями без пальників СНГ-33ВС на 500-тонних мартенівських печах складе:

$$U' = U + ДВ = 76,5 + 5,23 = 81,73 \text{ кг/т проти } 88,8 \text{ кг/т або на } 7,9 \%$$

Зменшення витрати умовного палива на досвідчених кампаніях з пальниками СНГ-33ВС порівняно з попередніми кампаніями без пальників СНГ-33ВС за умови рівності питомих витрат чавуну і регенеративного повітря складе:

- на 500-тонних мартенівських печах

$$U = U + ДВ + Двв = 76,5 + 3,1 + 5,23 = 84,8 \text{ кг/т проти } 88,8 \text{ кг/т або на } 4,5 \%$$

- на 250-тонній мартенівській печі №11

$$U' = B + ДВ = 63,6 + 0,8 = 64,4 \text{ кг/т проти } 72,5 \text{ кг/т або на } 11,2 \%$$

Аналіз технологічних параметрів виплавки сталі

Деякі параметри виплавки і розливання стали на досвідчених кампаніях (із застосуванням пальників типу СНД) і порівняльних кампаніях (без пальників типу СНД) приведені в таблиці 3.2, з якої виходить:

- кількість плавок з відхиленнями від необхідної температури металу перед випуском склала 18,44% на досвідчених кампаніях проти 24,41% на порівняльних, в т.ч. кількість недогрітих плавок склала 4,41 % проти 3,76%, кількість плавок з вмістом вуглецю в металі перед випуском 0,05% і менш (переокислених) склала 3,99 % проти 3,56 %. Кількість плавок з підвищеною окисленістю шлаку (зміст FEO більше 25,0%) склала 3.60 % проти 4.18 %).
- брак з 1-го переділу на досвідчених кампаніях склав 0,29%) проти 0,39% на порівняльних, відсортовування металу (у потоці) з вини мартенівського цеху в ЦГПТЛ склало 0,32 т/пл. проти 0,36 т/пл., у ЦХП-1 склала 4,44 т/пл. проти 5,61 т/пл., кількість скинутих слябів склало 0,92 шт/пл. проти 0,73 шт/пл.
- відсортовування гарячекатаного металу в 2-й сорт в період роботи мартенівських печей з пальниками СНГ-33ВС (березень - серпень 2007г) склало 0,38% проти 0,44% в 2008г. в т.ч. з вини мартенівського цеху 0,18 % проти 0,2% відповідно.
- відсортовування холоднокатаного металу в 2-й сорт в період роботи мартенівських печей з пальниками СНГ-33ВС (березень - серпень 2006г) склало 3,13% проти 4,08%) у 2005г., в т.ч. з вини мартенівського цеху 2,14% проти 2,65% відповідно.

Таблиця 3.2 - Тенденція споживання енергоресурсів, і ціни на нього

Роки	Витрата по цеху, тис. кг/т	Ціна за кг, грн
2001	85,6	197,61
2002	90,3	267,19
2003	82,5	267,77
2004	84,8	279,11
2005	80,9	308,09
2006	77,8	342,8
2007	65,7	471,7
2008	62,3	681,23

Приведені дані свідчать про зіставність технологічних параметрів і якості металу періодів роботи з пальниками СНГ-ЗЗВС і зіставних періодів.

А також дану модернізацію можливо упроваджувати у всіх циклах плавки стали: зниження витрати умовного палива (природного газу) після установки пальників СНД по основних агрегатах і ділянках мартенівського цеху (табл.3.3).

Таблиця 3.3 Економічні показники витрати умовного палива

Печі і ділянки	Витрата умовного палива		Економія умовного палива	
	Сент2005- авг 2006 р.	2008 р.	тонн	Млн.грн.
Виробництво по цеху		4446733 т		
Ср.цена 1 т усл.топлива		680.00 грн/т		
Печі, на технологію	72.0 кг/т	59.7 кг/т	54811	37.3
Міксер № 1	0.40 кг/т	0.10 кг/т	1334	0.9
Міксер 2	0.45 кг/т	0.09 кг/т	1601	1.1
Розливний проліт	3.30 кг/т	0.87 кг/т	10806	7.3
Інші собств. потреби	3.02 кг/т	1.57 кг/т	6448	4.4
Всього:	79.2 кг/т	62.3 кг/т	75000	51.0

Ці показники відображають сутність нововведення, при економії 30110 грн, на одну плавку, це реальний та потужний аргумент для цеху в загалі, а також для підприємства.

Параметри	МП-2		МП-5		МП-6		МП-7	
	Камп. без СНП	Камп. з СНП	Камп. без СНП	Камп. з СНП	Камп. без СНП	Камп. з СНП	Камп. без СНП	Камп. з СНП
	05.07.08- 05.11.08	17.03.08- 15.07.08	04.09.08- 06.12.08	17.12.08- 17.03.08	18.11.08- 03.02.08	12.02.08- 06.06.08	20.10.08- 18.02.08	26.02.08- 25.06.08
1. Кількість плавок	301	310	241	230	208	297	323	306
2. Частот, распред. пл., шт. (%)								
-поСв- <0,05	11 (3,7)	-	7 (2,9)	12(5,2)	8 (3,8)	7 (2,4)	5(1,5)	14 (4,6)
0,06 i >	290 (96,3)	310(100)	234(97,1)	218(94,8)	200 (96,2)	290 (97,6)	318(98,5)	292 (95,4)
- по ФЕОШ - 25 % i <	238(79,1)	261 (84,2)	241 (100)	230(100)	207 (99,5)	290 (97,6)	320(99,1)	295 (96,4)
> 25 %	63 (20,9)	49(15,8)	-	-	1 (0,5)	7 (2,4)	3 (0,9)	11 (3,6)

- по t на вып., гр. 3								
< 1625	-	3(1,0)	14 (5,8)	4(1,8)	2(1,0)	6 (2,0)	14(4,3)	7 (2,3)
1625-1635	198(65,8)	204 (65,8)	188(78,0)	179(77,8)	160(76,9)	217(73,1)	278(86,1)	263 (85,9)
> 1635	103(34,2)	103(33,2)	39(16,2)	47 (20,4)	46(22,1)	74 (24,9)	31 (9,6)	36(11,8)
- по кол-ву недогрітих пл. (козел 2,0 т, їв. св. > 2 шт.	15(2,5)	20 (3,2)	11 (2,3)	31 (6,7)	9 (2,2)	47 (7,9)	32 (5,0)	23 (3,8)
3. Відсортовування в ЦГПТЛ (у потоці), т	84,0	41,3	83,7	27,99	51,6	244,629	104,2	129,2
т/плавку	0.28	0,13	0,35	0,12	0,24	0,82	0,32	0,42
4. Відсортовування в ЦХП-1 (у потоці), т	1910.5	1332,5	1587,9	1137,7	1500,5	1280,8	1694,4	1288,9
т/плавку	6.35	4,30	6,59	4,95	7,21	4,31	5,25	4,21
5. Скидання слябів, шт.	230	265	197	249	187	310	263	265
шт/плавку	0.76	0,85	0,82	1,08	0,9	1,0	0,85	0,87

6. Кількість браку, т (%): - всього	997 (0,70)	460(0,31)	338,1 (0,59)	154(0,28)	283,7 (0,57)	345 (0,48)	239,3(0,31)	162 (0,22)
- в т.ч. внутрішньоцеховий	97 (0,07)	91 (0,06)	45 (0,08)	35 (0,06)	36 (0,07)	87(0,12)	60 (0,08)	73(0,10)
- на I переділі	900 (0,63)	369 (0,25)	293,1 (0,51)	119(0,22)	247,7 (0,50)	258 (0,36)	179,3(0,23)	89(0,12)

Таблиця 3.4 - Параметри виплавки і розливання плавок на мартенівських печах з пальниками СНД

Параметри	МП-8		МП-10		МП-11		МП-12	
	Камп. без СНД	Камп. з СНД	Камп. без СНД	Камп. з СНД	Камп. без СНД	Камп. з СНД	Камп. без СНД	Камп. з СНД
	01.08.08- 27.11.08	06.12.08- 23.03.08	21.07.08- 24.10.08	11.03.08- 02.07.08	29.08.08- 18.12.08	25.12.08- 28.03.08	18.09.08- 13.01.08	30.01.08- 29.05.08
1. Кількість плавок	308	280	234	277	580	447	302	313
2. Частот, распред. пл., шт. (%)								
-поСв- <0,05	11 (3,6)	9 (3,2)	5(2,1)	3(1,1)	54 (9,3)	56(12,5)	5(1,7)	9 (2,9)

0,06 i >	297 (96,4)	271 (96,8)	229 (97,9)	274 (98,9)	526 (90,7)	382 (87,5)	297 (98,3)	304(97,1)
- по ФЕОШ - 25 % i <	308(100)	279 (99,6)	218(93,2)	277(100)	555 (96,7)	425(95,1)	302(100)	308 (99,4)
> 25 %	-	1 (0,4)	16(6,8)	-	25 (4,3)	22 (4,9)	-	5(1,6)
- по t на вып., гр. 3								
<1625	43(14,0)	10(3,6)	4(1,7)	2 (0,7)	44 (7,6)	6(1,3)	8 (2,6)	9 (2,9)
1625-1635	212(68,8)	236 (84,3)	187(79,9)	258 (93,2)	361 (62,2)	376(84,1)	264 (87,4)	276 (88,2)
> 1635	53(17,2)	34(12,1)	43(18,4)	17(6,1)	175(30,2)	65(14,6)	30(10,0)	28 (8,9)
- по кол-ву недогрітих пл. (козел > 2,0 т, їв. св. > 2 шт.	17(2,8)	23(4,1)	18(3,8)	5 (0,9)	49 (8,4)	26 (5,8)	19(3,1)	18(2,9)
3. Відсортовування ЦГПТЛ (у потоці), т	93.5	93.31	167.5	77,5	89	47,6	153,4	102,5
т/плавку	0.3	0.33	0.72	0,28	0,15	0,11	0,51	0,33

4. Відсортовування в ЦХП-1 (у потоці), т	1288,9	1233,5	1005,8	1053,7	3445,6	2525,9	1526,4	1207,9
т/плавку	4.18	4.41	4,30	3,80	5,94	5,65	5,05	3,86
5. Скидання слябів, шт.	239	307	121	194	305	390	195	268
шт/плавку	0.78	1.1	0,52	0,70	0,53	0,87	0,65	0,86
6. Кількість браку, т (%): - всього	411 (0,27)	476 (0,36)	421 (0,38)	247(0,19)	279 (0,20)	272 (0,25)	187,1 (0,13)	* 323(0,21)
- в т.ч. внутрішньоцеховий	64 (0,04)	60 (0,05)	28 (0,03)	36 (0,03)	34 (0,02)	26 (0,02)	49 (0,03)	122(0,08)
- на I переділі	337 (0,23)	416(0,31)	393 (0,35)	211 (0,16)	245(0,18)	246 (0,23)	138,1 (0,10)	201 (0,13)

Розрахунок економічних показників при використанні СНТ у мартенівському цеху в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

Якщо під час капітального ремонту передбачається модернізація, необхідно врахувати витрати на монтаж нового устаткування і його вартість. Для складання кошторису витрат використовують прејскуранти, які введені з 01.01.2008 р. У кошторис витрат окрім будівельно-монтажних робіт і вартості матеріалів входять:

- транспортні витрати;
- накладні витрати;
- планові накопичення.

Таблиця 3.5 - Кошторис витрат

Підстава, прејскурант	Найменування робіт	Од-ця вим.	К-ть	Вартість СМР, грн.		Вартість матеріалів, грн.	
				за од.	всього	за од.	всього
МЗ-16001-4	Зведення, демонтаж, т	Т	120	5,53	6630	1,63	1950
МЗ-16001-1	Нагнітателі демонтаж	Т	19,2	23	441	5,52	106
С327803-01	Демонтаж форсунок	Т	6	11,2	680,0 50	4,2	25
Прайс-лист	Вартість пальників	шт.	4	-	-	37500	37500
МЗ-16001-1	Монтаж пальників	Т	19,2	11,2	2150	8,00	153,6
МЗ-16001-4	Монтаж футерувань	Т	9000,6	38	34420	6,85	6200 0
	Разом:				4858		71767, 6

1. Транспортні витрати

$$P_{\text{тр.}} = (7176700,6 * 12 \%) / 100 \% = 861200,1 \text{ грн.}$$

2. Накладні витрати

$$R_{\text{накл.}} = (48580 * 90 \%) / 100 \% = 43720 \text{ грн.}$$

3. Планові накопичення

$$P_{\text{нак.}} = (48580 + 43720) * 50 \% / 100 \% = 46150 \text{ грн.}$$

4. Базисна вартість.

$$C_b = 43720 + 46150 + 48580 = 138450 \text{ грн.}$$

5. Неучтенные витрати на СМР.

$$R_{\text{неучт. смр}} = (138450 * 5 \%) / 100 \% = 6920,2 \text{ грн.}$$

6. Загальна сума СМР

$$\sum Z_{\text{смр}} = 138450 + 692,2 = 145370,2 \text{ грн.}$$

7. Неучтенные витрати на матеріали.

$$R_{\text{неучт. мат.}} = (717670,1 + 86120,1) * 5 \% / 100 \% = 40180,9 \text{ грн.}$$

8. Загальна торба витрат на матеріали.

$$\sum Z_{\text{мат.}} = 717670,6 + 86120,1 + 40180,9 = 843980,6 \text{ грн.}$$

9. Загальна сума витрат на капітальний ремонт.

$$\sum Z_{\text{общ.}} = 843980,6 + 145370,2 = 9893500,8 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.6 - Розрахунок витрат по статтях калькуляції

№ п/ п	Показник	Ед. изм.	Базовий варіант		Проектний варіант	
			На весь об'єм запуску		На весь об'єм запуску	
			Витрата	Сума	Витрата	Сума
1	Сировина і матеріали	т	187	718130	205	877500
2	Купувальні напівфабрикати що комплектують вироби	шт		—		—
5	Паливо і енергія на технологічні цілі	кВт-ч		170350		108157
4	Зворотні відходи	т	44,2	26189	67,9	33450
5	Основна з/п і Додаткова з/п	грн		2372410		2551150
6	Витрати на зміст і експлуатацію устаткування	грн		214560		233500

7	Загальновиробничі витрати	грн		1825460		1737550
8	Втрати від браку	т	1,51	117820	2,05	135000
	Виробнича собівартість			14474610		13712270

Зниження собівартості я добився за рахунок збільшення об'єму виробництва і зменшення витрат на енергоресурси. Також збільшив заробітну плату

$$\dot{i} = \frac{\dot{I}_1 - \dot{I}_2}{\dot{I}_2} \cdot 100\% = \frac{857001 - 85140}{85140} * 100\% = 0,75\%$$

Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження модернізації.

В результаті впровадження модернізації річний економічний ефект може бути отриманий від збільшення виробництва, зниження трудомісткості, збільшення терміну служби вузла, збільшення періодичності, підвищенні якості (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Показники діяльності до і після впровадження заходів щодо підвищення ефективності використання

Найменування показників	До модернізації	Після модернізації
Мартенівська піч	Пальники сводові	Пальники СНГ
Вартість, грн.	24750	37500
Кількість простоїв протягом року	1	-
Тривалість простоїв, г	64	-
Собівартість 1 т. продукції		7600
Вартість впровадження модернізації, грн.		39460

Розрахунок економічного ефекту від введення в експлуатацію та економію енергоресурсів.

1. Розрахунок витрат на заробітну плату не вироблюваний, оскільки ремонт і заміну проводить черговий і експлуатаційний персонал.

2. Розрахунок додаткового об'єму випуску продукції в результаті ліквідації простоїв.

2.1. Додатковий час на випуск продукції $ДВ = t_{пр.} \cdot n$, де $t_{пр.}$ – тривалість простою, г; N – кількість простоїв, $ДВ = 64 \cdot 1 = 64$ г.

2.2. Додатковий об'єм проводиться в натуральному виразі $Д = П_{час.} \cdot ДВ$ де $П_{г.}$ – годинна продуктивність, $8ч/500$. $ДВ = 300 \cdot 64/8 = 2400$ т

2.3. Додатковий об'єм реалізованої продукції.

$Д РП = Оц_{1т} \cdot ДВ$, де $Оц_{1т}$ – оптова ціна 1 т продукції 11200грн.

$Д РП = 11200 \cdot 2400 = 26880000$ грн.

2.4. Додатковий прибуток.

$Д П = (Оц_{1т} - Сс_{1т}) \cdot ДВ$, де $Сс_{1т}$ – с/с 1 т продукції, 7600грн.

$Д П = (11200 - 7600) \cdot 2400 = 8640000$ грн.

3. Визначуваний загальний економічний ефект. $Е_{общ.} = Д П = 8640000$ гр

4. Термін окупності витрат.

$T = Д ДО / Е_{общ.}$, де T – термін окупності витрат, років.

$Д ДО$ – капітальне вкладення на впровадження модернізації (вартість редуктора і монтаж) $(71767 + 39460) = 111227$ грн.

$T = 111227 / 8640000 = 0,012$ року.

Коефіцієнт ефективності $A = \frac{1}{\dot{Q}_{ге}} = \frac{1}{0,012} = 83,33$

Термін окупності витрат на модернізацію вища межах нормативу, що підтверджує доцільність даного варіанту модернізації і отримання додаткового прибутку. Що є додатком до економії газу.

5. Загальний економічний ефект з економією енерго ресурсів, та матеріалу по мартеновському цеху.

$\Sigma E = 8640000 + 37300000 + 900000 + 1100000 + 7300000 = 55240000$ грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників мартенівського цеху при проведенні досліджень

У мартенівських цехах створюються несприятливі умови для обслуговуючого персоналу. Основні виробничі шкідливості наступні: теплові випромінювання від технологічного устаткування і розплавленого металу і шлаку; газовиділення, що утворюються при продуванні печі; пиловиділення, що утворюються при транспортуванні сипких матеріалів, продуванні печі, випуску сталі і шлаку з печі [48].

Основні джерела небезпеки наступні: рухомі частини механізмів і устаткування, переміщення вантажів, розплавлений метал і шлак (табл. 4.1).

Процес мартенівської виплавки сталі супроводжується викидами розплавленого металу і шлаку. Крім того, при продуванні виділяється велика кількість розжарених газів і дрібнодисперсного пилу.

Джерелами тепла, що супроводжуються інфрачервоним, видимим і ультрафіолетовим випромінюваннями, є рідкий метал і шлак; гарячі поверхні печі, чавуновозних і сталерозливних ковшів, шлакових чаш; гаряче футерування конвертерів і ковшів. У розливному прольоті велику кількість тепла і розжарених газів виділяє розплавлений метал, що розливається у МБЛЗ. Інтенсивність теплоопромінення на цих ділянках вагається в значних межах – від 300 до 9000 Вт/м². Особливо великому тепловому опроміненню піддаються сталевара при узятті проби, вимірі температури, ремонті [48].

При продуванні печі, при сушці відремонтованих сталерозливних ковшів в повітря виробничих приміщень потрапляють токсичні гази, концентрація яких у ряді випадків перевищує санітарні норми.

Найбільш високі концентрації оксиду вуглецю і сірчистого газу мають місце на майданчику над працюючою піччю в зоні газових пальників котла-утилізатора.

Таблиця 4.1 - Оцінка небезпечних і шкідливих чинників сталевара мартенівського цеху

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Норм.зн . (ГДК, ПДУ)	Фак тич. знач	Клас - шкідливі і небезпечні умови і характер праці			Час чинника %, за зміну
				Іст	Іст	Шст	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ :						
	I клас безпеки						
	Ангідрид хромовий	0,01	0,01	1,2		8,4	89,1
	Марганцю оксид	0,05	2				89,1
	II клас безпеки	0,3	0,42	,27	4,4		89,1
	Фенол	10,0	0,31				89,1
	Сірководень	0,5	7,1				89,1
	Луги їдкі		0,39				89,1
	III клас безпеки	2,0					89,1
	Азоту диоксид	10,0	2,17				89,1
Ангідрид сірчистий	20,0	6,2				89,1	
Вуглецю оксид	20,0	18,8				89,1	
	Аміак		9,95				
2	Пил переважно фиброгенної дії, мг/м ³ (оксид кремнію 3,46 %)	4,0	247,2			61,8	89,1
3	Шум, дБА	80	90		13		100
4	Мікрокл. у приміщ. теплий період:						
	-температура повітря °С	15-26	37,8				89,1
	-швидкість руху повітря, м/с	0,2-0,6	0,35				89,1
	-відносна вологість воздуха,%	55	33				89,1
	-інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	1401-2800	1417		1417	11,8	39,2
5	Тяжкість праці Статичне навантаження – величина навантаження за зміну (кг-с) при утриманні вантажу за участю м'язів тулуба і ніг		273192		273192		
6	Робоча поза	Нахили корпусу > 300					
	Нахили корпусу, переміщення в просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом, км.)	101	190	190			
		ПНП > 300					
		25-50	23,54				

Середня кількість пилу, що міститься в газах, складає 50-300 г/м³. Пил складається в основному з оксидів заліза і містить 60-65 % Fe, 2-6 % Mn, решта SiO₂, CaO, Al₂O₃ та інших оксидів. Близько 80% часток пилу мають розміри до 0,5 мкм. Кількість пилу з частками більше 1 мкм складає всього 5-15 % [49]. Такий пил відноситься на великі відстані і вітає в повітрі.

У великих кількостях виділяють пил шихтові матеріали, кладка печі і сталерозливних ковшів при її руйнуванні під час ремонту. У міксерних відділеннях пил і газів виділяються в період заповнення міксерів і зливу з них чавуну. На 1 м пропущеного через міксер чавуну через аераційні ліхтарі виділяється близько 60 г пилу і 370 г оксиду вуглецю.

Джерелами шуму також є сама піч, трансформатори, пересувні залізничні крани, механізми і інше устаткування. Рівень шуму розрізняється залежно від виробничої ділянки, часто він може досягати 100 дБ і більш. Вібрацію створюють ті ж агрегати, які є джерелами шуму.

4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища мартенівського цеху

Пил, який шкідливо впливає на організм людини, подразнюючи шкіру, очі, ясна, вуха, а також проникаючи в легені, може викликати специфічні професійні захворювання, такі як силікоз, силікатоз, антракоз та ін. [49].

Для зменшення кількості газів і пилу забезпечуємо печі пилогазоочисними спорудами, припливно-витяжною вентиляцією.

Для захисту від пиловиділення застосовуємо герметизацію операцій, пов'язаних з просіюванням, змішуванням і транспортуванням сипких матеріалів і аспірацію пилу з місць її утворення.

Тривала дія шуму може призвести до зниження слуху, а інколи до глухоти. Шум негативно діє на серцево-судинну і центральну нервову систему. Для захисту працюючих від шуму звукоізолюємо вбудовані приміщення - пости управління, кімнати відпочинку і т.п. Для зниження шуму агрегатів (електродвигунів, насосів) використовуємо звукоізолюючий кожух, який виготовляється з листів сталі завтовшки 2-3 мм, в яких укладають або весь агрегат, або його шумлячі вузли, а внутрішні поверхні облицьовуємо звукопоглинальними матеріалами. Ослаблення шуму повітряно(газо)-проводів досягаємо застосуванням глушників.

Підвищена теплова дія на організм людини призводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може спричиняти порушення теплового балансу організму. Для видалення конвекційного тепла в цеху застосовуємо аерацію, шляхом установки двох аераційних ліхтарів на покрівлі будівлі цеху. Ще однією мірою боротьби з теплонадлишками є організація на робочому місці сталевара повітряного душу.

4.3 Заходи з електробезпеки

Електроустаткування конвертерного цеху різноманітно. Сюди входять синхронні й асинхронні електродвигуни змінного струму й інше устаткування напругою вище 1000 В, а також електродвигуни, апаратура керування, кранове електроустаткування, внутрішньоцехові електромережі напругою до 1000 В.

До основного електроустаткування печі відносяться автоматичні вимикачі, пічні трансформатори, коротка мережа, автоматичні регулятори пересування кисневої фурми та ін.

Небезпека електричних поразок в мартенівському цеху створює різне устаткування: електричний привід (включаючи пускорегулюючу апаратуру), електроустаткування підйомно-транспортних пристроїв, електрифікований внутрізаводський транспорт, зварювальні апарати, освітлювальні установки, електричний ручний інструмент і т.д.

При експлуатації електродвигунів замкнутого типу можливий випадковий дотик до проводів, що підводять електрострум, виводи яких знаходяться на сполучних клеммах клемної коробки на корпусі електродвигуна, у разі її незахищеності. Якщо корпус такого електродвигуна опиняється під напругою, то внаслідок щільного контакту з великою поверхнею зіткнення створюється небезпека важкої поразки електричним струмом працюючих [50].

При напрузі до 1000В в мартенівському цеху застосовуємо чотирипровідну з глухозаземленою нейтраллю схему мереж трифазного струму (напругою 380/220В). Захисні засоби від електроструму: ізолюючі штанги -

використовують при проведенні робіт під напругою з роз'єднувачами високої напруги; ізолюючі кліщі для включення запобіжника; діелектричні килимки із спеціальної гуми завтовшки 3-5 мм для установок до 1000 В і 7-8 мм понад 1000 В.

Для зменшення небезпеки поразки електричним струмом усі металеві частини конструкцій заземлюємо [50].

4.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

По вибуховій, вибухопожежній і пожежній небезпеці печі, 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.

У мартеновському цеху вибухи відбуваються головним чином або при контакті розплавленого металу і шлаку з водою або вологими матеріалами, або внаслідок бурхливого протікання хімічних реакцій при продуванні, розкислюванні і розливанні сталі. Вибухи у фурмах дуже небезпечні, тому що при цьому відкривається склепіння і через фурмений отвір викидаються на робочий майданчик розжарені кокс і гази, які в атмосфері запалюються і горять, утворюючи довгі язички полум'я.

Для обмеження поширення вогню використовуємо матеріали, що не згорають. У місцях введення газопроводів в підвальні приміщення будівлі встановлюємо дренажні пристосування, що запобігають проникненню газу в ці приміщення. Місце розташування пожежного депо - чотири кілометри від цеху. Протипожежні перешкоди в цеху: протипожежні стіни з межею вогнестійкості – 2,5 год; проти-пожежні перекриття – 1,0 год; протипожежні двері, вікна, люки, ворота – 1,0 год.

Як технічні засоби виявлення пожежі в приміщеннях цеху, що захищаються, встановлюємо теплові пожежні сповісники і димові сповісники

марок С-2000-СМК. У зовнішніх виходів передбачаємо ручні пожежні сповісники марки БолідИПР-513-3А. Установа пожежної сигналізації призначена для виявлення пожежі, видачі звукового світлового сигналів про спрацювання пожежних сповісників.

Автоматичні установки аерозольного і порошкового пожежогасіння модульного типу (АУП), які встановлюємо в приміщеннях цеху з електричним устаткуванням, призначені для виявлення вогнища пожежі, подачі сигналу про пожежу в приміщенні чергового персоналу, подачі і розподілу вогнегасящої речовини в приміщення, що захищаються, локалізації і ліквідації пожежі в початковій стадії.

Для захисту кабельних споруджень, як для однієї з головних завдань захисту мартеновського цеху від вогню, передбачаємо установки автоматичної пожежної сигналізації, монтаж стаціонарних систем гасіння пожеж. У мартеновському цеху кабельні тунелі й підвали оснащуємо протипожежними перешкодами, неспаленими перегородками. Автоматична пожежна сигналізація встановлюється в усіх кабельних приміщеннях. Вона складається з датчиків, лінійної мережі й прийомної станції. Застосовуємо датчики теплові й димові, які встановлюють на стелі.

Для гасіння пожеж застосовуємо хімічні пінні вогнегасники ОХП-10 і вугле-кислотні вогнегасники ВВ-2, ВВ-5 і ВВ-8, а також пересувні ВВ-25 і ВВ-80 [51].

Блискавкозахист будівель і споруди цеху передбачаємо згідно вимог діючих норм, з використанням як заземлювачів, в основному, залізобетонних фундаментів будівель і споруд. Як блискавкоприймач використовуємо сталеву сітку, що накладається на покрівлю будівель.

У цеху у виробничих будівлях передбачаємо евакуаційні виходи, призначені для забезпечення евакуації людей у разі виникнення пожежі або аварії. Передбачаємо мінімум два евакуаційні виходи. Ширина всіх евакуаційних виходів (дверей) перевищує 0,8 м, що відповідає нормам [51].

4.5 Розрахунок теплоізоляції поста керування сталевара

При розробці мір захисту від теплових випромінювань варто виходити з фактичних величин інтенсивності теплових опроміненнь на робочих місцях, Вт/м²:

$$E = \frac{0,91 \cdot \sqrt{F} \left[\left(\frac{T_{\text{випр.}}}{100} \right)^4 - A \right]}{r}, \quad (3.1)$$

де E - інтенсивність теплових опроміненнь, Вт/м²;

F - площа випромінюваної поверхні, м²;

$T_{\text{випр.}}$ - температура поверхні, К;

r - відстань від центра випромінюючої поверхні до об'єкта, що опромінюється, м;

$A=110$ для спецодягу із сукна [51].

Площа вікон становить $F \approx 19,55 \text{ м}^2$, інтенсивність теплових опроміненнь на робочому місці $E = 3000 \text{ Вт/м}^2$. Таким чином, можна визначити температуру на зовнішній поверхні стінки поста керування:

$$E = \frac{0,91 \cdot \sqrt{19,55} \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{випр.}}}{100} \right)^4 - 110 \right]}{1} = 3000 \text{ Вт/м}^2, \Rightarrow T_{\text{випр.}} = 541 \text{ К} = 268 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Теплоізоляція поста керування повинна забезпечити температуру поверхні стінки усередині поста $t_{\text{ст.}}=35^\circ\text{С}$ [38], температура повітря всередині поста $t_{\text{вс.п.}}=25^\circ$, температура джерела тепловипромінювання $t_{\text{випр.}}= 268 \text{ }^\circ\text{С}$, товщина шару вогнетриву $\delta_{\text{в}}=0,3\text{м}$. Необхідно знайти товщину шару ізоляції $\delta_{\text{і}}$, що забезпечує задану $t_{\text{вс.п.}}$.

Питомий тепловий потік через стінку поста керування, Вт/м²:

$$q = \alpha_1(t_{\text{випр.}} - t_{\text{зов.ст.}}) = \frac{\lambda_B(t_{\text{зов.ст.}} - t_{\text{ш.}})}{\delta_B} = \frac{\lambda_I(t_{\text{ш.}} - t_{\text{ст}})}{\delta_I} = \alpha_2(t_{\text{ст}} - t_{\text{вс.п.}}), \quad (3.2)$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від нагрітого зовнішнього повітря

зовнішній стінці поста, Вт/м²К; $\alpha_1=50$ Вт/м²К [52];

$t_{\text{зов.ст}}$ – температура зовнішньої поверхні стінки, °С;

$t_{\text{ш}}$ – температура між шарами вогнетриву й теплоізоляції, °С;

λ_B, λ_I – коефіцієнт теплопровідності вогнетриву й ізоляції, Вт/м²К;

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні стінки повітря у середині поста керування, Вт/м²К.

Коефіцієнт тепловіддачі можна розрахувати за формулою, Вт/м²К:

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982(t_{\text{ст.}} - t_{\text{вс.п.}}) - 4,74 \cdot 10^{-4}(t_{\text{ст.}} - t_{\text{вс.п.}})^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(t_{\text{ст.}} - t_{\text{вс.п.}})^3; \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= 9,5 + 0,0982(35 - 25) - 4,74 \cdot 10^{-4}(35 - 25)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(35 - 25)^3 = \\ &= 10,5 \text{ Вт/м}^2\text{К.} \end{aligned}$$

Питомий тепловий потік через стінку поста можна визначити за формулою:

$$q = \alpha_2(t_{\text{ст.}} - t_{\text{вс.п.}}) = 10,5(35 - 25) = 105 \text{ Вт/м}^2. \quad (3.4)$$

Температуру зовнішньої поверхні стінки посту можна визначити з формули питомого теплового потоку:

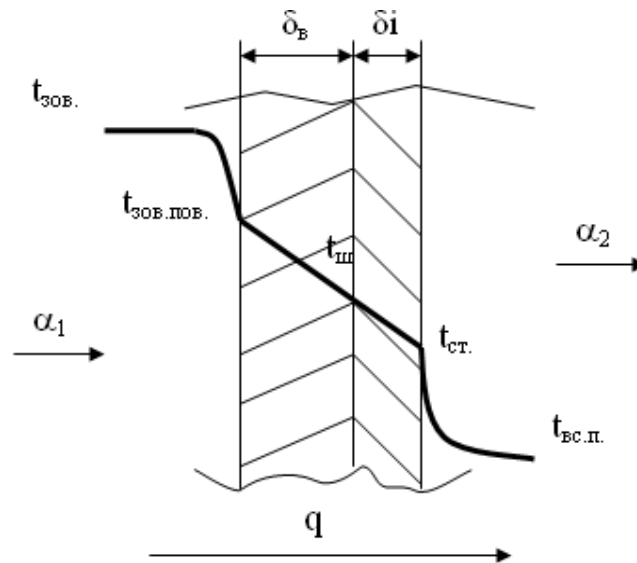
$$q = \alpha_1(t_{\text{випр.}} - t_{\text{зов.пов.}}); \quad (3.5)$$

$$t_{\text{зов.пов.}} = t_{\text{випр.}} - q/\alpha_1 = 268 - 105/50 = 266 \text{ }^\circ\text{С.} \quad (3.6)$$

Орієнтовно приймаємо температуру між шарами вогнетриву й ізоляції, °С:

$$t_{\text{ш}} = 0,75(t_{\text{зов.пов.}} + t_{\text{ст.}}) = 0,75(266 + 35) = 169 \text{ °С.} \quad (3.7)$$

На рисунку 3.1 показана розрахункова схема теплоізоляції стінки поста керування.



δ_b, δ_i - товщина шару відповідно вогнетриву й ізоляції, м; $t_{\text{зов.}}$ - температура зовнішнього повітря, °С; $t_{\text{зов.пов.}}$ - температура зовнішньої поверхні поста керування, °С; $t_{\text{ш}}$ - температура між шарами вогнетриву й теплоізоляції, °С; $t_{\text{ст.}}$ - температура внутрішньої стінки поста, °С; $t_{\text{вс.п.}}$ - температура повітря всередині поста, °С; α_1, α_2 - коефіцієнти тепловіддачі відповідно від нагрітого повітря зовнішній стінці поста керування й від внутрішньої стінки повітрю усередині поста, Вт/м²К; q - питомий тепловий потік через стінку, Вт/м².

Рисунок 3.1 - Розрахункова схема теплоізоляції поста керування.

Знаходимо середню температуру шару вогнетриву, °С:

$$t_b = 0,5(t_{\text{зов.пов.}} + t_{\text{ш}}) = 0,5(266 + 169) = 217,5 \text{ °С.} \quad (3.8)$$

При цій температурі визначаємо теплопровідність вогнетриву, Вт/мК:

$$\lambda_B = a + b \cdot 10^{-4} t_B, \quad (3.9)$$

де a , b – коефіцієнти для матеріалу вогнетриву; для червоної цегли $a = 0,466$, $b = 5,12$ [52].

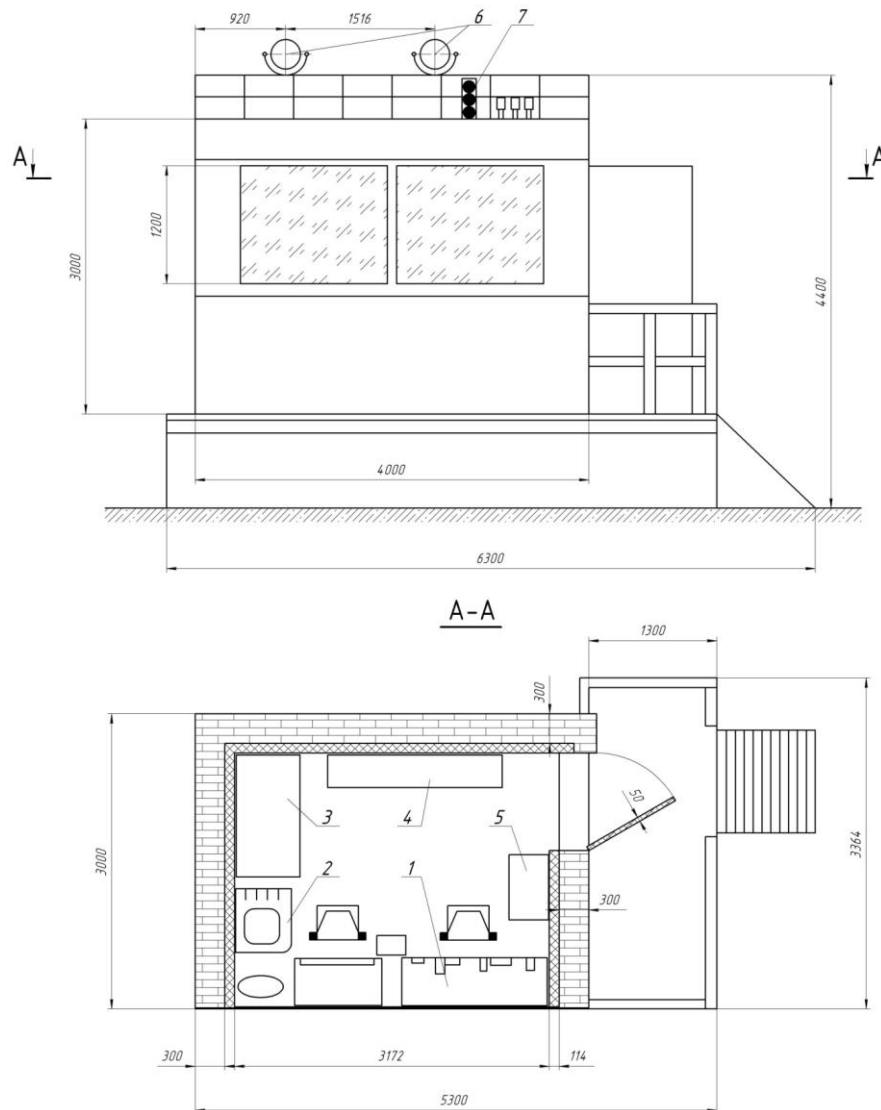
$$\lambda_B = 0,466 + 5,12 \cdot 10^{-4} \cdot 217,5 = 0,58 \text{ Вт/мК.}$$

Уточнюємо температуру між шарами з формули питомого теплового потоку:

$$q = \frac{\lambda_B (t_{\text{ЗОВ.ПОВ}} - t_{\text{Ш}})}{\delta_B}; \quad (3.10)$$

$$t_{\text{Ш}} = t_{\text{ЗОВ.ПОВ}} - \frac{q \cdot \delta_B}{\lambda_B} = 266 - \frac{105 \cdot 0,3}{0,58} = 211,7^\circ \text{C}. \quad (3.11)$$

Таким чином, щоб захистити сталевара від шкідливого і небезпечного впливу теплового випромінювання, необхідно на робочому місці встановити пост керування з цегли із шаром ізоляції з скловолокна товщиною 0,13 м (рис. 4.2).



1 – пульт керування; 2 – рукомийник; 3 – шафа електрика; 4 – кондиціонер; 5 – стіл
 для комп'ютеру; 6 – прожектор; 7 – сигналізація

Рисунок 4.2 - Теплоізоляційний пост керування

Знайдемо середню температуру шару ізоляції, коефіцієнт теплопровідності ізоляції й товщину шару ізоляції з рівняння питомого теплового потоку через стінку поста керування:

$$t_i = \frac{t_{ш} + t_{ст}}{2} = \frac{211,7 + 35}{2} = 123^{\circ}\text{C}. \quad (3.12)$$

Для матеріалу ізоляції – скловолокно $a = 0,04$ і $b=3$ [52], тоді коефіцієнт теплопровідності ізоляції дорівнює:

$$\lambda_i = 0,04 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot t_i = 0,04 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 123 = 0,077 \text{ Вт / мК}; \quad (3.13)$$

$$\delta_i = \frac{\lambda_i (t_{ш} - t_{ст})}{q} = \frac{0,077(211,7 - 35)}{105} = 0,13 \text{ м}. \quad (3.14)$$

4.6 Висновки

1. Основними джерела небезпеки мартенівського виробництва є рухомі частини механізмів і устаткування, переміщення вантажів, розплавлений метал і шлак, що обертаються; електроустаткування мартенівського цеху.

2. По вибуховій, вибухопожежній і пожежній небезпеці піч, а також розливний проліт, відноситься до категорії А. До категорії Б відноситься система газоочищення газу, міксерне відділення і завантажувальний проліт. До категорії Г відноситься відділення підготовки шихти.

3. Приведений розрахунок теплоізоляції поста керування сталевара мартенівського цеху.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОКВИ

В результаті промислових випробувань струменево-нішевих пальників СНП-3ЗВС виробництва ТОВ ЗПК «Спецгазпром» на одній кампанії 500-тонних мартенівських печей і 250-тонної мартенівської печі №11 мартенівського цеху порівняно з попередньою кампанією, проведеною без пальників СНП-3ЗВС (тільки на торцевих газових пальниках з кисневою конверсією газу), отримані наступні результати:

- зменшена витрата умовного палива на технологію на 500-тонних мартенівських печах з 88,8 до 76,5 кг у.т./т або на 13,9 %, на 250-тонній мартенівській печі №11 - з 72,5 до 63,6 кг у.т./т або на 12,28 %, а за умови рівності питомих витрат чавуну, зменшення витрати умовного палива складе на 500-тонних мартенівських печах 79,6 кг/т проти 88,8 кг/т або на 10,4%, на 250-тонній мартенівській печі №11 64,4 кг/т проти 72,5 кг/т або на 11,2%
- середня тривалість плавки на 500-тонних мартенівських печах не змінилася і склала 8,9 ч, на 250-тонній мартенівській печі №11 - збільшилася з 4,4 до 4,59 ч, що пов'язане із збільшенням організаційних затримок і простоїв роботи печі з 286 г до 408 г;
- зменшена витрата кисню на технологію на 500-тонних мартенівських печах з 58,3 до 56,4 м³/т, збільшився на 250-тонній мартенівській печі №11 - з 63,1 до 69,2 м³/т, що пов'язане із збільшенням тривалості плавки;
- збільшилася стійкість зведення на 500-тонних мартенівських печах з 275 до 283 плавок, на 250-тонній мартенівській печі №11 - знизилася з 580 до 447 плавок, що пов'язане із зміною графіка ремонтів печей;
- вага плавки 500-тонних (250-тонною) мартенівських печей на дослідних кампаніях з пальниками СНП-3ЗВС змінилася трохи, і в середньому склав 476 (239,6) т, проти 477 (241) т при роботі на попередніх кампаніях тільки з торцевими пальниками, що пов'язане з коливаннями витрати чавуну від 735 до 771,8 кг/т (норма витрати коливалася від 723,9 до 773 кг/т) і витрати

металобрухту від 360 до 387,9 кг/т (норма витрати коливалася від 359,5 до 408,3 кг/т) в 2008 році;

- технологічні параметри виплавки і розливання стали, а також якісні характеристики металу плавок дослідних кампаній мартенівських печей порівняно з порівняльними кампаніями цих же печей мають зіставні значення;
- фахівцями дослідницької лабораторії металургійних і нагрівальних печей ЦЛК спільно з мартенівським цехом складені і видані в мартенівський цех тимчасові режимні карти по тепловому і кисневому режиму мартенівських печей, відповідно до яких проводиться контроль і періодична настройка теплотехнічних параметрів роботи горелочних пристроїв.

Визначити технічну можливість заміни індивідуальних вентиляторів пальникових пристроїв СНП-33ВС на загальний вентилятор, з метою підвищення надійності експлуатації горелочних пристроїв.

Розглянути питання використання кисню для збагачення повітря вентилятора пальників СНП-33ВС, з метою зниження витрати повітря і природного газу на опалювання робочого простору мартенівських печей.

І розглядаючи витрату палива і тенденцію підвищення цін на енергоресурс по мартенівському цеху, дані зведемо в таблицю В.1.

Таблиця В.1 - Тенденція споживання енергоресурсів, і ціни на нього

Роки	Витрата по цеху, кг/т	Ціна за кг, грн
2000	85,6	197,61
2001	90,3	267,19
2002	82,5	267,77
2003	84,8	279,11
2004	80,9	308,09
2005	77,8	342,8
2006	65,7	471,7
2007	62,3	681,23

А також дану модернізацію можливо упроваджувати у всіх циклах плавки сталі.

Зниження витрати умовного палива (природного газу) після установки пальників СНП по основних агрегатах і ділянках мартенівського цеху (табл. В.2).

Таблиця В.2 – Економія палива

Печі і ділянки	Витрата умовного палива		Економія умовного палива	
	Сент2006-авг 2007 р.	2008 р.	тонн	млн.грн.
Виробництво по цеху		4446733 т		
Ср.цена 1 т усл.топлива		680.00 грн/т		
Печі, на технологію	72.0 кг/т	59.7 кг/т	54811	37.3
Міксер № 1	0.40 кг/т	0.10 кг/т	1334	0.9
Міксер № 2	0.45 кг/т	0.09 кг/т	1601	1.1
Розливний проліт	3.30 кг/т	0.87 кг/т	10806	7.3
Інші собств. потреби	3.02 кг/т	1.57 кг/т	6448	4.4
Всього:	79.2 кг/т	62.3 кг/т	75000	51.0

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Ефименко Г. Г., Гиммельфарб А. А., Левченко В. Е. Металлургия чугуна. — Киев: Вища школа. Головное издательство, 1981.- 496с.
2. . Готлиб А. Д. Доменный процесс. — М.: Металлургия, 1966.- 503с.
3. Пресслужби ПАТ «Запоріжсталь» pr@zaporozhstal.com
- 4 Технічні звіти ПАТ «Запоріжсталь»
5. Воловик Г. А. Характер истечения металла и шлака в период выпуска / Г. А. Воловик, Б.Ф. Мар-дер // Металлургия и коксохимия. Республ. межвед. научн. - техн. сб. — Киев: Техника, 1974. -Вып. 38. — С. 54–60.
6. Чернега Д. Ф., Основи металургійного виробництва металів і сплавів [Текст] : Підручник / В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський та ін.; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. – К.: Вища шк., 2006. – 503 с. – Бібліогр.: с.497–498. – 2600 прим. – ISBN 966-642-310-3.
7. Воловик Г. А. Характер истечения металла и шлака в период выпуска / Г. А. Воловик, Б.Ф. Мардер // Металлургия. Республ. межвед. научн. -техн. сб. — Киев: Техника, 1974. -Вып. 38. — С. 63–69.
8. Артеменко В.Г., Беллендір М.В. Фінансовий аналіз: Навчальний посібник. - М.: Видавництво ДІС, НГАіУ, 1997. - 128 с.
9. Бигеев, А. М. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали [Текст] / А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. – 544 с. – Библиогр.: с.531. – 2000 экз. – ISBN 5-7114-0179-3.10. Савіцкая Г.В. Аналіз господарської діяльності підприємства. - 2 - е видання, перероблене і доповнене. - Мн.: ІІ Екоперспектіва, 1997. - 498 с.
11. Економіка підприємства // Під редакцією Горфінкеля В.Я., Купріянова Е.М.- М.: ЮНІТІ, 1996 - 367 с.
12. Волкова О.І. Економіка підприємства: Підручник // Під редакцією - М.: Інфра - М, 2000. - 519 с.

13. Аврамков Л.Я. Економіка підприємства: Підручник для вузів /, В.В. Адамчук; під редакцією В.Я. Горфінкеля. - 2 - е видання. - М.: Банки і біржы, Юніті, 1999. - 631 с.
14. Харів П.С. Економіка підприємства: Збірка завдань і тестів: Навчальний посібник. - К.: Знання - прес, 2001. - 301 с.
15. Бойчик І.М., Харів П.С.- Економіка підприємства: Навчальний посібник. - Львів: Видавництво Слолом, 1999. - 631 с.
16. Баканов М.І., Шеремет А.Д. Теорія економічного аналізу: Підручник - М.: Фінанси і статистика, 1996. - 286 с.
17. Семенов Г.А., Сахарцева І.І., Козачек І.М. Економіка підприємства: Навчальний посібник - Запоріжжя: ЗГИА, 1999. - 106 с.
18. Баканів М. І., Шеремет А. Д. Теорія економічного аналізу: Підручник. - 4-е видавництво, доп. і перераб. - М.: Фінанси і статистика, 1999. - 416 с.
19. Планові показники ПАТ «Запоріжсталь» на 2007 р.
20. Кейлер В.А. Економіка підприємства: курс лекцій. - М.: Інфра, НГАіУ, 1999. - 132 с.
21. Мозкова К.І., Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. – 2-ге вид., стер. / Художнє оформлення В.Б. Гайдабус. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2004. – 301 с.
22. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I –IV рівнів акредитації / За ред. Є.П. Желібо і В.М. Пічі. – Львів: Піча Ю.В., К.: “Каравела”, Львів: “Новий Світ-2000”, 2002. – 328 с.
23. Гандзюк, Є.П Основи охорони праці / за ред. М.П.. Желібо, М.О. Халімовський. – К.: Освіта, 2002. – 345 с.
24. Березуцького В.В., Основи охорони праці: Навчальний посібник / За ред. проф. . – Х.: Факт, 2005. – 480 с.
25. Пістун І.П. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб./ І.П.Пістун. – 2-ге вид., стер. – Суми: Університетська книга, 2003. – 301 с. 34. Санітарні норми

мікроклімату виробничих приміщень [Текст]: ДСН 3.36.042-99: – Увед.1999-12-01. – 9 с.

26. Державні будівельні норми. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення [Текст]: ДБН В.2.2 – 28: 2010: затв. Мінрегіонбуд України 30.12.10 : уведенні з 10.10.11.- К. : ПАТ Київ ЗНДІЕП. 2010.- 28 с.: «Укрархбудінформ». – УКНД 91.040.99

27. Державні будівельні норми. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва [Текст]: ДБН В.1.1.7-2002: затв. Держбуд України 03.12.02 : уведенні з 01.05.03. – К. : УкрНДІПБ. 2002. – 44 с.

28. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд [Текст]. – Увед. 2009-01-01. К.: Мінрегіонбуд України. 2008. – 65 с. :

29. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні [Текст]. – Увед. 2004-11-04. К.: М-во України з питань НС. 2004. – 143 с.

30. Трахтенберг, А.М. Гигиена труда и производственная санитария [Текст] / А.М. Трахтенберг, М.М. Коршун, О.В. Чебанова. – К.: Киев, 1997. – 462 с.

31. Долин, П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: [учеб. пособие для вузов] / Павел Александрович Долин. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448 с.

32. Рожков, А.П. Пожарная безопасность на производстве [Текст] / Антон Петрович Рожков. – К.: Охрана труда, 1997. – 448с.

33. Ефанов, П.Д. Охрана труда и техника безопасности в сталеплавильном производстве [Текст] / П.Д. Ефанов, И.А. Берг. – М.: Metallurgy, 1987. – 230 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Дані про горелочних пристрої типу СНД виробництва ТОВ 311К «Снецгазпром», встановлених в мартенівському цеху ПАТ "Запоріжсталь"

Найменування устаткування	Дата пуску СНД в роботу	Загальна витрата палива, кг.у.т/т (технологія і с/н)			економія за 2008 р. порівняно з 2007 г %	економія за 2008 р. з СНД, %
		до установки СНД за 2006 рік	за 2007 рік	за 2008 рік		
Дса№1	з 8.09.05	17.60	9.9	8.90	-10.1	-49.43
мартен.печь № 2	з 13.01.06	102.80	87.5	91.80	4.91	-10.7
мартен.печь № 5	з 17.12.05	101.70	84.6	83.60	-1.18	-17.8
мартен.печь № 6	з 12.02.06	92.70	87.3	80.00	-8.36	-13.7
мартен.печь № 7	з 26.02.06	101.30	78.5	77.80	-0.89	-23.2
мартен.печь № 8	з 06.12.05г.	97.20	81.1	74.90	-7.64	-22.94
мартен.печь № 10	з 06.01.06	110.10	85.7	76.30	-10.97	-30.7
мартен. печь № 11	с26.12.05г.	88.80	74.2	80.20	8.09	-9.68

мартен.печь № 12	з 23.01.06	100.90	87.8	80.80	-7.97	-19.92
міксер №1 (м7ч)	з 9.02.05	239	93.1	42.24	-54.63	-82.33
міксер №2 (м /ч)	з 21.02.06	238.9	72.1	33.72	-53.23	-85.88
відділення сушки сталеразливочных ковшів (м7ч)	вертикальний стенд № 1 - з 03.05.06	420-450	100-150	100-155	-29.31	-70.92
	вертикальний стенд №2 - з 22.06.06	420-450	100-150	120-150		
	вертикальний стенд № 3 - з 1.11.06	420-450	130-160	130-150		
	вертикальний стенд № 4-с 14.11.05	420-450	130-180	100-150		
	вертикальний стенд № 5-с 09.12.05	420-450	120-150	120-150		
	вертикальний стенд № 6 - з 23.02.07	420-450	-	120-150		
Разом по цеху:	-----	77.80	65.70	62.30	-5.18	-19.92

Додаток 2

Режимна карта для 500-т мартенівської печі № 5,6,7,8,10,12

Період плавки	Тривалість періоду, час-мин-	Витрата газу на пальники, м ³ /ч			Витрата повітря, м ³ /час	Витрата кисорода, тыс м ³ /час			
		загальний	карбюр	СНД		вентилятора	факел	ванна	середня фурма
Заправка	0-30	3000	800	1300	20000	2	0	0	2
Завалення	1-40	3500	800	1300	20000	2	0	0	2
Прогрівши	2-00	3500	800	1300	20000	2	0	0	2
Заливка	0-30	2500-3000	800	1300	20000	2	0	0	2
Плавлення 1	1-00	2500-3000	500-700	1000-1300	30000	0	3.5	0	3.5
Плавлення 2	1-30	2500-3000	500-700	100-1300	20000	0	3.5	0	3.5
		100-1300	0-800	100-1300				1.5	5.0
Доведення	0-50	100-1300	0-800	100-1300	20000	0	3.5	0	3.5
		100-900	0-800	100				1.5	5.0
Випуск	0-20	2500-3500	500-700	100-1300	20000	2.5-0	0-3.5	0	2.5-5.0
РАЗОМ	8-20						*		

