

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

Автоматизованого управління технологічними процесами
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проект)

Молодше
(рівень вищої освіти)

на тему Удосконалення системи управління на управління
температурними режимами за умови теплої палива

Виконав: студент 2 курсу, групи АКІТ8.1513
 спеціальності 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегрована технологія
(код і назва спеціальності)
 спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Автоматизація та
комп'ютерно-інтегрована технологія
(назва освітньої програми)
Стацюров Іван Вікторович
(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н. доцент Баришченко О. М. проф.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Заст. дир. СВ Витина "Крат В. І"
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя 2020

Запоріжжя 2020
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра Автоматизованого управління технологічними процесами
 Рівень вищої освіти Другий (магістерський)
 Спеціальність 151 „Автоматизація та керування технологічними процесами“
(код та назва)
 Спеціалізація _____
(код та назва)
 Освітня програма Автоматизація та керування технологічними процесами

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 2020 року





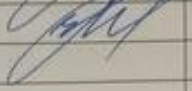
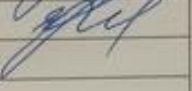


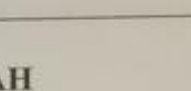
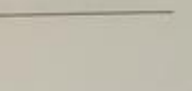
ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Столярову Івану Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи (проекту) Удосконалення системи управління та управління температурним режимом за умови теплої камби
- керівник роботи к.т.н. доц. Барішевський Віктор Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ЗНУ від « 25 » 05 2020 року № 597-С
- 2 Строк подання студентом роботи 27.11.2020
- 3 Вихідні дані до роботи Виробничий наказ вартості, функціональне завдання автоматизації, креслення СН, однічно-регульований електронний регулятор камби, методи і способи управління нагріваючою камбою
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, розділ 1, розділ 2, розділ 3, розділ 4, розділ 5, висновки, список використаних джерел
- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Тема вивчення роботи, вилучити до кресл. мех. основні задачі, розробити функціональне завдання, основні параметри регульованого нагріваючого методу та способу управління роботою на однічно-регульований електронний регулятор камби, робота наг. з регуль. камер, механізмів регулювання камер для підтримки заданої роботи камер на процес, ФСА, ПСА, основна структура веб-сайту для стор. функцій і потужності, кінематика, деталізація стор. креслення, вилучити функцію регулювання.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Барішченко В. М., доц, к. т. н.		
Розділ 2	Барішченко В. М., доц, к. т. н.		
Розділ 3	Барішченко В. М., доц, к. т. н.		
Розділ 4	Барішченко В. М., доц, к. т. н.		
Розділ 5	Барішченко В. М., доц, к. т. н.		

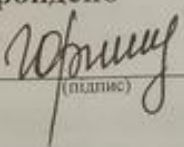
7 Дата видачі завдання 01.09.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	01.09.20-14.09.20	
2.	Аналіз розробленого надійного проекту	15.09.20-18.09.20	
3.	Аналіз умов та способів утримання риб	19.09.20-24.09.20	
4.	Вис роботи проекту при обчисленні економічної	25.09.20-01.10.20	
5.	Автоматизація роботи (з використанням)	02.10.20-14.10.20	
6.	Розробка веб-сторінки	15.10.20-15.11.20	
7.	Викорення проекту	16.11.20-01.12.20	
8.	Висновки	02.12.20-06.12.20	

Студент  Степанов І. В.
(підпис) (ініціали та прізвище)Керівник роботи (проекту)  Барішченко В. М.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Обвєнникова І. А.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Столяров І.В. Удосконалення системи опалення і управління температурним режимом за умови економії палива.

Кваліфікаційна робота для отримання ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології, науковий керівник О.М. Баріщенко. Запорізький національний університет, інженерний навчально-науковий інститут. Факультет металургії, кафедра автоматизованого управління технологічними процесами, 2020.

Виконано аналіз роботи регенеративного нагрівального колодязя та запропоновано удосконалення для його роботи.

Розроблено макет WEB - сторінки для відображення звітності по регенеративному нагрівальному колодязю.

Ключові слова: РЕГЕНЕРАТИВНИЙ НАГРІВАЛЬНИЙ КОЛОДЯЗЬ, НАГРІВАННЯ ЗЛИТКІВ, АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, WEB-СТОРІНКА.

ABSTRACT

Stolyarov I.V. Improving the heating system and temperature control while saving fuel.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies, supervisor O.M. Baryshenko. Zaporizhzhya National University, Engineering Educational and Scientific Institute. Faculty of Metallurgy, Department of Automated Process Control, 2020.

An analysis of the operation of a regenerative heating well is performed and improvements for its operation are proposed.

The layout of the WEB - page for display of the reporting on a regenerative heating well is developed.

Keywords: REGENERATIVE HEATING WELL, BAR HEATING,
AUTOMATED CONTROL SYSTEMS, WEB-PAGE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 РЕГЕНЕРАТИВНИЙ НАГРІВАЛЬНИЙ КОЛОДЯЗЬ ЯК ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	11
1.1 Опис роботи регенеративного нагрівального колодязя.....	11
1.1.1 Аналіз існуючого рівня автоматизації нагрівального колодязя на ПАТ «ЗМК «Запоріжсталь»».....	16
1.2 Аналіз методів та способів удосконалення роботи регенеративного нагрівального колодязя.....	20
1.2.1 Аналіз режимів опалення нагрівальних печей.....	20
1.2.2 Аналіз технології теплової обробки сталі в нагрівальних печах.....	24
1.2.3 Аналіз способів організації об’ємного спалювання палива.....	26
1.3 Методи удосконалення роботи нагрівальних печей в інших країнах.....	28
1.4 Висновки до розділу.....	33
2 ОБ’ЄМНО-РЕГЕНЕРАТИВНИЙ СПОСІБ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА.....	35
2.1 Застосування об’ємного способу спалювання палива при нагріванні металу.....	35
2.2 Робота нагрівального колодязя з кульковими регенераторами при розподіленому об’ємному спалюванні палива з високотемпературним повітрям.....	36
2.3 Висновки до розділу.....	39
3 АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕГЕНЕРАТИВНОГО НАГРІВАЛЬНОГО КОЛОДЯЗЯ ПРИ РОЗПОДІЛЕНОМУ ОБ’ЄМНО-РЕГЕНЕРАТИВНОМУ СПОСОБІ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА.....	41
3.1 Заміна існуючої системи автоматизації для організації об’ємного спалювання палива.....	41
3.2 Висновки до розділу.....	44

4	РОЗРОБКА ВЕБ-СТОРІНКИ.....	46
4.1	Розробка основної сторінки.....	47
4.2	Розробка допоміжної сторінки “Контакти”.....	51
4.3	Розробка допоміжних сторінок звітності за кожну неділю попереднього місяця.....	54
4.4	Розробка системи обмеженого доступу.....	58
4.5	Висновки до розділу.....	60
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	62
5.1	Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	62
5.2	Заходи з поліпшення умов праці.....	65
5.3	Виробнича санітарія.....	67
5.3.1	Мікроклімат.....	67
5.3.2	Вентиляція.....	68
5.3.3	Кондиціонуючі установки.....	69
5.3.4	Освітлення.....	69
5.4	Електробезпека.....	70
5.5	Пожежна безпека.....	71
5.6	Засоби індивідуального захисту.....	72
5.7	Розрахунок небезпечної зони при роботі крану.....	73
	ВИСНОВОК.....	75
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	77
	Додаток А. Функціональна схема автоматизації.....	84
	Додаток Б. Принципова електрична схема.	85
	Додаток В. Текст програми для розробки веб-сайту.....	86
	Додаток Г. Текст програми для системи обмеженого доступу.	89

ВСТУП

Актуальність роботи. Металургійне виробництво обов'язково включає термічну обробку матеріалів в нагрівальних печах різних типів та призначень. Підприємства України охоплюють широкий спектр термічної обробки металу, тому питанню якості нагріву металу приділяється багато уваги як з точки зору управління технологічними процесами, так і з питань енергозбереження. Сучасні ринкові умови вимагають конструктивних рішень щодо економії палива, а також конкурентоспроможності на світовому ринку.

Опалення нагрівальних колодязів відбувається газоподібним паливом, в більшості природним газом, ринкова вартість якого постійно зростає, тому розробка, удосконалення та впровадження нових пристроїв і методів, які призводять до економії палива, є найважливішим завданням сучасних систем управління тепловими технологічними процесами.

Будучи початковою ланкою технологічної лінії прокатного виробництва, нагрівальні колодязі в своїй роботі тісно пов'язані з ритмом роботи прокатного обладнання, і поряд з цим зберігають особливості, притаманні всім теплотехнічним агрегатам.

Вимоги до роботи нагрівальних колодязів включають в себе:

- забезпечення заданої продуктивності;
- забезпечення якості нагріву, що задовольняє подальшу технологію обробки, за структурою і за механічними властивостями металу, за ступенем окалиноутворення і зневуглицювання;
- ефективне використання палива, характеристикою якого служить питома витрата енергії на одиницю продукції в кг умовного палива на 1 тону продукції;
- відповідність екологічним нормам по гранично допустимому викиду в атмосферу пилу і шкідливих газів;
- механізація праці при експлуатації та ремонті печі та автоматизація її теплового режиму.

В даній роботі представлені рішення щодо питань підвищення якості нагріву металу, рівномірності нагріву та енергозбереження за допомогою автоматизації системи управління.

Мета роботи: удосконалити систему опалення та управління температурним режимом в регенеративному нагрівальному колодязі.

Задачі роботи:

- провести аналіз системи опалення та способів спалювання палива у нагрівальних колодязях;
- розробити надійну систему автоматизації;
- розробити WEB-сторінку звітності по нагрівальному колодязю.

Наукова новизна:

1. Вивчено особливості нагріву металу у нагрівальному колодязі при використанні різних режимів роботи печі.
2. Удосконалено систему автоматизації при об'ємно-регенеративному способі спалювання палива.
3. Розроблена WEB-сторінка звітності нагрівального колодязя.

Об'єкт дослідження. Регенеративний нагрівальний колодязь.

Предмет дослідження. Процес спалювання палива та температурний режим регенеративного нагрівального колодязя.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає в тому, що використовуючи удосконалену систему автоматизації, можна впливати на рівномірність нагріву злитків, а також на економію палива.

Особистий внесок. Теоретичні дослідження виконані автором самостійно. Внесок автора полягає у вдосконаленні системи автоматизації для надійної роботи нагрівального колодязя та створення WEB-сторінки звітності, в обробці результатів, їх аналізі, систематизації та формулюванні висновків.

Апробація результатів. Матеріали магістерської роботи були повідомлені на наукових конференціях ЗДІА.

Публікації. Основні результати магістерської роботи опубліковані в друкарській роботі, а саме у тезах науково-технічних конференцій ЗДІА.

Структура та обсяг магістерської роботи. У загальній частині описано роботу нагрівальних печей та проведено аналіз методів та способів удосконалення роботи нагрівальних колодязів в Україні та в інших країнах.

У спеціальній частині було обрано спосіб для організації розподіленого об'ємно-регенеративного спалювання палива. Дано детальний опис способу, його організації. Підібрана надійна система автоматизації. Розроблена WEB-сторінка.

У розділі охорони праці проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів обтискового цеху та розроблені заходи щодо їх запобігання.

На магістерську роботу на тему: «Удосконалення системи опалення і управління температурним режимом за умови економії палива», яка включає 82 сторінку машинописного тексту, 13 рисунків, 4 таблиці, 58 найменувань переліку посилань та 4 додатки на 6 аркушах.

1 РЕГЕНЕРАТИВНИЙ НАГРІВАЛЬНИЙ КОЛОДЯЗЬ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Для того, щоб регенеративні нагрівальні колодязі відповідали вимогам, що поставлені до них, необхідно удосконалювати конструктивні елементи, а також способи опалення. Це суттєво розширить можливості регенеративних нагрівальних колодязів, підвищить якість теплової обробки, а також збільшить їх продуктивність.

1.1 Опис роботи регенеративного нагрівального колодязя

Нагрівальний колодязь - піч періодичної дії (з верхнім завантаженням і розвантаженням) для нагріву великих сталевих зливків перед прокаткою на обтискному стані [1]. У колодязі відбувається нагрів зливків масою від 2-3 до 25 тонн. Товщина злитків зазвичай перевищує $(350-400) \cdot 10^{-3}$ м, тому нагрів ведуть з 4 сторін, встановлюючи злитки вертикально в робочому просторі колодязя. Колодязі об'єднують в групи (по 2 або 4 колодязя) і для кожної групи передбачається окрема димова труба.

Нагрівальний колодязь є піччю камерного типу. У ньому підтримується однакова температура по всьому об'єму.

Принцип роботи будь-якого колодязя наступний. Зверху відкривається кришка і в камеру за допомогою крана завантажуються від 4 до 24 злитків. Ці злитки нагріваються до необхідної температури, а після нагрівання витягуються поштучно і направляються для прокатки на обтискні стани (блюмінги і слябінги). Далі цикл завантаження і нагріву злитків повторюється.

Нагрівання металу в обтисківому цеху здійснюється в регенеративних нагрівальних колодязях. Всього 14 груп колодязів: групи №№ 1 - 11, 13 і 14 состоять з 4-х осередків і для зручності розміщення плавок і видалення рідкого шлаку заблоковані по схемі 2 - 2 і 3 - 1. Група № 12 з рідким шлаковидаленням складається з 6 осередків і заблокована за схемою 3 - 3. Зазначені групи призначені

для нагріву вуглецевих, низьколегованих і високовуглецевих, легованих і спеціальних марок сталі [2].

У відділенні нагрівальних колодязів є один загальний газовий колектор і 3 повітряних (в перший колектор нагнітають повітря вентилятори груп №№1 - 6, у другій - вентилятори груп №№ 7 - 11, в третій - №№ 12 - 14).

Основні розміри робочого простору осередків наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні розміри робочого простору осередків

Номер групи	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм
1 – 7, 12 – 14	6900	2100	3320
8 – 11	6600	2100	3320

Колодязі опалюються доменним газом із збагаченням коксівним або природним газами до калорійності суміші 900 - 950 ккал / м³. Вищевказана калорійність суміші забезпечується роботою вузла збагачення, встановленого на газопроводі доменного газу. Бригадир на ділянці основного виробництва підтримує шляхом зміни витрати коксового і природного газів на вузлі збагачення необхідну калорійність за завданням нагрівальника 7-го розряду (старшого).

Кожен осередок має індивідуальні перекидні пристрої: клапан золотникового типу на газовому тракті і клапан метеликового типу на повітряному тракті.

Для прибирання продуктів згоряння кожна група має свою димову трубу, на групах №№ 1 - 11 висота труби - 50 м, на групах №№12, 13 і 14 - 80 метрів.

У кожному осередку тяга регулюється шибером встановленому в димовому борві.

Осередки груп №№ 1 - 14 обладнані шиберами похилого типу, а групи №№ 12-14 мають додатково поворотний шибер, встановлений в загальному борві газів, що відходять.

Кожен осередок обладнаний системою теплового контролю і автоматичного регулювання, що складається з наступних вузлів:

- вимірювання і регулювання температури в робочому просторі осередків;

- вимірювання витрати газу і повітря і регулювання співвідношення газ-повітря;
- вимірювання розрідження перед димовим шибером;
- автоматичної перекидання клапанів;
- вимірювання температури газів, що відходять;
- вимірювання тиску змішаного газу в загальному колекторі.

Крім того, всі групи обладнані автоматизованою системою управління нагрівом злитків, і кожна має локальний пульт [2].

Теплова потужність колодязів складає $(14,67-29,3) \times 10^6$ Дж/год, а маса садки 45-80 тон (на один колодязь).

Повітря підігрівають від 750 °С до 1150°С, а доменний газ – від 800 °С до 1150°С. Об'єм насадки газового регенератора від $2 \text{ м}^3/10^6$ ккал/год до $4 \text{ м}^3/10^6$ ккал/год теплової потужності, а повітряного від $2,5 \text{ м}^3/10^6$ ккал/год до $4,5 \text{ м}^3/10^6$ ккал/год (одна сторона). Насадки системи Сіменс з розмірами осередка 65 мм.

На регенеративних колодязях застосовують кришки арочного типу з литою рамою, що пересуваються рейковими механізмами.

Каркас колодязя - суцільнозварна металева конструкція. Каркас облицьовують сталевим листом завтовшки 6-10 мм. Підповоді балки розраховують на статичне навантаження від кладки і злитків. При цьому вводять коефіцієнт запасу, що в три-п'ять разів перевищує розрахункове навантаження (на випадок падіння на подину злитка з кліщів крана).

Фундамент колодязів складається з плити з двома підпірними стінами. Одна зі стін розташована з боку залізничних колій, а друга-з боку димових труб. На стіну встановлюють колони зовнішнього ряду будівлі відділення колодязів. Фундаменти колон середнього ряду будівлі відділення розташовують під плитою, в якій передбачають отвори для банкетки колони. Всі елементи фундаменту виконують з монолітного залізобетону. Плину і підпірні стіни захищають від перегріву, влаштовуючи шанцевого вистилання з глиняної звичайної цегли під регенераторами і боровами [3].

Регенеративний нагрівальний колодязь зображено на рисунку 1.1.

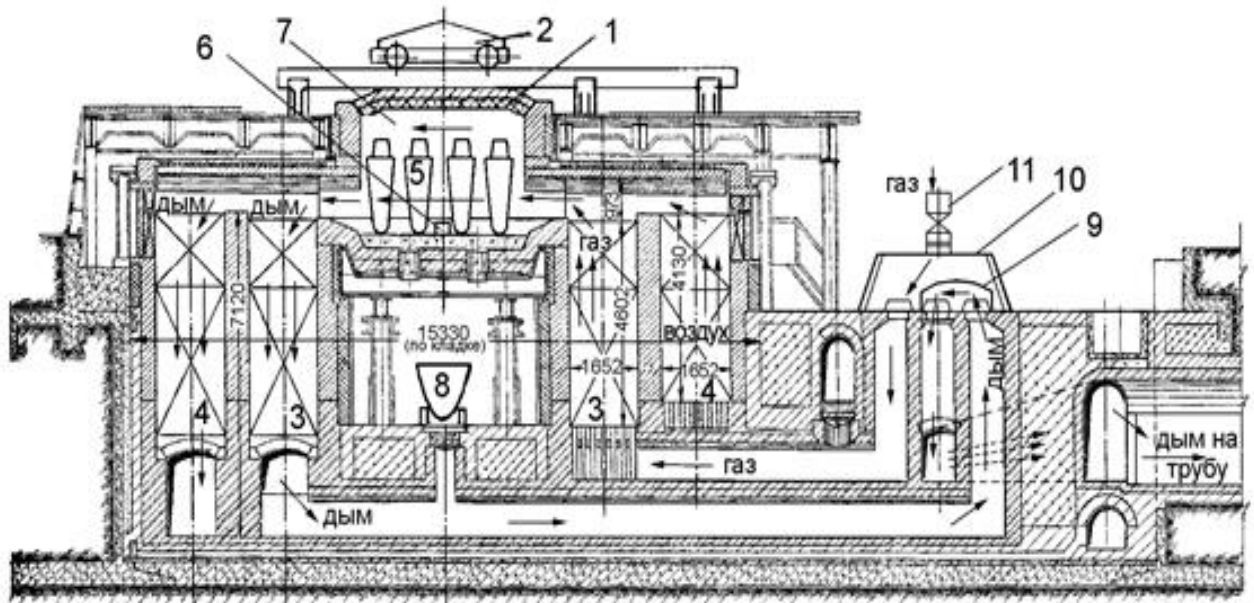


Рисунок 1.1 – Схема регенеративного нагрівального колодязя

1 – кришка; 2 – механізм переміщення кришки; 3 – газовий регенератор;
 4 – повітряний регенератор; 5 – злитки; 6 – шлакова лютка; 7 – робочий простір
 (група); 8 – шлакова чаша; 9 – золотник газового клапана; 10 – газовий клапан;
 11 – підвід газу до осередку

В регенеративних нагрівальних колодязях нагрів газу і повітря відбувається в регенераторах [4-6]. Довжина робочого простору від 3м до 6м, ширина - близько 2 м і глибина – від 3м до 3,5м. Маса посадки близько 45-80 тон. Розташування злитків відбувається по довжині вздовж стін. Факел в колодязі з реверсивним рухом.

Злитки доставляються із мартенівського цеху, зі складу ЦПС, зі складу злитків обтискового цеху та ДСС.

Усі гарячі злитки доставляються на нагрівальні колодязі, як правило, із «рідкою серцевиною», для чого час від кінця розливки плавки до кінця посадки в кожен осередок останнього злитка (час транспортування) повинен бути для злитків ХУ, 1Б типу від 1 години 10 хвилин до 2 годин включно.

Холодні злитки зі складу ЦПС та обтискового цеху доставляються в відповідності з завданням ПРО комбінату та графіків ПРБ обтискового цеху.

Не допускається укладання на одну вагонетку злитків більше 2-х плавок, за виключенням «збірних» плавок. Злитки на візок укладаються так, щоб відстань між ними була не менше 300мм [2].

Колодязь працює за наступним принципом. За допомогою кліщового крана злитки холодного або гарячого посаду розміщують уздовж стін робочого простору. Через одну з декількох пар регенераторів надходить повітря і газ, які перемішуються в просторі над регенератором і утворюють форс полум'я. Гарячі гази йдуть в іншу пару регенераторів, підігриваючи їх. Після досягнення верхніми рядами регенеративної насадки граничної температури (приблизно через $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ год.) відбувається перекидання газового і повітряного клапанів. Внаслідок чого суміш буде проходити через регенератори і вже там нагріватися. Димові гази нагрівають іншу пару регенераторів. Через цей же час відбудеться перекидання клапанів і цикл повторюється. При коротких інтервалах перекидання клапанів зменшується температура диму після регенератора і при цьому зменшується витрата палива. Так само при невеликих інтервалах, зростає непродуктивна витрата палива, яка заповнює насадку газового регенератора перед переведенням і витісняється зустрічним потоком диму в димар.

Після того як посадка злитків доводиться до потрібної температури, заготовки поштучно виймають і відправляють на прокатний стан. В середньому час нагрівання 6-7 годин.

Температура нагріву заготовок в залежності від марки сталі знаходиться в інтервалі від 1201°C до 1351°C . Найбільша температура диму на вході в регенератор від 1401°C до 1451°C , на виході - від 501°C до 601°C . Найбільша температура нагріву суміші від 901°C до 1001°C .

При гарячому посаді (від 800°C до 700°C) витрата умовного палива $(20-40) \cdot 10^{-3}$ т у.п/т сталі, при холодному $(55-65) \cdot 10^{-3}$ т у.п/т.

Заходи для зниження витрати палива:

- нагрівання злитків з не повністю затверділої серцевиною, це скорочує час нагрівання і підвищує початкову температуру;

- застосування дуття з збагаченим киснем, для зменшення витрати диму і скорочення втрат теплоти з газами;
- збільшення довжини осередку колодязя, при цьому зростає продуктивність колодязя;
- більш якісне перемішування повітря і газу, з завданням недопущення догорання палива в регенераторах.

1.1.1 Аналіз існуючого рівня автоматизації нагрівального колодязя на ПАТ «ЗМК «Запоріжсталь»»

Система нижнього рівня складається з:

- шафи управління групою нагрівальних колодязів;
- системи вимірювання температури в осередку;
- системи вимірювання температури вихідних газів;
- системи вимірювання витрат газу та повітря;
- системи вимірювання розрідження перед шибером;
- виконавчих механізмів заслонок газу, повітря та шибера.

Шафа встановлена в середній частині приладів КВП і А. Зовнішній вигляд шафи зображений на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд шафи управління на групі

В шафі знаходиться вся необхідна апаратура, а саме промисловий контролер з монітором та клавіатурою, елементи системи живлення та заземлення, система вентиляції та система гальванічних розв'язок аналогових та дискретних сигналів.

У склад системи вимірювання температури в осередку входить:

- термопара ПП, що встановлена на кришці нагрівального колодязя;
- реєструючий прилад ДИСК-250, що встановлений на панелі приладів КВП і А.

У склад системи вимірювання температури вихідних газів входить:

- термопара ХА, що встановлена в коробі вихідних газів;
- реєструючий прилад ДИСК-250, встановлений на панелі приладів КВП і А.

У склад системи вимірювання витрати газу входить:

- дифманометр, установлений в шафі обладнання КВП, поряд з приміщенням КВП групи нагрівальних колодязів;
- нормуючий перетворювач НП-ПЗ(Н), встановлений на панелі приладів КВП і А.

У склад системи вимірювання витрати повітря входить:

- дифманометр, установлений в шафі обладнання КВП, поряд з приміщенням КВП групи нагрівальних колодязів;
- нормуючий перетворювач НП-ПЗ(Н), встановлений на панелі приладів КВП і А.

у склад системи вимірювання розрідження перед шибером входить:

- дифманометр, установлений в шафі обладнання КВП, поряд з приміщенням КВП групи нагрівальних колодязів;
- нормуючий перетворювач НП-ПЗ(Н), встановлений на панелі приладів КВП і А.

Ядром нижнього рівня АСУ НС являється промисловий контролер (ПК) виробництва "Advantech", призначений для збору, зберігання і обробки інформації від датчиків, видачі керуючих впливів на виконавчі механізми і виконання робочої програми.

До інформаційного забезпечення системи нижнього рівня відносяться сигнали, що формуються підсистемами аналогового введення і дискретного введення/виведення, а також підсистема введення і відображення інформації.

Вхідними сигналами є:

- температура в осередку,
- витрата змішаного газу,
- витрата повітря,
- температура газів, що відходять,
- розрідження перед шиббером.

Існує два основні режими роботи АСУ НС нижнього рівня - режим регулювання і режим автоматизованого нагріву.

Нагрівання злитків в режимі регулювання здійснюється за безпосередньої участі нагрівальника на групі. В цьому режимі система підтримує задані нагрівальником і технологічні параметри.

Система в автоматизованому режимі роботи дозволяє здійснювати нагрів зливків відповідно до технологічних інструкцій з мінімальним втручанням нагрівальника в процес нагріву.

У склад системи верхнього рівня входить:

- робоча станція верхнього рівня з клавіатурою;
- система електроживлення.

Робоча станція розташована на робочому місці старшого нагрівальника, в приміщенні старшого нагрівальника.

Ядром верхнього рівня АСУ НС є робоча станція виробництва "Advantech", призначена для збору, зберігання і обробки інформації від системи нижнього рівня, розподілу даних по плавкам між контролерами нижнього рівня і виконання робочої програми.

До інформаційного забезпечення верхнього рівня відноситься система введення і відображення інформації.

Технологічна інформація по плавці, що вводиться в систему верхнього рівня старшим нагрівальником:

- номер плавки;
- група марок сталі;
- тип злитка;
- марка стали;
- час кінця розливання;
- час замовлення ЦГПТЛ;
- кількість злитків в плавці;
- кількість злитків в осередку.

Крім того, система верхнього рівня отримує інформацію про поточний стан осередків груп нагрівальних колодязів по локальній обчислювальній мережі.

Введення даних в робочу станцію верхнього рівня здійснюється з клавіатури робочої станції з використанням механізму діалогових вікон і меню.

Відображення інформації здійснюється у вікнах на екрані монітора. Існує кілька типів вікон - головне робоче вікно програми, діалогові вікна, інформаційні вікна.

Робота системи верхнього рівня полягає у введенні даних по плавці, що надійшла до відділення нагрівальних колодязів, розподілі цієї плавки по групах нагрівальних колодязів по осередках груп і в передачі цих даних на необхідний локальний контролер нижнього рівня.

Вихідними даними, що вводяться для кожної плавки, що надійшла, є:

- номер плавки,
- група марок сталі,
- марка стали,
- тип злитка,
- час кінця розливання,
- кількість злитків в осередку.

Після надходження інформації про час замовлення ЦГПТЛ на ту чи іншу плавку, в систему верхнього рівня ця інформація вводиться старшим нагрівальником і автоматично передається на ту групу колодязів, де відбувається нагрів замовленої плавки.

Крім цього, система верхнього рівня надає можливість старшому нагрівальнику стежити за ходом технологічного процесу зі свого робочого місця, отримуючи поточну інформацію з будь-якої групи колодязів. Система верхнього рівня надає старшому нагрівальнику інформацію про ті ж самі параметри роботи групи осередків, що виведені на екран локальних контролерів нижнього рівня.

1.2 Аналіз методів та способів удосконалення роботи регенеративного нагрівального колодязя

1.2.1 Аналіз режимів опалення нагрівальних печей

Нагрів злитків в нагрівальних колодязях має два періоди. В першому періоді витрати палива, або загальна теплова потужність печі підтримується на максимальному рівні. До кінця цього періоду температура печі досягає такого рівня, який в подальшому гарантує якісний нагрів металу. Якість нагріву забезпечується витримкою в другому періоді при умові постійної температури печі ($t_{\text{печ}} = \text{const}$). В цьому періоді досягається задане значення температури поверхні металу (від 1200°C до 1350°C) та перепад температури по перерізу злитка [7].

На підприємства чорної металургії країн СНД при нагріванні сталевих злитків перед прокаткою на станах слябінг та блюмінг широке поширення отримали регенеративні нагрівальні колодязі. В цих колодязях злитки нагріваються з комбінованим режимом, що складається із двох періодів:

- період нагріву злитків, реалізуючи при постійній максимальній тепловій потужності колодязя і максимальній витраті суміші з високою та низькою калорійністю;
- період томління злитків, реалізуючи за постійною контрольною температурою в колодязі та опалення його тільки компонентом палива з низькою калорійністю, витрату якого знижують на залежність, що має експоненціальний характер.

На деяких металургійних підприємствах України в колодязях даного типу здійснюють роздільне підведення компонента палива з високою (коксівий газ) і компонента палива з низькою (доменний газ) калорійністю, причому компонент палива з низькою калорійністю є основним компонентом газової суміші, а компонент палива з високою калорійністю застосовують тільки при реалізації періоду нагріву злитків.

Застосування роздільного підведення компонентів палива з різною калорійністю до регенеративного нагрівального колодязя дозволяє витратити компонент палива з високою калорійністю в кількості, яка необхідна для реалізації періоду нагріву злитків до контрольної температури. При переході нагрівального колодязя на період томління злитків подачу компонента палива з високою калорійністю припиняють незалежно від роботи інших колодязів. Далі період томління злитків здійснюють при опаленні колодязя тільки компонентом з низькою калорійністю. Отже, за таким режимом опалення регенеративних колодязів досягають раціонального витрачання компонента палива з високою калорійністю.

Однак під час роздільного підведення компонентів палива з високою і низькою калорійністю до регенеративного нагрівального колодязя перехід від періоду нагріву злитків до періоду їх томління супроводжується зниженням теплової потужності колодязя до величини, менше необхідного значення в умовах теплообміну за припинення подачі компонента палива з високою калорійністю в момент досягнення в робочому обсязі колодязя заданого рівня температури. Як наслідок, відбувається як зниження продуктивності даного агрегату, так і підвищення чаду металу за збільшення тривалості періоду томління злитків.

Запропоновано режим опалення регенеративних нагрівальних колодязів, згідно з яким початкову стадію періоду томління злитків здійснюють з максимальної витрати компонента палива з низькою калорійністю, а заданий рівень температури в робочому обсязі колодязя забезпечують зміною витрати компонента палива з високою калорійністю. Подачу компонента палива з високою калорійністю припиняють, коли величина питомої теплової потужності

колодязя відповідає значенню, необхідному в умовах теплообміну, і досягається під час опалення даних агрегатів тільки компонентом палива з низькою калорійністю. Подальшу підтримку постійного рівня заданої температури в робочому обсязі колодязів даного типу забезпечують зміною витрати компонента палива з низькою калорійністю [8].

Були проведені порівняльні випробування традиційного і запропонованого режимів опалення. Завершення періоду підйому температури в робочому обсязі колодязів фіксували за допомогою стаціонарних термоелектричних термометрів, а завершення періоду томління злитків - за досягненням витратою компонента палива з низькою калорійністю значення, що відповідає необхідній величині потужності холостого ходу колодязя.

Проведеними випробуваннями встановлено, що запропонований режим опалення регенеративних нагрівальних колодязів дозволяє усунути ймовірність появи тимчасового теплового дефіциту на початковій стадії періоду томління злитків, а, отже, і зниження заданого рівня контрольної температури в їх робочому обсязі, який спостерігається в даний період за традиційним режимом опалення. Як наслідок, зафіксовано скорочення тривалості періоду томління злитків на 2,7 ... 3,0% і зниження чаду металу в колодязях даного типу на 3,2 кг / т [8].

У роботі [9] розроблена інженерна методика розрахунку оптимальної тривалості нагріву та термостатування слябів, розлитих на машинах безперервного лиття заготовок, при загрузці їх в нагрівальні печі в гарячому стані. За даною методикою після того, як середньомасова температура сляба в деякий момент часу досягне значення температури прокачування, сляб необхідно видалити із печі та помістити в термостат. При цьому, при режимі термостатування слябів теплові витрати із поверхні сляба в термостаті відсутні. А для компенсації витрат теплоти через стінки термостата, його стіни мають внутрішній обігрів. Робочий простір термостата також може бути заповнений інертним газом для виключення окислення поверхні слябів.

Таким чином, при реалізації пропонованого методу гарячого посаду може бути досягнута значна економія палива в нагрівальній печі прокатного виробництва, збільшення продуктивності печі та зниження чаду металу в печі.

У роботі [10] представлено спосіб нагріву злитків з рідкою серцевиною у нагрівальному колодязі, згідно з яким пропонується три періоди нагріву злитків: витримка, збільшення температури при максимальному тепловому навантаженні та томління. При чому, період витримки здійснюється після періоду збільшення температури, а період томління за 0,3-0,75 години до закінчення кристалізації злитка. При цьому, час періоду томління (0,3-0,75 год. до закінчення кристалізації) жорстко регламентується и не залежить від кількості злитків, що завантажені до колодязя. Період томління здійснюється для того, щоб поверхня злитка за час доставки до прокатного стану не переохолодилась. Даний спосіб дозволяє уникнути значного градієнту температур по перерізу нагрітого злитку та скоротити кількість чаду металу. Також завдяки даному способу значно зменшується витрата палива та збільшується вихід придатного металу.

У роботі [11] пропонується спосіб опалення нагрівальних печей з використанням двох періодично працюючих пальників, що обладнані регенеративними теплообмінними насадками. У кожному з пальників здійснюється спалювання газу чи відвід продуктів горіння з їх наступним охолодженням в теплообмінній насадці. Зміна режиму спалювання газу на режим відводу продуктів згорання та навпаки здійснюється перемиканням потоків повітря та продуктів згорання за допомогою клапана, змонтованого на трубопроводах. Новим в даній роботі є те, що частину відведених продуктів згорання із відповідного трубопроводу направляють на вхід повітрорудного пристрою, при цьому кількість продуктів згорання відбирають достатнім для зниження концентрації кисню в повітрі, що подається для згорання газу, до 13-18%. Винахід дозволяє досягти більш повної утилізації тепла відхідних продуктів згорання і зменшення утворення оксидів азоту в печі.

1.2.2 Аналіз технології теплової обробки сталі в нагрівальних печах

В роботі [12] наведено теоретичне обґрунтування необхідності використання систем автоматичної оптимізації управління процесом спалювання палива в межах робочого простору нагрівальної печі з метою поліпшення умов спалювання і зниження питомих витрат палива та розроблено алгоритм та програмне забезпечення розрахунку енергозберігаючих режимів нагріву металу з урахуванням технологічних обмежень на температуру робочого простору печі, поверхні металу і конструктивних особливостей нагрівальної печі з умовою забезпечення гарантованого нагрівання металу до кінця заданого часу.

Для оптимізації управління процесом спалювання палива в робочому просторі нагрівальних печей запропонований оптимізуючий алгоритм управління з розділенням пошукової та робочої зміни витрати повітря на горіння. Експериментально доведено працездатність даного алгоритму в умовах, близьких до реальних виробничих.

Було порівняно траєкторії нагріву. На підставі цих порівнянь очікується зниження питомих витрат палива на 5-7% при реалізації енергозберігаючих режимів управління нагріванням і оптимізації процесу спалювання палива.

В роботі [13] запропонована методика визначення температури та напруги в плоскій стінці при однобічному нагріві випромінюванням. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні елементів високотемпературних нагрівальних пристроїв, а також при призначенні режимів нагріву плоских злитків та заготівок.

Отримані результати багато в чому узгоджується з результатами роботи [14], в якій розглянута аналогічна задача нагріву пластини постійним тепловим потоком.

В роботі [15] отримано аналітичне рішення задачі нагріву-охолодження термічно масивних тіл в камерному режимі прямої контактної рекуперації тепла нагрітого матеріалу, яке може бути використано для розрахунків печей та їх теплових режимів при випалюванні та деяких видів термічної обробки виробів.

На базі аналітичного вирішення задачі розроблена та складена програма розрахунку температури тіл, що нагріваються та охолоджуються, та її розповсюдження по товщині прогріву для камерного режиму прямої контактної рекуперації тепла.

Зважаючи на специфіку кожного відокремленого технологічного процесу нагріву, що залежить від конструкції печі, розмірів садіння, товщини і матеріалу злитків, що нагріваються, та інших параметрів, важко заздалегідь встановити тепловий режим печі та тим паче якість нагріву металу. Саме, серйозною проблемою на діючих пічних агрегатах продовжує залишатися нерівномірний нагрів металу в місцях контакту заготовок з опорними поверхнями.

Доцільність застосування пічних агрегатів з оптимальними техніко-економічними параметрами тепловому режиму описана в роботі [16].

В роботі [17] сформульовані основні задачі, які повинні вирішуватися при допалюванні безпосередньо в камері печі горючих компонентів, які знаходяться в пічних газах.

Використання енергозберігаючих режимів нагріву дозволяє значно зменшити питомі витрати палива на нагрів та скоротити існуючу різницю між показниками ефективності управління режимами нагріву у вітчизняній металургії та аналогічними показниками інших країн [18].

В роботі [19] розглядається реалізація системи оптимального управління тепловим режимом промислової печі, в якій виділено три основних взаємопов'язаних контури: контур оптимального управління розподілом температур по зонах промислової печі, контур оптимізації управління спалюванням палива і контур оптимізації управління газодинамічним режимом в робочому просторі промислової печі.

Використання енергозберігаючих оптимальних режимів нагріву вимагає докорінного і кардинального переогляду концепції існуючого розподілу теплових навантажень у часі для прохідних печей. Необхідно мати більше число рівноцінних за тепловим навантаженням зон нагріву і поліпшення інформаційного забезпечення ходу технологічного процесу

Навіть часткова реалізація енергозберігаючого управління тепловим режимом за рахунок зниження теплових навантажень в початковій (в перших по ходу металу зонах) інтервал часу нагріву дозволила на печах зменшити питому витрату умовного палива від 2% до 3%.

1.2.3 Аналіз способів організації об'ємного спалювання палива

Питаннями дослідження впливу кратності рециркуляції пічних газів на рівномірність температурного поля в робочому просторі печі, на якість нагріву металу, на споживану потужність і інші характеристики і параметри займався А.У.Пуговкін. У його роботі [20] показано, що високий рівень рециркуляції гріють газів в робочому просторі печі може бути отриманий одним із таких способів:

- за рахунок примусової циркуляції пічних газів жаростійкими або охолоджуваними вентиляторами, вбудованими в піч;
- організацією високого рівня кінетичної енергії струменів реагентів горіння за допомогою додаткових пристроїв, які інжектуються і каналів в пальнику і печі;
- отриманням додаткової кінетичної енергії струменів пічних газів за рахунок рециркуляційних каналів в стінах печі;
- за допомогою спеціальних пальників, що створюють високий рівень імпульсу потоків повітря і палива або струменів продуктів згорання.

Область застосування перших трьох способів обмежена тепловою стійкістю інжекторів, вентиляторів, додаткових пристроїв і наявністю складної конструкції робочого простору печі.

Для організації інтенсивної внутрішньої рециркуляції за допомогою спеціальних пальників необхідна розробка конструкції пальникового пристрою, що створює необхідний рівень кількості руху палива і повітря і їх кінетичної енергії. Вибір величини і співвідношення цих та інших динамічних характеристик пічних газів дозволяє забезпечити необхідну траєкторію пічних газів із заданою кратністю рециркуляції і об'ємне горіння в робочій камері нагрівальної печі.

У статті [21] розглянуті основні переваги нового перспективного об'ємно-регенеративного способу спалювання палива в нагрівальних печах і необхідність підвищення його ефективності шляхом автоматизованого управління. Визначено основні вимоги щодо організації об'ємно-регенеративного способу спалювання палива. В статті було визначено основні технологічні параметри, які повинні регулюватися певним чином для підтримки оптимального режиму спалювання палива. Також завдяки розробленим алгоритмам управління вдалося досягти практично повного контролю параметрів технологічного процесу і автоматичної підтримки способу опалення в межах об'ємно-регенеративного без можливості переходу до факельної.

У патенті на корисну модель №44023 [22] описана конструкція регенеративного нагрівального колодязя з торцевих опаленням. До переваг такого рішення слід також віднести можливість модернізації існуючих рекуперативних нагрівальних колодязів з верхньої пальником без істотних змін конструкції робочої камери [23]. Відповідно до патенту новий спосіб спалювання палива в колодязі можна реалізувати наступним чином.

Існуючий керамічний рекуператор і пальник демонтуються. У торцевій стіні встановлюється два горілчані пристрої об'ємного спалювання палива, обладнаних індивідуальними компактними регенераторами. Регенератори, перекидні клапани, запірні арматура розташовуються на місці демонтованих пальника і рекуператора. Насадка регенераторів - кулькова, стільниковий або трубчаста з високорозвиненою поверхнею теплообміну. Було проаналізовано роботу цього нагрівального колодязя і визначено, що реверсивний рух пічних газів, циклічну зміну їх траєкторії призводить до поліпшення умов нагрівання злитків як по висоті, так і по довжині робочої камери регенеративного нагрівального колодязя з торцевих опаленням. Наявність об'ємного спалювання палива, петлевої траєкторії руху реверсу і розвиненою внутрішньої рециркуляції пічних газів сприяє виникненню рівномірного температурного поля в печі, а глибока утилізація пічних газів в мінірегенераторах забезпечує низьку витрату палива в печі. Відповідно до патентом, застосування такої конструкції колодязя

дозволяє збільшити рівномірність нагрівання металу від 5% до 10%, як по висоті, так і по довжині робочого простору і знизити питомі витрати палива і, відповідно, питома викид оксидів азоту в атмосферу від 10% до 20%.

1.3 Методи удосконалення роботи нагрівальних печей в інших країнах

Для дослідження особливостей ефективного управління нагрівом металу та зменшення теплових втрат у нагрівальних печах розглянемо методики, що пропонуються на сьогоднішній день.

Одним із показників, що характеризує енергетичну ефективність роботи печі, є коефіцієнт рекуперації (чи регенерації), що показує ступінь утилізації теплоти вихідних газів. Чим більша ступінь утилізації теплоти продуктів згорання, тим більша частина теплоті палива використовується в об'ємі печі для реалізації технологічного процесу, і тим самим менша питома витрата палива і відповідно собівартість продукції.

У роботі [24] приведено основні три схеми утилізації теплоти вихідних газів. Перша схема передбачує підігрів повітря для підведення його в осінньо-зимові періоди до робочого місця для обігріву, друга – установку додаткового газо-водяного теплообмінника для використання у системі гарячого водопостачання, третій варіант полягає у подачі нагрітого повітря до пальників печей.

Найбільш поширена система утилізації теплоти димових газів нагрівальних печей включає установлений за піччю рекуператор та серійний котел-утилізатор з димососом [25].

Для промислових печей, що використовуються на машинобудівних підприємствах Республіки Білорусь, використання комбінованої утилізації теплоти вихідних газів дозволить збільшити ККД печі з 5-17 до 40-65 %.

Авторами роботи [26] розглянута оптимізація роботи рекуператора з точки зору мінімізації його поверхні нагріву при обмеженнях на температури в небезпечних точках рекуператора.

Найбільш повне врахування усіх критеріїв, що підлягають оптимізації, приведено у роботі [27]. Авторами показано, що ефективність використання палива в печах може бути збільшена завдяки поєднанню заходів по забезпеченню повного його згорання при мінімальному надлишку повітря та максимально можливій утилізації фізичної теплоти вихідних газів.

Аналіз вище викладених підходів до визначення оптимальних параметрів теплообмінників показав необхідність проведення подальших досліджень по вибору оптимальної температури підігрітого повітря в рекуператорах, що застосовуються до нагрівальних печей виробництва Республіки Білорусь.

У роботі [28] пропонується три фактори, що впливають на ефективність споживання палива: *теплотехнічні фактори*, що включають рекуперація теплоти вихідних газів збільшує ККД печі від 15% до 22 % та зменшують витрати палива від 16% до 26 %, зниження витрат теплоти через огороження печі та на акумуляцію теплоти кладкою дозволяє збільшити ККД від 6% до 8 % та зекономити від 25% до 40% палива, використання сучасних газопальникових пристроїв із автоматичним регулюванням співвідношення «газ-повітря» збільшить ККД від 4% до 6 %, забезпечить економію палива на 10 %, автоматизація теплового режиму роботи печі дозволить зекономити до 15 % палива; *технологічні фактори*, що включають зменшення тривалості теплової обробки дозволяє зекономити від 12% до 15 % палива, підвищення теплоти металу перед обробкою, створення економічних теплових режимів; *фактори управління*, що включають оптимізацію загрузки, оптимізацію теплового режиму, зменшення тривалості холостого ходу, дотримання режимно-експлуатаційної та нормативно-виробничої дисципліни.

Необхідно відмітити, що реалізація указаних заходів разом забезпечить економію палива на рівні від 40% до 60 % та більше, в залежності від стану печі.

Багато авторів схильні до методів математичного моделювання для зменшення витрат теплоти та збільшення енергетичної ефективності нагрівальних печей.

Наприклад, роботи уральської металургійної школи [29] присвячені використанню зональних методів при моделюванні процесів теплообміну в печах. Автор підкреслює також, що передові методи розрахунку та моделювання процесів теплообміну в печах засновані на використанні систем САПР та комп'ютерного аналізу.

Авторами роботи [30] проведено аналіз застосування сучасних методів моделювання для розрахунку теплової роботи паливних нагрівальних печей. Було підкреслено, що сучасні методи моделювання з врахуванням процесів горіння палива дозволяють оцінити вплив кількості та розташування пальникових пристроїв, а також їх конструктивні особливості на якість спалювання палива та на нагрів виробів в печах різних типів.

В даний час поряд з традиційними методами рішення задач теплопровідності широкого поширення отримали програмні комплекси, що дозволяють враховувати ряд складних теплофізичних та гідродинамічних процесів, що відбуваються у високотемпературних теплотехнічних установках.

Також пропонується ряд рішень при використанні систем автоматичного регулювання. Наприклад, фірмою «General Electric» (Великобританія) запропоновано дворівневу систему. Нижній рівень реалізовано на мікро-ЕОМ. Він здійснює управління локальними засобами під час та після зупинок. Економія палива при цьому окупає вартість системи за один рік. Верхній рівень управління підвищує якість нагріву заготовок завдяки прогнозуванню та оптимізації процесу нагріву для кожної заготовки. З врахуванням даних про заготовки система обирає таку температуру, котра забезпечує необхідний нагрів заготовок.

У системі фірми «Кобе сейкосьо» (Японія) окремими параметрами печі керують локальні регулятори, які працюють в режимі прямого цифрового управління. ЕОМ, яка керує роботою нагрівальної печі, отримує інформацію про розміри сляба, умови прокатки та інші параметри процесу від ЕОМ, що керує процесом прокатки, визначає стратегію управління нагрівом металу та встановлює завдання локальним регуляторам температури. Для кожного нового слябу, що надійшов до печі, розраховується температура видачі, а потім кожні

чотири хвилини розраховується задана температура та мінімальна кількість палива, необхідного для нагріву сляба відповідно до прийнятого режиму. Температуру сляба в печі знаходять з одномірного рівняння теплопровідності. Відповідно до таких умов нагріву, як задана температура видачі сляба, розміри сляба, тривалість нагріву та з врахуванням інших параметрів з стандартних режимів обирають режим нагріву, при якому питома витрата палива мінімальна.

На заводі фірми «Italimpianti» (Німеччина) впроваджена дворівнева система. Перший рівень представляє собою локальну САР, побудовану на програмованих мікропроцесорних контролерах, які об'єднано в одну мережу. Цей рівень забезпечує регулювання витрат повітря та газу, тиску в печі, управління нагрівом повітря. Другий рівень побудовано на керуючій ЕОМ. Зв'язок між двома рівнями здійснюється оптико волоконним або коаксіальним кабелем. Стратегія нагріву розраховується на ЕОМ, що забезпечує оптимальний графік нагріву заготовок. Стратегія управління нагрівом містить в собі систему стеження за заготівками, модель нагріву, побудовану на базі одномірного рівняння теплопровідності, блок розрахунку оптимальної траєкторії нагріву кожної заготівки та блок розрахунку уставок регуляторам температур.

Багато підприємств різних країн пропонують установлення регенеративних пальників. Відома німецька фірма Loi Thermprocess GmbH закінчила будівництво регенеративної нагрівальної печі з крокуючими балками на заводі Hoesch Hohen Limburg та отримала новий заказ на модернізацію печі із подом, що обертається від австрійської фірми Voest – Alpine Tubulares Co/KG для заводу в Donawitz. Продуктивність печі при нагріванні заготовок діаметром 230 мм та довжиною 2500 мм збільшилась із 60-75 до 108 т/год за рахунок установки регенеративної системи опалення [31].

Інша німецька фірма – Warmeprosesstechnik GmbH пропонує регенеративний пальник REGEMAT. Для забезпечення безперервної роботи пальника використовується пара регенераторів, кожен із яких складається із трьох керамічних патронів з дуже великою поверхнею теплообміну. Вони розташовані навколо центральної трубки подачі газу та пропускають через себе із

тактом 10 секунд то повітря для горіння, то вихідні газы. Така конструкція пальника має максимальну теплову потужність – 200 кВт [32].

Швейцарська фірма Maerz-Gautschi пропонує нагрівальні камерні печі із тарільчатим подом та регенеративною системою опалення.

У Росії ВНІМТ проекти камерної печі із виносною механізацією для нагрівання великих заготовок та прутів різного діаметра із титанових сплавів для пресу. Така піч обладнана чотирма парами регенеративних пальників потужністю 80 куб. м/год. При цьому, економія природного газу складає 34 %, в порівнянні з піччю, що обладнана металевим рекуператором, та 50 % при роботі печі на холодному повітрі.

Проаналізувавши методики, які використовуються на різних підприємствах для поліпшення якості та зменшення вартості нагріву, найбільш оптимальним можна вважати режим максимальної швидкодії. Завдяки такому режиму зменшується угар металу, а також при збільшенні продуктивності печі зменшується питома витрата палива на нагрів.

Із аналізу теплового балансу, що запропонований І.Д. Семикінім, можна зробити висновок, що можливі три напрямки енергозбереження в нагрівальних печах:

1. Зменшення теплового дефіциту металу, тобто кількості теплоти, яку повинен поглинути 1 кг металу в печі, щоб нагрітися від початкової до кінцевої температури. Досягається шляхом збільшення початкової температури металу при посадці його в піч. Завдяки цьому зменшується питома витрата палива на 40 %.

2. Збільшення коефіцієнту використання палива (КВТ), тобто частки теплоти згорання палива, яку вдається використати в межах робочого простору печі. Витрати палива на піч обернено пропорційні величині КВТ.

3. Зменшення витрат теплоти із робочого простору печі через футерування та вікна в зовнішнє середовище, а також розігрів футерування до робочої температури.

1.4 Висновки до розділу

1 Досліджено призначення, будову та принцип роботи регенеративного нагрівального колодязя, що використовується для нагріву злитків на ПАТ «ЗМК «Запоріжсталь». Вивчено особливості процесів, що протікають у печі під час нагріву. Проведено аналіз рівня автоматизації на даному об'єкті.

2 Проаналізовано літературні джерела, в яких описані технології теплової обробки сталі в нагрівальних колодязях, а також теплові втрати нагрівальних печей, виявлено ряд істотних недоліків нагрівальних печей. Серед них: великі теплові втрати з газами, високий угар металу при нагріванні.

3 Проаналізовано режими опалення нагрівальних печей та розглянуто методи удосконалення роботи нагрівальних печей, які пропонуються чи використовуються на інших підприємствах чи в інших країнах. З аналізу виявлено, що найефективнішим режимом нагріву є швидкісний режим, який має два періоди нагріву:

- у першому періоді загальна теплова потужність печі підтримується на максимальному рівні таким чином, щоб до кінця цього періоду температура досягла такого рівня, який буде гарантувати якісний нагрів металу;

- у другому періоді виконується витримка металу при постійній температурі печі, при якій досягається задане значення температури поверхні металу та перепад температур по перерізу злитка.

4 Із описаного вище випливає висновок про те, що можливі шість напрямків енергозбереження:

- 1) Зменшення теплового дефіциту металу.
- 2) Зменшення втрат теплоти з печі через футеровку і вікна, а також на розігрів футеровки.
- 3) Підвищення коефіцієнта використання палива.
- 4) Встановлення покращених рекуператорів та регенераторів.
- 5) Встановлення котла-утилізатора.
- 6) Автоматизація технології.

5 Серйозною проблемою на діючих нагрівальних агрегатах продовжує залишатися нерівномірний нагрів металу в місцях контакту заготовок з опорними поверхнями. Крім того, нагрівальні колодязі характеризуються істотними витратами теплоти на розігрів кладки, що пов'язано з періодичністю роботи, обумовленої заданим графіком нагріву. Також у структурі втрат переважну роль відіграють втрати, які йдуть з димовими газами (65%) та втрати теплопровідністю через футеровку печі (25%). Тому, провівши аналіз, самим ефективним способом обраний об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива.

2 ОБ'ЄМНО-РЕГЕНЕРАТИВНИЙ СПОСІБ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА

2.1 Застосування об'ємного способу спалювання палива при нагріванні металу

Застосування об'ємного спалювання палива призводить до зміни умовно локальної теплопередачі від нагріваючого середовища до металу і футеровці в різних точках. Відсутність концентрованих джерел теплоти, найбільш яскраво виражених для факельного способу спалювання палива, призводить до того, що вся поверхня нагрівається металу знаходиться в рівнозначних умовах нагрівання. Немає застійних зон або металу, що знаходиться в застійних зонах. Конструювання нагрівальних печей з розподіленим спалюванням палива включає проектування їх елементів і устаткування, що передбачає створення газодинамічних характеристик пічних газів і вибір конструктивних параметрів печі і її елементів для регламентованого перемішування реагентів горіння і забезпечення додаткових умов для видалення пічних газів через нову систему димових каналів з сучасними регенераторами.

При реконструкції існуючих печей з метою застосування розподіленого об'ємного спалювання палива становить інтерес технічне рішення наступних питань, принципи вирішення яких також можуть бути покладені в основу будівництва печей нового покоління:

- можливість використання в новій системі опалення існуючого на печах, що реконструюються обладнання - пальників, газо- і повітро-проводів, димових боровів, шиберів, регулюючої і запірної арматури, димової труби, вентиляторів і димососів, іншого обладнання;

- питання управління технологічним процесів і тепловим режимом в нагрівальних печах з розподіленим об'ємно-регенеративним спалюванням палива.

Об'ємне спалювання палива може бути організовано декількома способами, серед яких був обраний саме спосіб розподіленого об'ємного спалювання палива з

високотемпературним повітрям в регенеративної нагрівального колодязі з кульковими регенераторами.

2.2 Робота нагрівального колодязя з кульковими регенераторами при розподіленому об'ємному спалюванні палива з високотемпературним повітрям

Особливістю системи опалення регенеративного нагрівального колодязя полягає в оригінальній ідеї, захищеної патентами України №42445А і 61495А [33,34]. Пропонується об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива в регенеративної нагрівального колодязі з кульковими регенераторами, який реалізований за рахунок регламентованого перемішування реагентів горіння в робочому просторі печі, реверсу і великомасштабної внутрішньої рециркуляції пічних газів. Ця система опалення забезпечує більш рівномірний нагрів злитків по висоті, за рахунок організації розподіленого тепловиділення по всій траєкторії руху пічних газів.

Ще одним фактором вирівнювання температурного поля колодязя є підвищена швидкість витікання газу з сопла і повітря з горловини, завдяки чому виникає великомасштабна рециркуляція пічних газів. Вирівнювання температури також забезпечується реверсом пічних газів, властивим всім регенеративним печей. При кожній перекиданні димоповітряного клапана потоки повітря і диму в горловині міняються місцями, змінюються умови руху газів і горіння палива в камері колодязя.

Незручністю експлуатації цегляних регенераторів є їх велика громіздкість і наявність складної системи перекидання напрямку руху газових потоків. Цього недоліку позбавлена регенеративна система опалення із застосуванням високоглиноземних регенераторів з кульковою, стільникового або трубчастої насадкою, що має високу питому поверхню теплообміну [35].

У системі є всього один постійно включений пальник в центрі поду. Перекидний газовий клапан відсутній через непотрібність. Відсутні також

запальні пальники, що пов'язано з постійним горінням газу в колодязі, що подається в пальниковий пристрій через байпас без виключення. Витрата палива через байпас не перевищує від $100 \text{ м}^3 / \text{год}$ до $150 \text{ м}^3 / \text{год}$

Таким чином змінились потоки пічних газів в камері регенеративного нагрівального колодязя. Всі вікна для виходу диму в над регенеративний простір закладені, за винятком кутових - по одному вікну в кожному кутку камери. Таким чином зменшена загальна кількість димових вікон в 4 рази та знижений їх загальний прохідний перетин.

В центрі подини встановлена труба з соплом для подачі газоподібного палива, навколо неї знаходиться футерована вогнетривом горловина, яка розділена герметичною перегородкою з хромомагnezитової цегли на дві рівні частини, утворюючи таким чином половини горловини - повітряну і димову. Кожна з половин горловини злита з одним з двох кулькових регенераторів, розташованих в камерах існуючими горизонтальними каналами. Повітряні і димові половини горловини служать по черзі для підведення гарячого повітря горіння і відведення димових газів [36]. Вікно для чищення горловини щільно закладається цеглою.

Цей колодязь обладнаний димоповітряним клапаном конструкції НМетАУ, який служить для періодичної зміни напрямку руху потоків нагрітого в регенераторах повітря і відходячого з печі диму. Цей клапан обладнаний спеціальним пристроєм для самоочищення від пилу. Завдяки цьому клапану можна відмовитися від великої кількості перекидних пристроїв на димо- та повітропроводах регенеративної системи опалення колодязя. До димоповітряного клапану підходять чотири труби з вуглецевої сталі, що з'єднують його з регенераторами, вентилятором і димовим боровом. У регенератори з камери колодязя направляється близько 70% обсягу димових газів. Решта дим в кількості 30% відводиться через вікна в нижній частині стін в існуючі кабана. Відповідно до патенту [34] в запропонованій системі опалення передбачена очистка димових газів від пилу і шлаку.

В роботах [37, 38] на підставі математичного моделювання розроблені конструкції і режими роботи пальникового пристрою для забезпечення розподіленого об'ємного спалювання палива в нагрівальному колодязі, обладнаному малогабаритними кульковими регенераторами.

Також для отводу диму в регенератори запропонований димосос ДН9-У1 с регулюючим клапаном ДП-500, який управляє виконавчим механізмом МЄО. Газопроводи та їх арматура: засувки, регулюючий та отсічний клапани залишилися колишніми.

Передбачена система перемикання напрямку потоків руху повітря і диму за допомогою повороту пелюстки димоповітряного клапана, яка відбувається автоматично через 2-3 хвилини після досягнення температури диму за нагрівальним регенератором від 150 °С до 200 °С. Для цього використовується блок управління БАУ-ТП-1-1. Завдяки цьому, блок задає таке положення регулюючого клапану перед димососом, при якому розподілення потоків диму між обвідним каналом і регенераторами забезпечує необхідний тиск в осередку нагрівального колодязя при певному положенні існуючого димового шиберу.

Але для цього способу важливо підібрати інші пальникові пристрої. Тому в роботах [37, 38] на підставі математичного моделювання розроблені конструкції і режими роботи пальникового пристрою для забезпечення розподіленого об'ємного спалювання палива в нагрівальному колодязі, обладнаному малогабаритними кульковими регенераторами.

Алгоритм регулювання тиску в нагрівальному колодязі може бути організований за двома принципами залежно від необхідності скидання частини диму в обвід регенераторів: в печі, що працює без скидання диму по обвідному каналу і з скидаються димом.

Рівномірність температурного поля в нагрівальному колодязі з опаленням з центру подини підтверджена за допомогою математичного і фізичного моделювання. У роботі [39] автори представили результати математичного моделювання гідродинамічних процесів в нагрівальному колодязі і провели досліди на фізичній моделі. Адекватність чисельної моделі перевірена за

допомогою фізичного моделювання моделі колодязя в масштабі 1:15 і за результатами дослідження роботи натурального об'єкта - реконструйованого нагрівального колодязя 11-1. Гідравлічне моделювання показало, що в нагрівальному колодязі відсутні застійні зони з нагрівається металом, характер руху забезпечує в камері колодязя об'ємне спалювання. За допомогою гідравлічного моделювання визначили місце і величину зон циркуляції пічних газів.

Таким чином, така ефективна робота нагрівального колодязя 11-1, висока якість нагріву та істотне зниження витрат на обслуговування обладнання стали причиною будівництва ще двох регенеративних колодязів з опаленням з центру поди. В кінці 2007 року комбінатом "АрселорМіттал Кривий Ріг" був реконструйований і пущений в експлуатацію нагрівальний колодязь подібної конструкції зі спрощеною системою димовидалення [40, 41, 42]. Ще один регенеративний колодязь пущений в 2009 році. На сьогоднішній день в цеху блюмінг-1 комбінату "АрселорМіттал Кривий Ріг" успішно працюють три регенеративних нагрівальних колодязя з кульковою насадкою: осередки 11-1, 11-2 і 4-2 [23,43].

2.3 Висновки до розділу

1 Рекомендується застосовувати кулькові регенератори, які в порівнянні з рекуператорами мають ряд переваг. А саме: температура нагріву повітря на вході в пальник складає 1200 °С та витрата палива на нагрів злитків на 30% менша.

2 Для забезпечення розподіленого об'ємного спалювання палива в нагрівальному колодязі, обладнаному малогабаритними кульковими регенераторами виявлена необхідність заміни пальникового пристрою.

3 Рекомендується демонтувати перекидний газовий клапан через непотрібність. Також демонтувати запальні пальники, що пов'язано з постійним

горінням газу в колодязі, що подається в пальниковий пристрій через байпас без виключення.

4 Проаналізувавши роботу нагрівального колодязя з кульковими регенераторами при розподіленому об'ємному спалюванні палива з високотемпературним повітрям було зроблено висновок, що даний спосіб ефективний для рівномірного нагріву злитків та буде якісно працювати при більш надійній системі автоматизації.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕГЕНЕРАТИВНОГО НАГРІВАЛЬНОГО КОЛОДЯЗЯ ПРИ РОЗПОДІЛЕНОМУ ОБ'ЄМНО-РЕГЕНЕРАТИВНОМУ СПОСОБІ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА

3.1 Заміна існуючої системи автоматизації для організації об'ємного спалювання палива

Для організації рівномірного нагріву металу, зменшення витрати палива, збільшення точності вимірювань при розподіленому об'ємно-регенеративному способі спалювання було вирішено замінити існуючі прилади, які встановлені в АСУ нагріву злитків більш новими.

Зараз на ПрАТ “Запоріжсталь” в деяких нагрівальних колодязях уже змінюються прилади на більш нові. Наприклад, застарілий реєструючий прилад ДИСК-250 в усіх контурах замінюється на відеографічний реєстратор РМТ-59 виробник якої компанія ЕЛЕМЕР, який має гнучку модульну структуру, в якому вимірювальні величини відображаються на кольоровому LCD-екрані, конфігурацію за допомогою клавіатури на лицьовій панелі, зовнішньої клавіатури, з ПК по інтерфейсу RS-232/485 або за допомогою USB Flash-карти, з високим класом точності та внутрішньою пам'яттю до 2 ГБ.

Також для вимірювання температури в осередку раніше використовувалась термопара типу ТПП, зараз ця термопара замінюється на термопару типу ТПР. Температурне поле в печі нестаціонарне, що зв'язано з періодичною реверсивною зміною напрямлення руху газу. Показання термопар, що встановлена в робочій камері печі, також можуть змінюватись періодично с перекидкою клапану. Але, для усунення реакції системи регулювання температури в робочому просторі печі було вирішено встановити дві термопары ТПР і усереднювати їх показання.

Так як регулювання температури в робочому просторі печі виробляється шляхом зміни теплової потужності (витрати палива) за допомогою регулюючого газового клапана, було вирішено замінити існуючі діафрагми ДБС з умовним

проходом 300 та 400 мм на стабілізуючі діафрагми Rosemount 1595 [44], яка представлена на рисунку 3.1:



Рисунок 3.1 – Стабілізуюча діафрагма Rosemount 1595

Стабілізуюча вимірювальна діафрагма Rosemount 1595 - це первинний елемент запатентованої конструкції з чотирма отворами, що дозволяє збільшити точність вимірювання в турбулентних потоках. Для нормальної роботи цієї діафрагми потрібно пряма ділянка трубопроводу довжиною всього в два діаметра труби вище і нижче за течією, а також не потрібно імпульсної обв'язки, спеціальних фланців і модифікації трубопроводу, що дозволяє для простоти доступу монтувати її на рівні землі. Діафрагма підходить для більшості областей, де вимагається вимірювання витрати газу, рідини або пари, і доступна для всіх стандартних розмірів трубопроводу до 600 мм.

Можливості:

- Первинний перетворювач із запатентованою конструкцією вимірювальної діафрагми з 4 отворами забезпечує точне вимірювання витрати в профілях турбулентного потоку

- Унікальна конструкція діафрагми вимагає прямі ділянки довжиною всього 2 діаметра труби до точки установки і 2 діаметра труби після, що скорочує загальну довжину необхідних прямих ділянок трубопроводу

- Не потрібні імпульсні лінії, спеціальні фланці або модифікації трубопроводу, що дозволяє знизити витрати.

- Забезпечує можливість прямого монтажу, гарантуючи простоту установки
- Самоцентрувальні механізми забезпечують оптимальну точність, одночасно спрощуючи процес монтажу в цілому

Одночасно з цим було вирішено змінити датчики різності тиску Метран-100-ДД на інтелектуальні перетворювачі різності тиску APR-2000AL [45], які більш надійні та мають кращий клас точності та ступінь захисту. Зовнішній вигляд APR-2000AL представлений на рисунку 3.2:



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд інтелектуального перетворювача різності тиску APR-2000AL

Перетворювач APR-2000AL призначений для вимірювань різниці тисків газів, парів і рідин. Вимірювальним елементом є п'єзорезистивна монолітна кремнієва структура, вбудована в приймач тисків, відокремлений від вимірюваного середовища розділовими мембранами і заповнений спеціальною рідиною. Конструкція приймача гарантує стійкість перетворювача до ударних впливів вимірюваним тиском і до перевантаження по тиску до гранично допустимого статичного тиску 25 або 40 МПа. У корпусі зі ступенем захисту IP66, виконаному з алюмінію або нержавіючої сталі, знаходиться мікропроцесорний підсилювач, що формує вихідний уніфікований сигнал. Конструкція корпусу дає можливість повороту місцевого індикатора на 90 °, повороту корпусу по відношенню до приймача тисків в межах від 0° до 355 °, а також вибір напрямку введення кабелю. Клас точності – 0,075%, діапазон вимірювань від 0 бар до 70 бар.

Перетворювачі вимірювальні МТМ 402 не замінювались, так як вони є найоптимальнішим варіантів в своєму ціновому сегменті, так як мають мінімальну похибку вимірювань, трьох-позиційну сигналізацію, індикацію значень задаючих уставок. Але можна замінити на нові модифікації МТМ-402.

Система регулювання тиску в робочому просторі печі може відрізнятись в залежності від необхідності сбросу частини диму в обвід регенераторів. Датчик різності тиску Метран-100-ДД також був замінений на інтелектуальний перетворювач різності тиску APR-2000AL. Схема регулювання тиску в печі була обрана без диму, що скидається. Тиск регулюється існуючим шибером перед димарем або клапаном перед димососом. Димосос призначений для подолання опору насадки регенераторів і додаткової системи клапанів або клапана-перемикача потоків диму і повітря, що забезпечують періодичний реверс пічних газів. Також, в димовій тракт може підводиться холодне повітря для розведення гарячих димових газів, що виходять з насадки регенераторів.

Функціональна схема автоматизації та принципова електрична схема представлені в Додатках А та Б.

3.2 Висновки до розділу

1. Удосконалено систему автоматизації більш новими приладами для забезпечення точності вимірювань, класу захисту, забезпечення якісного нагріву при використанні пальникових пристроїв.

2. Так як показання термопари, що встановлена в робочій камері печі, також можуть змінюватись періодично с перекидкою клапану, для усунення реакції системи регулювання температури в робочому просторі печі було вирішено встановити дві термопари ТПР і усереднювати їх показання.

3. Замінені існуючі первинні елементи на удосконалені зі встроєними імпульсними лініями, таким чином перетворювач може бути змонтований безпосередньо на ізолюючий клапанний блок, який формує комплексний

витратомір. Завдяки цьому забезпечується простота монтажу, скорочення затрат на технічне обслуговування.

4 РОЗРОБКА WEB-СТОРІНКИ ЗВІТНОСТІ НАГРІВАЛЬНОГО КОЛОДЯЗЯ

Для звітності по роботі отбискового цеху на ПрАТ “Запоріжсталь” використовується програма FoxPro, яка дуже застаріла, не зручна, та не надає таких можливостей користувачу, як WEB-сторінка. Тому була розроблена WEB-сторінка, яка попередньо була додана до хостингу. Назва сайту - <https://nezhdan.com.ua/>. Для цього кожен окремий файл було додано до серверу, а потім окремо кожен файл редагується в FileZilla з використанням програми Notepad ++. Тепер кожен користувач може переглянути цей сайт.

Для того, щоб проводити більш складні підрахунки, вибірки даних, зручне пересилання даних через мережу інтернет, розроблена веб-сторінка, яка має систему обмеженого доступу з паролем, який має високий рівень надійності.

Для розробки WEB-сторінки використовувався HTML- стандартизована мова розмітки WEB-сторінок у Всесвітній павутині, також елементи мови JavaScript та CSS.

JavaScript - мова програмування, яка вбудовується в HTML сторінки з метою зручності спілкування з користувачем, обробки помилок і створення динамічності сторінці в цілому.

JavaScript є об'єктно-орієнтованою і інтерпретуємою мовою. Є системно-незалежною (працює на будь-яких платформах). Найчастіше JS код називають скриптами. Можна сказати, що ця мова "заточена" лише для веб-програмування.

Синтаксис мови багато в чому нагадує Сі і Java, семантично ж мова набагато ближче до Self, Smalltalk. Завдання вирішуються JavaScript

- Перевірку полів html форм (тег) до того, як вони передалися на сервер
- Інформаційні повідомлення з попередженнями
- Ефекти для виділення головних елементів і частин сторінки
- Оригінальні випадають меню
- Математичні обчислення

Для редагування коду програми використовувалась програма Notepad ++. А для того, щоб додати сайт до хостингу – програма FileZilla.

4.1 Розробка основної сторінки

Зовнішній вигляд основної WEB-сторінки має вигляд як на рисунку 4.1:



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд основної WEB-сторінки

Програмування основної сторінки проводиться за допомогою програми Notepad++. Назва файлу index.html.

Для того, щоб задати назву сайту – необхідно в “голові” програми між тегами <title> написати назву сторінки. Ця команда має наступний вигляд:

```
<title>Звітна документація обтискового цеху</title>.
```

Фон сайту реалізований слідуючим чином:

```
body { background: url(blue-and-black-ford-wallpaper-13-background.jpg); }
```

В верхній частині сайту в синьому полі знаходиться основна інформація по звітності, нижче знаходиться уточнення цієї інформації.

Інформація на синьому фоні знаходиться в контейнері <div>, який має свої стильові ознаки, описані на мові CSS, які описуються в “голові” сайту, та виділяються тегом <style>, а контейнери знаходяться в “тілі” програми. Для цього використовувався текст з такими стильовими ознаками:

```
.top {
margin-left: 1%;
background: blue;
padding: 10px;
line-height: 0.75;
font-size: 100%;}
```

Між двома контейнерами знаходиться абзац, який реалізований тегом
.

Нижче знаходиться інформація, саме по якому колодязю звітність. Для цього використовувався текст з такими стильовими ознаками:

```
.info {
margin-left: 1.5%;
line-height: 0.75;
font-size: 100%;
color: yellow;}
```

В правій частині сайту знаходиться логотип Запоріжсталі, для цього було розроблено в програмі Adode Photoshop, який має наступні атрибути на мові CSS:

```
.logo {
position: fixed;
margin-left: 87.7%;
margin-top: 0.85%;
}
```


Звернутися до цього файлу можна за допомогою тегу `` з атрибутом `src`. В тезі також можна вказати ширину, довжину логотипу, а також його позицію на екрані.

Нижче знаходиться напис, який реалізований текстом з такими стильовими ознаками:

```
.table_info {
    font-weight: bold;
    text-align: center;
    line-height: 0.75;
    color: red;
    font-size: 50px; }
```

Далі знаходяться кнопки вибору потрібної користувачеві неділі звітності. При натисканні на кнопки відбувається перенаправлення на WEB-сторінку обмеженого доступу. Це виконано для того, щоб не кожен користувач міг переглянути інформацію по обтисковому цеху. Детальніше про систему обмеженого доступу описано в розділі 4.4.

Кнопки реалізовані за допомогою форм, подія `action`, за допомогою якої при натисканні на кнопку – користувач потрапляю на сайт введення логіну та паролю. Ця подія вказує оброблювачу, до якого звертаються дані форми при їх відправленні на сервер. В якості обробника може виступати CGI-програма або HTML-документ, який включає в себе серверні сценарії (наприклад, `Parser`). Після виконання обробником дій по роботі з даними форми він повертає новий HTML-документ. Також для кожної форми використовувались стильові ознаки, які знаходяться окремо в кожній формі. Всі вони аналогічні та мають наступні настройки:

```
"><button style="height:120px;width:100px;color:lightgreen;background:red">
```

Всі кнопки знаходяться в таблиці.

В правій частині сайту знаходиться дата та час, для програмування яких використовувалась мова JavaScript, які реалізовано слідуочим чином:

```
.time {
```



```

    Дата и время
</span>
<script type="text/javascript">
clock();
</script>
</div>

```

В самій нижній частині сайту знаходяться посилання на сайт Запоріжсталі (Про нас), на WEB-сторінку з інформацією про контакти (Контакти) та на інші соціальні мережі. Також картинка, нижче якої знаходиться коротка інформація.

Для переходу на інші сторінки використовувався тег <a> з атрибутом href. Тег <a> є одним із важливих елементів HTML і призначений до створення посилань. Залежно від присутності атрибутів name або href тег <a> встановлює посилання або якір. Якорем називається закладка всередині сторінки, яку можна вказати в якості мети посилання. При використанні посилання, яка вказує на якір, відбувається перехід до закладки всередині веб-сторінки. Для переходів використовувались 3D картинка без фонів. Різниця тільки в тому, що для мереж використовувались картинка, а для перегляду контактів та інформації про Запоріжсталь – текст. Нижня частина реалізована таблицею з наступними стильовими ознаками:

```

.niz {
    text-align: center;
    text-color: red;
    background: black;}

```

Далі в секцію додано всю інформацію, яка обмежена чорним кольором.

4.2 Розробка допоміжної сторінки “Контакти”

Для того, щоб переглянути контакти, які потрібні користувачу, на основній сторінці розміщено посилання на WEB-сторінку “Контакти”. Код сторінки представлений у Додатку . WEB-сторінка має наступний вигляд (Рисунок 4.2):



Рисунок 4.2 – WEB-сторінка “Контакти”

В верхній частині сторінки знаходиться малюнок, в атрибутах якого вказана його: ширина – 1350 пікселів, висота – 150 пікселів та розміщення – по центру.

Також в цій частині знаходиться логотип Запоріжсталі, який має наступні атрибути: ширина та висота – 150 пікселів, позиція – фіксована, розміщення відносно правої частини WEB-сторінки – 87,7 %.

Далі знаходиться текст, який має наступні атрибути: розміщення – по центру, колір – жовтий, розмір тексту – 50 пікселів. Такі ж настройки має весь текст на сторінці жовтого кольору (окрім нижньої частини сторінки).

Всі контакти відокремлюються лінією. Для цього використовується тег `<hr>`, який малює горизонтальну лінію, яка за своїм виглядом залежить від використовуваних параметрів, а також браузера. Тег `<hr>` відноситься до блокових елементів, лінія завжди починається з нового рядка, а після неї всі елементи відображаються на наступному рядку. Атрибути наступні: колір – жовтий, ширина – 50%.

Для того, щоб користувачу було зрозуміло, куди можна звертатися з будь-яких питань, на WEB-сторінці розміщена карта з відмітками, яка реалізована тегом `<iframe>`. Тег `<iframe>` створює плаваючий фрейм, який знаходиться всередині звичайного документа, він дозволяє завантажувати в область заданих розмірів будь-які інші незалежні документи. Тег має наступні атрибути: ширина – 100%, висота – 500 пікселів, розміщення – по центру.

Червоним кольором позначено контакти для загальних питань. Атрибути першого та второго рядку: шрифт – жирний, але e-mail написано курсивним шрифтом, розмір – за умовчанням. Третій рядок – посилання на сайт Запоріжсталі, для більш детальної інформації. Реалізовано це за допомогою тегу `<a>` атрибуту `<href>`. Для посилання обрався стиль без підкреслення та з підказкою (тег `<title>`, яка виводиться на екран користувача при наведенні курсору мишки на напис, як зображено на рисунку 4.3:

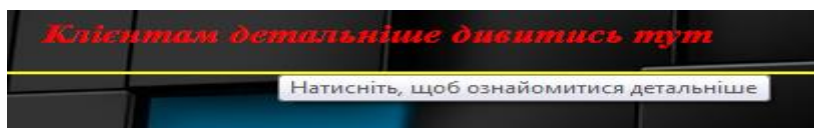


Рисунок 4.3 – Вигляд підказки

Далі знаходиться текст з такими ж атрибутами, які використовувались на попередній текст, та нижня частина WEB-сторінки, яка реалізована так як на основній сторінці, але з ознакою, що при натисканні на кнопку Контакти, користувач потрапляє на цю саму сторінку, це реалізовано слідуєчим атрибутом: href="#". Фон на сторінці такий, як і на основній, та час і дата реалізовано так як і на основній сторінці.

4.3 Розробка допоміжних сторінок звітності за кожну неділю попереднього місяця

Для кожної неділі окремо була розроблена WEB-сторінка звітності по нагрівальному колодязю групи 1 №5. Було розроблено окремо 4 файлу з розширенням .html. При натисканні на основній сторінці на потрібну неділю – користувач потрапляє на сторінку звітності саме цієї неділі, але за умовою правильного вводу логіну та паролю в системі обмеженого доступу.

Зовнішній вигляд допоміжної сторінки звітності за першу неділю представлений на рисунку 4.4:

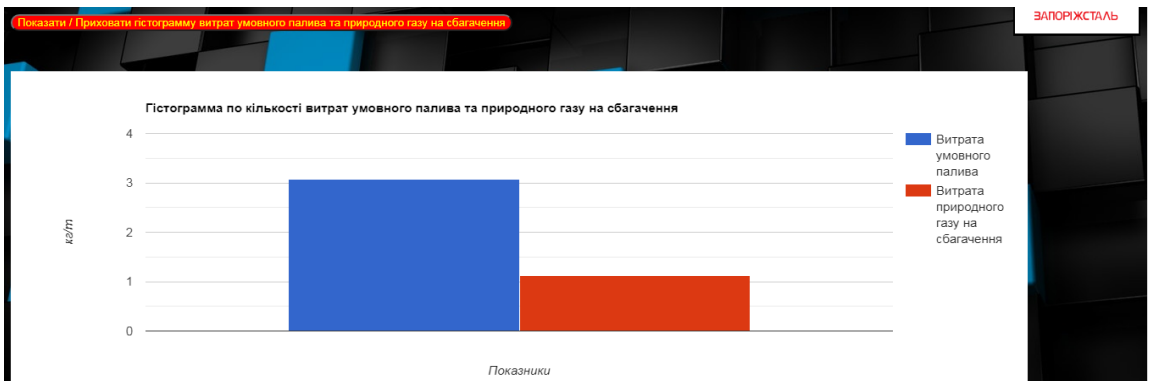
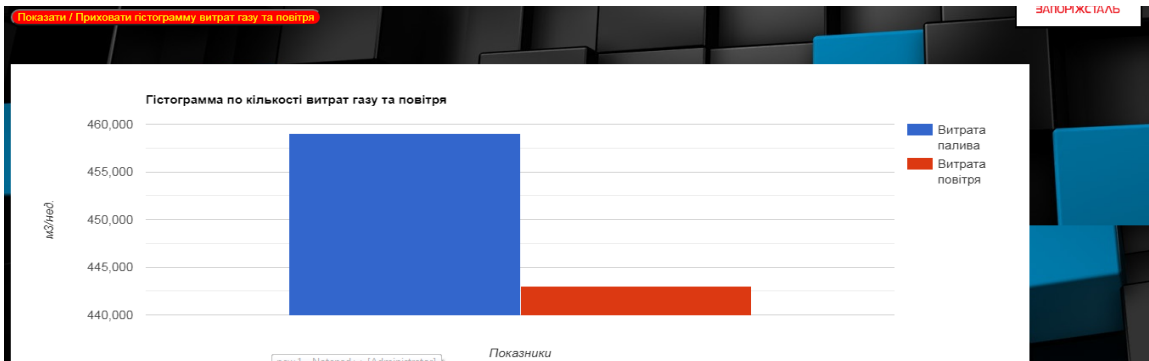
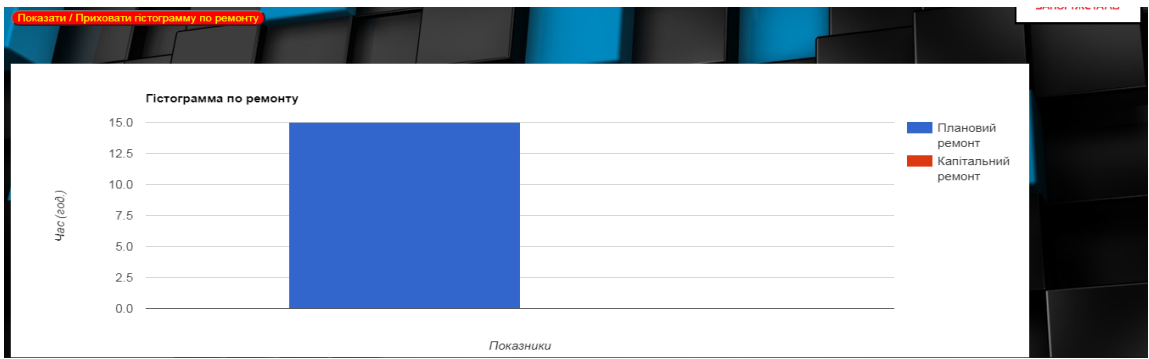
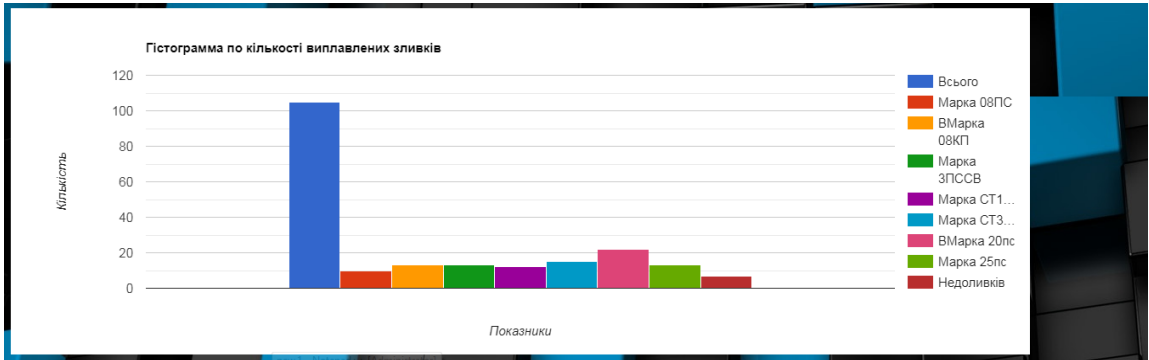
ПрАТ "ЗАПОРІЖСТАЛЬ"
 ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА НАГРІВАННЯ ВОДИ
 За період з 01.11.2020 по 07.11.2020
 Підприємство: ПрАТ "Запоріжсталь"
 Територія: Заводського району
 Цех: Обтисковий
 Ділянка: Нагрівальних колодязів
 Група колодязів: 1
 Номер: 5

Звіт за період з 01.11.2020 по 07.11.2020

Показник	Одиниця вимірювання	Значення
1. Виплавлено злитків	шт.	105
2. Виплавлено злитків марки 08ПС	шт.	10
3. Виплавлено злитків марки 08КП	шт.	13
4. Виплавлено злитків марки ЗПССВ	шт.	13
5. Виплавлено злитків марки СТ1ПС	шт.	12
6. Виплавлено злитків марки СТ2ПС	шт.	15
7. Виплавлено злитків марки 20пс	шт.	22
8. Виплавлено злитків марки 25пс	шт.	13
9. Виплавлено недоликів	шт.	7
10. Витрата палива	м ³ год	459000
11. Витрата повітря	м ³ год	443000
12. Витрата умовного палива	кг/т	3.07
13. Витрата природного газу на збагачення	кг/т	1.13
14. Плановий ремонт	год.	15
15. Капітальний ремонт	год.	0
16. Планова кількість виплавлених злитків	шт.	110

Показати / Приховати гістограму кількості виплавлених злитків

Рисунок 4.4 - Зовнішній вигляд допоміжної WEB-сторінки звітності за 1 неділю



Про нас Контакти








СТАЛІВИЙ ХАРАКТЕР
 УКРАЇНСЬКА ДУША

© 1996—2020 ПАТ «Запоріжсталь»
 м. Запоріжжя, Південне шосе, 72, Україна, 69008, тел/факс.: +38 (061) 213-18-58

Рисунок 4.4, аркуш 2

Верхня частина сторінки аналогічна основній сторінці, але зі зміною тексту періоду звітності. Текст, який написаний жовтим кольором аналогічний основній веб-сторінці. Далі знаходиться текст з інформацією, за який період звітність, на кожній сторінці текст різний. Логотип та нижня частина веб-сторінки аналогічна основній веб-сторінці.

Далі знаходиться таблиця, в яку занесено дані по кількості виплавлених злитків, тривалості ремонтів, витрати ресурсів.

Дані по кількості виплавлених злитків підбрано приблизно, так як є приблизна інформація по всім колодязям на Запоріжсталі за зміну, з цієї інформації вираховувалась кількість виплавлених злитків за неділю.

Витрата газу та повітря приблизно точна на 1 колодязь. Витрати умовного палива та природного газу на збагачення вираховувалась приблизно.

В подальшому ці дані можна прикріпити до офіційних даних по кожному колодязю. Зараз же вони представлені текстом.

Для таблиці був обраний фон, нижче показана реалізація:

```
<table border="5" align="center" bgcolor="white" bordercolor="green"
background="1587479725_13-p-krasivie-svetlie-foni-25.jpg">
```

Для кожної комірки в таблиці задаються окремо атрибути, де вказується ширина комірки, положення тексту в комірці, а також стильові ознаки.

```
<td align = "center", width = "30%">шт. </td>
```

Далі знаходиться кнопки для показу/приховування гістограм окремо по кількості злитків, ремонту, витрат. Всі кнопки аналогічні та мають однакові стильові ознаки.

Текст програм кнопки представлений нижче:

```
<p>
<script type="text/javascript">
<!--
function toggle_visibility(id) {
    var e = document.getElementById(id);
    if(e.style.display == 'block')
```



```

        e.style.display = 'none';
    else
        e.style.display = 'block';
    }
//-->
</script>
</p>
<form id="form1" name="form1" method="post" action="close">
    <input type="button" value="Показати / Приховати гістограму кількості
виплавлених злитків" class="form1" style="border-radius: 20px;"
onclick="toggle_visibility('oil');"/>
</form>

```

При натисканні на кнопку – на сайті приховується гістограма, за умовчанням – вона показана.

Для розробки кожної з гістограм використовувався скрипт Google. Колір – за умовчанням, стандартний для всіх гістограм.

Текст програми одної з гістограм представлений нижче:

```

<title>Гистограмма</title>
<script src="https://www.google.com/jsapi"></script>
<script>
google.load("visualization", "1", {packages:["corechart"]});
google.setOnLoadCallback(drawChart);
function drawChart() {
    var data = google.visualization.arrayToDataTable([
        ['Марка', 'Всього', 'Марка 08ПС', 'ВМарка 08КП', 'Марка 3ПССВ', 'Марка
СТ1ПС', 'Марка СТ3ПС', 'ВМарка 20пс', 'Марка 25пс', 'Недоливків'],
        [, 105, 10, 13, 13, 12, 15, 22, 13, 7],
    ]);
    var options = {
        title: 'Гістограмма по кількості виплавлених зливків',

```

```

    hAxis: {title: 'Показники'},
    vAxis: {title: 'Кількість'}
  };
  var chart = new
  google.visualization.ColumnChart(document.getElementById('oil'));
  chart.draw(data, options);
}
</script>

```

До речі, при наведенні на якийсь зі стовбців на гістограммі – виводяться поточні дані показників, як це зображено на рисунку 4.5:

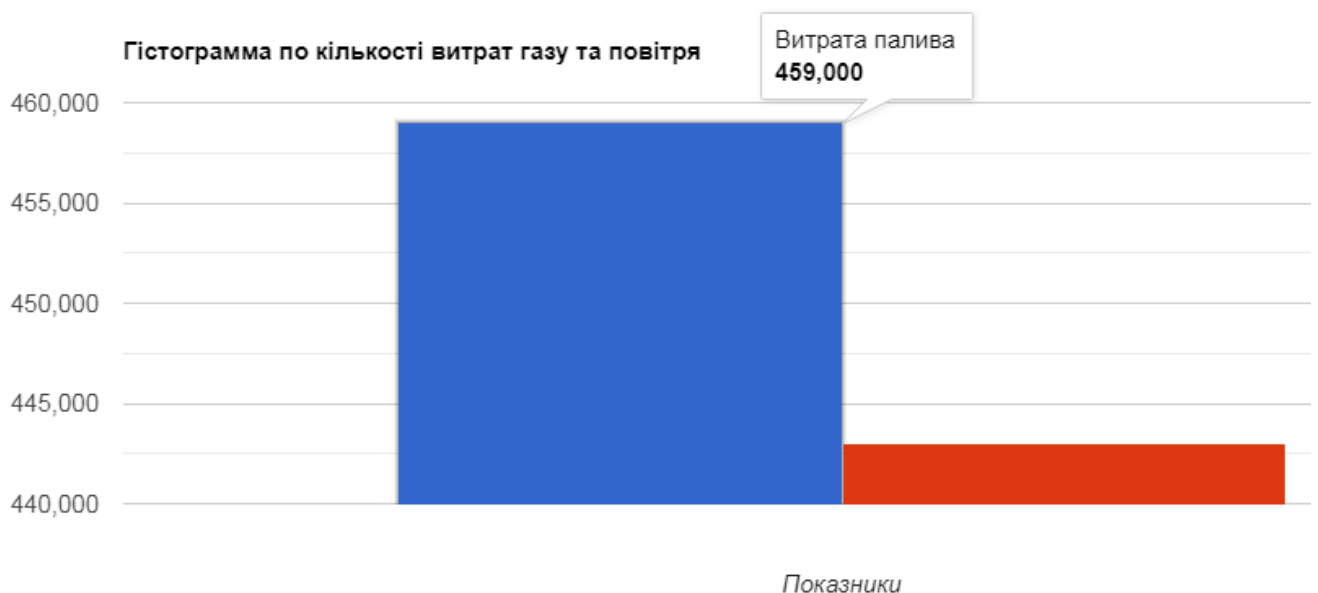


Рисунок 4.5 – Поточні дані на гістограммі

4.4 Розробка системи обмеженого доступу

Для того, щоб не всі користувачі могли переглядати звітність по обтисковому цеху, було розроблено систему обмеженого доступу. Для всіх користувачів, які натискають кнопку переходу на звітність за будь-яку неділю, відкривається ще одна WEB-сторінка, на якій треба ввести логін та пароль, щоб система дозволила перейти на WEB-сторінку звітності. WEB-сторінка має наступний вигляд як на рисунку 4.6:

Логін:

Пароль:

Ввійти

Рисунок 4.6 – Веб-сторінка вводу даних для доступу до перегляду звітності

Текст реалізовано тегом `<p>`, а поля для вводу тегом `<input>`, але з різними атрибутами, для логіну – `type="text"`, для паролю – `type="password"`. Це зроблено для того, щоб пароль відображався наступним чином (Рисунок 4.7):

:

Рисунок 4.7 – Відображення паролю

Кнопка має відблиск, градієнт, тінь, спливання. Для того, щоб змінювати ефекти при наведенні та натиску – використовувалась мова CSS (формальна мова опису зовнішнього вигляду документу). Для кнопки було написано код на цій мові, який представлено в додатку В.

Кожна звітність по кожній окремій неділі прив'язана до окремого файлу .html (наприклад 1nedela.html та pass.html), а кожний окремий файл прив'язаний до окремих файлів .js (наприклад pass2.html та pass2.js). Мова JavaScript використовувалась для того, щоб завдяки оператору `if` можна було реалізувати події при правильному чи неправильному вводу даних.

Всього система має дві правильні комбінації значень, які вводяться користувачем з клавіатури:

- 1) Логін – zaporizhstal,
Пароль – 35326466437347437348wqwtwqyr445yhe554yh45g.
- 2) Логін – zaporizhstal,
Пароль - 3wreftwyrehyu54y43y34g34t3t34t.

При введенні однієї з цих комбінацій та натисканні на кнопку Ввійти, користувачу спливає вікно, яке має наступний вигляд (Рисунок 4.8):

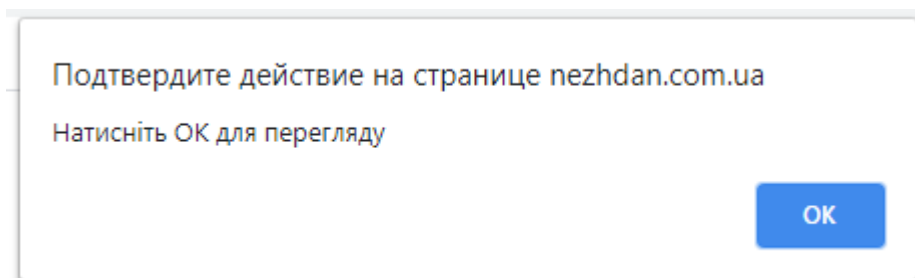


Рисунок 4.8 – Спливаюче вікно після правильного вводу даних

При натисканні на кнопку ОК користувач потрапляє на веб-сторінку звітності обраної неділі.

При неправильному введенні даних користувачу спливає вікно (Рисунок 4.9):

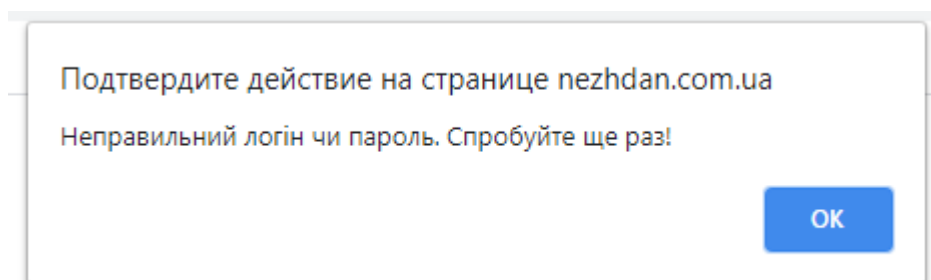


Рисунок 4.9 – Спливаюче вікно після неправильного вводу даних

Після натискання кнопки ОК користувач може знову ввести дані. Код програми на мові JavaScript представлений в додатку Г.

4.5 Висновки до розділу

1. За допомогою розробленої WEB-сторінки можна відстежувати основні дані по регенеративним нагрівальних колодязях окремої групи, окремого колодязя з будь-якої точки земного шару при можливості підключення до Інтернету.

2. WEB-сторінку додано до хостингу, завдяки цьому кожен користувач Інтернетом може переглянути основну WEB-сторінку, та WEB-сторінку з контактною інформацією.

3. Можливість підключення в подальшому кожного параметру на WEB-сторінці до реальних параметрів в обтисковому цеху.

4. Для WEB-сторінки була розроблена система обмеженого доступу, яка має надійний пароль з маловірогідним шансом його підбору.

5. На даний момент на ПрАТ “Запоріжсталь” є система звітності, яка організована за допомогою FoxPro, але звітність в ній формується для всіх колодязів за зміну, звітність в магістерській роботі розроблено для одного з колодязів за кожну неділю.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

5.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Основними небезпечними факторами в обтисковому цеху (ОЦ) є:

- наявність високотемпературних частин установок;
- електротравми та професійні захворювання внаслідок небезпечного впливу на людей електричного струму;
- грузи, які рухаються;
- наявність рухомих механізмів та установок.

Основними шкідливими чинниками в обтисковому цеху є:

- пилоутворення;
- шум;
- випромінення в ультрафіолетовому, видимому та інфрачервоному спектрі;
- підвищена температура повітря.

Джерелом інтенсивних тепловиділень є технологічні отвори нагрівальних колодязів, а також злитки після видачі з колодязів та під час прокату на стані. На видачі з колодязів злитки мають температуру порядку від 1200 °С до 1300 °С. За такої температури злиток надходить на прокатний стан, де його температура поступово знижується та в кінці прокатки складає від 830 °С до 860 °С. Також велика кількість тепла виділяється при розливанні шлаку з колодязів. Таким чином відбувається інтенсивне виділення тепла, яке створює несприятливі умови праці, так як велика проникаюча здатність короткохвильового випромінювання викликає безпосередній вплив на життєво важливі органи людини (мозкові оболонки, мозкову тканину та ін.), а також на очі, в наслідок чого може з'явитися інфрачервона катаракта. Також існує небезпека його впливу, що призводить до «сонячного удару».

Ще одним шкідливим чинником під час роботи в обтисковому цеху є виділення пилу і газу. До складу пилу входить кристалічний діоксид кремнію. Типове захворювання, що виникає під дією пилу, що містить кремній – силікоз. Кількість та хімічний склад газів, що виділяються під час роботи колодязів, значно залежать відповідно від якості регулювання тяги в димовій трубі та співвідношення газ-повітря.

При неповному окисленні суміші природньо-доменного газу, який використовується в якості палива в колодязях, в повітрі робочої зони може бути присутнім оксид вуглецю, який здатний чинити безпосередній токсичний вплив на клітини, порушуючи тканинне дихання та зменшуючи споживання тканинами O_2 .

Сірчаний ангідрид подразнює слизові оболонки носа, горла, шкідливо діє на зуби. При отруєнні ним з'являються слабкість, запаморочення, спазматичний кашель і у важких випадках кров'яниста - слиз, задишка і втрата свідомості.

Вдихання хрому ангідриду може викликати гостре подразнення дихальних шляхів, носові кровотечі, осиплість голосу, атрофія носа, іноді астми і ціаноз, а вдихання пилу окислів марганцю у людини викликає особливу форму пневмоконіозу – манганоконіоз.

Через наявність окалини та часток пилу, що розлітаються, є небезпека опіків та травм очей.

Також шкідливими чинниками, що впливають на умови праці робітників, є шум, висока яскравість нагрітих злитків та листів.

Основним джерелом шуму в обтисковому цеху виступають листи металу, що рухаються по прокатному стану, а також удари при зіткненні злитків під час проштовхування їх з колодязів. Високий рівень шуму в цеху негативно впливає на стан здоров'я працюючих (знижується гострота слуху, ослабляється увага).

У технологічних процесах цеху основними потенційними небезпеками є ураження електричним струмом, рухомі машини і механізми. Джерелами прихованої небезпеки дії електричного струму служать електроустановки. Робота термічного устаткування створює небезпеку теплового ураження персоналу.

Оцінку умов праці наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Оцінка умов праці слюсаря з контрольно-вимірювальних приладів і автоматики в обтисковому цеху

N п/п	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас – шкідливі і небезпечні умови роботи і характер праці			Тривалість дії, %
				1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
1	<i>Шкідливі хімічні речовини, мг/м³</i>						
	1 клас небезпеки						
	Ангідрид хромовий	0,01	0,012	1,2			92,7
	Окиси марганцю (в перерахунку на MnO ₂)	0,05	0,38			7,6	92,7
	аерозоль конденсації						
	3-4 класи небезпеки						
Сірчаний ангідрид		10	17,63	1,8			92,7
	Діоксид азоту	2	2,73				92,7
	Оксиди вуглецю	20	37,71	1,9			92,7
2	<i>Пил переважно фіброгенної дії, мг/м³</i>						
Діоксид кремнію кристалічний при вмісті в пилу від 2 до 10%	4	20,19		5			92,7
3	Шум, дБА	80	96			16	100
4	<i>Мікроклімат у приміщенні</i>						
	-температура повітря, °C	15-26	40,5				92,7
	-швидкість руху повітря, м/сек	0,5-0,6	0,3				92,7
	-відносна вологість повітря, %	75	22			13,5	92,7
	-інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	140	2670		2670		72,9
5	<i>Важкість праці</i>						
	Динамічна робота:						
-потужність зовнішньої роботи (Вт) при роботі за переважною участю м'язів плечового поясу	45	10,61					5,2
-маса піднімання та переміщення вантажу, кг	30	9					

Продовження табл. 5.1

6	<i>Робоча поза</i>					
	-знаходження у вимушеному положенні до 25% робочого часу (на колінах, навпочіпки)	25	14,58	14,58		14,58
	-знаходження в похилому положенні понад 30°, більше 50% робочого часу	50	12,7			12,7
	-змушені нахили корпусу більше 30гр, 101-300 разів за зміну	100	80			
	-переміщення в просторі (переходи, зумовлені технологічним процесом), км за зміну	10	7,63			
7	<i>Увага</i> тривалість зосередження (% до тривалості зміни)	75	38,3			38,3

Таким чином, проведений аналіз умов праці в обтисковому цеху дозволяє зробити висновок про перевищення нормативних показників по рівню інфрачервоного випромінювання, шуму, температури повітря. Перевищує допустимі концентрації також кількість пилу з вмістом діоксиду кремнію, оксиду марганцю, оксиду вуглецю, сірчаного та хромового ангідриду у повітрі робочої зони. Все це дозволяє віднести умови праці до III класу 3 ступеня. За показниками робоче місце слід вважати з особливо шкідливими та важкими умовами праці.

5.2 Заходи з поліпшення умов праці

Дія шуму на організм людини спричиняє втому, а при тривалому часі впливу веде до зниження гостроти слуху.

В обтисковому цеху загальний рівень звукового тиску становить 96 дБ при нормі 80 дБ. В якості інженерних рішень по боротьбі з шумом в обтисковому цеху пропонуються засоби і методи колективного та індивідуального захисту [46].

Серед колективних засобів на території обтискового цеху наявні:

- організаційно-технічні, серед яких впровадження дистанційного керування і дистанційного контролю за машинами, які створюють високий рівень шуму;

- акустичні, а саме обладнання спеціальних приміщень, в яких розташовується обладнання для дистанційного контролю та управління роботою технологічних агрегатів. В якості звукоізоляційного матеріалу стін використовується цегла (ступінь звукоізоляції 34-40 дБ).

До організаційно-технічних методів щодо зниження шуму відноситься використання раціональних режимів праці та відпочинку робітників.

Для попередження стомлення працівників заохочується чергування періодів роботи і відпочинку при дії шуму, так як відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність. Працівнику обтискового цеху, окрім вихідних, денних чи нічних відпочинків та законної обідньої перерви, дозволяються короткі перерви в робочий час, щоб мати змогу відновити уважність.

До архітектурно-планувальних методів боротьби з шумом відноситься застосування додаткових шумозахисних зон, шумоізоляції кімнат відпочинку, пультових приміщень.

Для скорочення тепловиділення установлюють надійну теплоізоляцію стін. При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку з використанням термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій для зменшення термічної неоднорідності в площині фасаду будинку необхідно забезпечувати щільне прилягання теплоізоляційних матеріалів до теплопровідних включень – колон, балок, перемичок, внутрішніх перегородок, вентиляційних каналів тощо, і передбачати заходи відповідного контролю [47].

Для забезпечення безпечної роботи персоналу пересування по території цеху відбувається там, де відсутні частини механізмів та машин, що пересуваються (обертаються). Наявність спеціально організованих маршрутів пересування робітників також забезпечує достатню відстань до розігрітого металу, який пересувається конвеєром на прокатному стані або в напрямі до нього, від якого може відокремлюватись розігріта окалина у вигляді невеликих

часток. Для запобігання потрапляння людей під рухомі склади шляхи огорожені спеціальними щитами. Для пересування обслуговуючого персоналу передбачені поручні.

Система автоматизованого управління передбачує припинення подачі газу в разі виникнення аварійної ситуації – падіння тиску в трубопроводі газу або повітря нижче передбаченого мінімуму. Аварійне відключення супроводжується подачею світлового (сигнальні лампи) та звукового (дзвін голосного бою) сигналів.

5.3 Виробнича санітарія

5.3.1 Мікроклімат

В обтисковому цеху передбачається створення мікроклімату, який забезпечує нормальні умови для роботи персоналу. При підвищеній температурі повітря та інтенсивності теплового випромінювання знижується продуктивність праці. Джерелами теплових виділень є нагрівальний колодязь та допоміжне устаткування [48].

Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6-042-99 зазначені в таблиці 5.3.1.

Таблиця 5.3.1 – Допустимі параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/с) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Важка III	19	20	13	12	75	Не більше 0,5
Теплий період року	Важка III	26	28	15	13	75 – при 24°С і нижче	0,6-0,5

Оптимальні параметри мікроклімату згідно з ДСН 3.3.6-042-99 зазначені в таблиці 5.3.2.

Таблиця 5.3.2 – Оптимальні параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/с
Холодний період року	Важка III	16-18	60-40	0,3
Теплий період року	Важка III	18-20	60-40	0,4

Так як фактичні параметри мікроклімату значно відрізняються від нормативних, пропонується ряд заходів для зниження впливу даних параметрів на робітників обтискового цеху, а саме використання вентиляції та кондиціонуючих установок.

5.3.2 Вентиляція

Вентиляція слугує засобом забезпечення необхідних гігієнічних якостей повітря організовано та регулярно замінюючи в приміщеннях забруднене повітря на чисте і свіже [49].

Для забезпечення аерації, яка здійснюється за рахунок теплового та вітрового тисків, приміщення обладнано припливними отворами та аераційним ліхтарем. Для приміщень з великим виділенням тепла, до яких відноситься приміщення обтискового цеху необхідно застосовувати єдину систему припливно-витяжної вентиляції.

Швидкість руху повітря – це переміщення повітряних мас за одиницю часу. Вона забезпечує обмін повітря в приміщеннях, який не повинен перевищувати 4-8 кратного об'єму приміщення. Кратність повітрообміну означає, скільки разів протягом години змінюється повітря в приміщенні. При кратності повітрообміну менше 0,5 в годину людина відчуває духоту в приміщенні [50].

В обтисковому цеху кратність повітрообміну рівна 10 разів на годину. Такий показник не забезпечує норму, тому для забезпечення витяжки нагрітого повітря в даху будівлі встановлюють витяжний ліхтар.

У щитової КВПіА застосовується механічна система вентиляції: припливно-витяжна вентиляція. Забір повітря проводиться ззовні за допомогою вентилятора через калорифер, де повітря нагрівається і зволожується, а потім подається в приміщення цехової КВПіА, де створюється підпір повітря, що забезпечує ізоляцію приміщення щитової КВПіА від решти приміщень. Тип вентиляційної установки ПС-1, продуктивністю 900 м³/год, потужність тягового електродвигуна - 6,5 кВт.

Для захисту робітників від дії шкідливих хімічних речовин передбачені наступні заходи: аспіраційні установки і витяжні зонти від джерел викидів шкідливих речовин.

5.3.3 Кондиціонуючі установки

Для створення оптимальних кліматичних умов, відповідно до табл. 5.3.2, на робочих місцях операторів застосовують кондиціонування повітря.

Для кондиціонування повітря застосовують місцеві кондиціонери. Подача повітря при використанні місцевих кондиціонерів проводиться способом спадаючого потоку - повітряний струмінь великого діаметру подається на робоче місце оператора зверху вниз з найменшої можливої відстані та з малою швидкістю.

5.3.4 Освітлення

В обтискові цеху передбачено сумісне освітлення, тобто комбінацію природного та штучного освітлення. За умовами у цеху зорові роботи можна віднести до VIII розряду (освітленість при загальному освітленні має дорівнювати не менше 200 лк) [51].

Природне освітлення в цеху комбіноване (верхнє і бокове). Освітлення забезпечується одночасно через світлові отвори в стінах та аераційних ліхтарях. Коефіцієнт природного освітлення за нормами дорівнює 2,7% [51].

Загальне освітлення застосовується для освітлення зони, в якій знаходиться машини та устаткування. Для загального освітлення використовують лампи

розжарювання, які забезпечують загальну освітленість 200 лк. Місцеве освітлення застосовується в якості додаткового при виконанні точних робіт на пультах керування у щитової КВПіА. В таких випадках використовуються настільні та настінні світильники. Для забезпечення робочого освітлення використовуються найбільш поширені світильники типу «Універсаль» в перекритому виконанні з розсіювачем [52, 53].

Штучне освітлення передбачає три основних режими роботи: робочий, аварійний, евакуаційний.

5.4 Електробезпека

Відповідно до ПБЕ приміщення обтискового цеху є жарким. Дане приміщення можна віднести до приміщення з підвищеною небезпекою з точки зору ураження електричним струмом. Підставою для цього є наявність таких факторів:

- електропровідна підлога;
- температура повітря періодично (більше однієї доби) перевищує +35 °С;
- можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій споруд, технологічних агрегатів, які мають з'єднання з землею з одного боку та до металевих корпусів обладнання – з іншого.

Для роботи електроустаткування використовується різна напруга:

- до 42 В постійного струму – живлення частини датчиків, які встановлено як безпосередньо на об'єкті управління так і в щитовому приміщенні;
- 220 В змінного струму – живлення частини устаткування, яке встановлено на щитах для дистанційного контролю;
- 380 В змінного струму – для забезпечення напругою живлення такого обладнання як пускачі.

Основними електрозахисними засобами в електроустановках з напругою до 1000 В являються:

- діелектричні рукавички;
- ізолюючі штанги;
- ізолюючі і електровимірювальні кліщі;
- слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками;
- покажчики напруги;
- ізоляція частин обладнання, по яких протікає струм.

5.5 Пожежна безпека

Будівлю обтискового цеху по вибуховій і пожежній небезпеці можна віднести до приміщення категорії Г, так як на території цеху присутні негорючі матеріали в гарячому стані (злитки та листи під час прокату), процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, а також горючі гази (суміш доменного та природного газів), які використовуються як паливо для нагріву злитків в колодязях [47]. Також будівлю цеху можна назвати такою, в якій наявні пожежонебезпечні зони класу II-III.

На території цеху найбільш вірогідними є пожежі:

- класу С – горіння газоподібних речовин, що може виникнути через ушкодження газопроводів або при надмірному підвищенні тиску в робочому просторі колодязів [54];
- класу Е – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок [54].

Виробничі приміщення обладнані засобами пожежогасіння серед яких пожежні щити з необхідним інвентарем, ящики з піском, вогнегасники. Для приміщень з можливістю виникнення пожеж класів С та Е наявні два порошкові вогнегасники об'ємом 5л кожний [55].

Для попередження пожеж, що виникають від коротких замикань, на лініях і відгалуженнях електричних мереж послідовно встановлюють запобіжники. При проходженні надмірного струму плавкі запобіжники перегорають і тим самим

розривають електричний ланцюг, запобігаючи небезпечному в пожежному відношенні нагріву дротів.

Для запобігання розповсюдженню пожежі дотримуються протипожежних розривів між будівлями та установками.

В цеху передбачена електронна пожежна сигналізація, яка забезпечена термодатчиками і датчиками полум'я.

Для захисту від блискавок застосовують ізолювальні від будівель окремо стоячі блискавко-приймачі стрижневого бо тросового типу. Стрижневі блискавко-приймачі являють собою два вертикальних стрижня. Для захисту від корозії блискавко-приймачі фарбують. Кожен блискавковідвід має окремий заземлювач перерізом не менше 35 мм² із сталевого дроту [56].

У разі виникнення пожежі на ділянці передбачено план безпечної евакуації людей. У приміщенні спроектовано 2 пожежних виходів шириною 2 метри. На видних місцях приміщень (у коридорах та проходах, біля виходів з приміщень на стіні) має знаходитись чіткий, зрозумілий план евакуації. За нормами, необхідний час евакуації з будинку для категорії Г і Д - не нормується [57].

Є 2 входи, шириною 2 метри, які можуть використовуватися для евакуації працюючих. Довжина ділянки 300 метрів, ширина 100 метрів, висота 30 метрів. Передбачені 2 пожежні сходи шириною 1 метр.

Для пожежогасіння передбачено внутрішній протипожежний водопровід та два пожежних гідранта.

5.6 Засоби індивідуального захисту

На роботах із шкідливими умовами праці, а також в особливих температурних умовах або пов'язаних із забрудненням тіла робітників і службовців, відповідно до встановлених норм безкоштовно видаються засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). До таких засобів відносяться засоби захисту очей, органів дихання, органів слуху від шуму, захисні мазі і спеціальний одяг.

Засоби індивідуального захисту застосовуються для захисту відкритих ділянок шкіри та органів людини від будь-яких шкідливих впливів під час виконання робіт. Вибір засобів індивідуального захисту ґрунтується на відповідності їх захисних властивостей наявним шкідливим факторам.

Відповідно до умов праці в обтисковому цеху необхідним є забезпечення працівників наступними засобами індивідуального захисту:

- каска – призначена для захисту голови від механічних ушкоджень, вологи, електричного струму;
- протишумні вкладиші «беруші» – для захисту органів слуху від промислового шуму;
- спецодяг з шинельного сукна від загальних промислових забрудників;
- робоче взуття – шкіряні чоботи;
- діелектричні рукавиці;
- захисні окуляри з затемненим склом для захисту від дії інфрачервоних випромінювань;
- переносні газоаналізатори концентрації угарного газу в повітрі робочого приміщення;
- респіратор газозахисний.

5.7 Розрахунок небезпечної зони при роботі крану

В обтисковому цеху використовується підйомно-транспортна техніка, а саме крани. Крани в обтисковому цеху призначені для обслуговування нагрівальних печей колодязного типу та подачі нагрітих злитків на спеціальний візок для транспортування до прийомного рольгангу прокатного стану.

Нагрівальні колодязі складаються із 20-40 осередок, глибина колодязя – 3 м. Кожен осередок колодязя закривається футерованою кришкою, яка знімається завдяки крану. Злитки з температурою поверхні 800 °С встановлюються вертикально в колодязь за допомогою крану. Нагріті злитки з температурою

поверхні близько від 1200°C до 1250°C виймаються із колодязя краном та установлюються на спеціальний візок – злитковіз.

Тому для безпечної роботи працівників обтискового цеху необхідно розрахувати небезпечну зону при роботі крану на вильоті $R = 10$ м. В обтисковому цеху використовується кран КС-5461. Максимальна маса вантажу, яку кран може підіймати – до 25 тон. Висота, на яку кран підіймає вантаж складає 3 м. Кутова швидкість обертання стріли $\omega = 0,1 \text{ с}^{-1}$ [58].

Визначимо відліт вантажу в разі падіння за формулою (5.1):

$$S_1 = 0,32 \cdot \omega \cdot R \cdot \sqrt{h} \quad (5.1)$$

$$S_1 = 0,32 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot \sqrt{3} = 0,55 \text{ м}$$

Так як кран знаходиться в приміщенні і на нього не впливає вітряна погода, розрахуємо небезпечну зону при роботі крану за формулою (5.2):

$$S_{0,3} = R + S_1 \quad (5.2)$$

$$S_{0,3} = 10 + 0,55 = 10,55 \text{ м}$$

Таким чином, з розрахунку видно, що при роботі крану КС-5461 в обтисковому цеху небезпечна зона складає 10,55 м.

ВИСНОВОК

За результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки:

1. У магістерській роботі було вивчено особливості будови нагрівальних печей, а саме регенеративного колодязя, та технології нагріву у них заготовок перед подальшою обробкою. Було зроблено аналіз літературних джерел, що описують методи економічного нагріву металу у печах даного типу та різні методи щодо рівномірності нагріву злитків та економії палива.

2. Спираючись на результати наукових досліджень, що здійснювалися протягом багатьох років, можна зробити висновок, що найбільш оптимальним є об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива:

1) При використанні об'ємного способу спалювання палива збільшується рівномірність нагрівання металу на 5-10%, як по висоті, так і по довжині робочого простору.

2) Знижуються питомі витрати палива і, відповідно, питомий викид оксидів азоту в атмосферу на 10-20%.

3. Для забезпечення роботи нагрівального колодязя з кульковими регенераторами при розподіленому об'ємному спалюванні палива з високотемпературним повітрям було зроблено висновок, що треба удосконалити систему автоматизації, а саме:

- існуючі в системі прилади замінені на більш нові, з більшим класом точності, ступенем захисту;
- виявлена необхідність заміни пальникового пристрою;
- деякі елементи демонувати з конструкції.

4. Розроблено WEB-сторінку звітності по одному з колодязів, яка додана до хостингу, забезпечуючи кожному користувачу доступ до неї з будь-якої точки світу, яка має систему обмеженого доступу з надійним паролем, який майже неможливо підібрати. На сайті також знаходиться контактна інформація для користувачів. Також є можливість в подальшому кожен елемент в таблиці звітності під'єднати до діючих показників нагрівального колодязя.

5. У розділі охорони праці проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів на території ділянки нагріву злитків, розроблені заходи щодо їх запобігання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кудинов, В. А. Теплотехника: учеб. пособ. / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М. : Абрис, 2012. – 140 с.
2. Технологическая инструкция "Производство передельных и товарных слябов из слитков углеродистых и высокоуглеродистых марок стали" ТИ 226-П.ОЗ-01-2005
3. Регенеративные нагревательные колодцы. URL: http://studopedia.ru/7_8302_regenerativnie-nagrevatelnie-kolodtsi.html (дата звернення 09.12.2020)
4. Кривандин, В. А. Metallургическая теплотехника: учеб. пособ. / В.А. Кривандин. – М. : Metallургия, 1986. - 295с.
5. Соколов, В. С. Нагревательные печи и устройства: учеб. / В. С. Соколов, А. В. Ефремов, А. В. Соколов. - М. : Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского, 2010. - 56 с.
6. Тлустенко, С. Ф. Выбор и компоновка оборудования для термических процессов в цехах ОМД: учеб. пособ. / С. Ф. Тлустенко. - Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2012. - 78 с.
7. Нагревательные колодцы. Режимы нагрева слитков в нагревательных колодцах. Приближенные материальный и тепловой балансы нагревательных колодцев. URL: <http://mylektsii.ru/5-22484.html> (дата звернення: 09.12.2020).
8. Отопления регенеративных колодцев . URL: <http://www.flanec.com/stat/ext.php?id=3181> (дата звернення: 09.12.2020).
9. Лукин С.В., Кибардин А.Н., Сидоренко С.Е., Кочкин А.А. Оптимизация режимов нагрева и термостатирования слябов при горячем посаде в нагревательные печи // Научная статья – 2016 . URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-rezhimov-nagreva-i-termostatirovaniya-slyabov-pri-goryachem-posade-v-nagrevatelnye-pechi> (дата звернення: 09.12.2020)

10. Пат. 1640181 ССР МПК С21 D9/70. Способ нагрева слитков с жидкой сердцевиной в нагревательных колодцах/ Сосковец О.Н., Барбаев В.И., Цакун Н.Н., 1985.
11. Пат. 2278325 РФ Росія МПК С21 D1/08. Способ отопления нагревательных и термических печей / Дружинин Г.М., Маслов П.В., Лобанов В.И; заяв. 14.12.2004, опубл. 20.06.2006.
- 12.Прозоров В.В. Оптимизация теплового и температурного режима нагревательных печей широкополосных прокатных станов / В. В. Прозоров, Б.Н.Парсункин // Изв. ВУЗ. ЧМ. – 2000. – С. 139 – 146.
13. Губа В. М. Температура и напряжения в плоской стенке при одностороннем нагреве излучением / В. М. Губа // Изв. ВУЗ. ЧМ. 1999. – №8. – С. 56 – 58.
14. Губа В. М, Постольник Ю. С. Расчет температуры и напряжений в пластине при одностороннем нагреве постоянным тепловым потоком // Изв. ВУЗ. ЧМ. 1985. – №10. – С. 119 – 122.
15. Селезнев Н. П. Теплообмен между термически массивными телами в камерном режиме прямой контактной рекуперации тепла / Н. П. Селезнев, В.В. Белых // Изв. ВУЗ. ЧМ. 1999. – №8. – С. 59 – 61.
- 16.Парамонов А. М. О повышении тепловой эффективности и экономичности работы нагревательных печей / А. М. Парамонов // Изв. ВУЗ. ЧМ. 2002. – №12. – С. 52 – 55.
- 17.Артюнов В. А. Дожигание горючих компонентов атмосферы в рабочих камерах промышленных печей / В. А. Артюнов, А. В. Егоров, А. Я. Стомахин // Изв. ВУЗ. ЧМ. 2003. – №6. – С. 43 – 46.
- 18.Парсункин Б. Н. Учет ограничений по термонапряжению при энергосберегающем нагреве непрерывно литых заготовок / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев // Изв. ВУЗ. ЧМ. 2003. – №4. – С. 58 – 62.
- 19.Парсункин Б. Н. Система оптимального управления тепловым режимом промышленных печей / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев // Изв. ВУЗ. ЧМ. 2013. – №2. – С. 48 – 54.

20. Пуговкин А. У. Рециркуляционные камерные печи / А. У. Пуговкин. – Л. : Машиностроение, 1975. – 200с.
21. Ермакова Ю.С., Баріщенко О.М., Єрьомін О.О. Розробка алгоритму автоматичного управління опаленням нагрівальних печей з об'ємно-регенеративним способом спалювання палива // Научна стаття – 200.
22. Пат. 44023 Україна, МПК С1D 9/70. Регенеративний нагрівальний колодязь з торцевим опаленням / Єрьомін О. О. (Україна) ; заявник та патентовласник Національна металургійна академія України. - № u200904610 ; заявл. 08.05.2009 ; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 17. – 3 с.
23. Ерёмин А. О. Разработка конструкции регенеративного нагревательного колодца с торцевым отоплением / А. О. Ерёмин // Металлургическая теплотехника : сб. науч. тр. НМетАУ. – Днепропетровск : Новая идеология. - 2012. – Вып. 4(19). – С. 62-77.
24. Ермаков О.Н. Интенсификация теплообмена и энергосбережения при работе газоздушных теплообменников / О.Н. Ермаков [и др.] // Интенсификация теплообмена. Радиационный и сложный теплообмен: Тр. Третьей рос. нац. конф. по теплообмену. М., 21-25 окт. 2002 г. В 8-ми т. Т. 6. С. 105-106.
25. Братова Т.П. Эффективная утилизация дымовых газов термических и нагревательных печей / Т.П. Братова, А.З. Рыжавский // Металлург. 2003. №4. С. 35.
26. Бойко И.И. Выбор минимальной поверхности нагрева многосекционного рекуператора с учетом ограничивающих температур теплообменных элементов / И.И. Бойко, М.Е. Антонов // Металлургическая теплотехника: сб. науч. тр. НМетАУ: в 2-х кн. Днепропетровск, 2005. Кн. 1. С. 32-40.
27. Парамонов А.М. Определение оптимальной степени рекуперации теплоты дымовых газов нагревательных устройств / А.М. Парамонов, В.В. Крайнов // Промышленная энергетика. 2005. №7. С.32-35.
28. Тимошпольский В.И., Герман М.Л., Менделев Д.В. Обзор основных направлений модернизации печного парка и совершенствование технологий нагрева и термической обработки слитков и заготовок в условиях

- современного машиностроительного предприятия // Литье и металлургия. 2007. №4. С.54-62.
29. Бухмиров В.В. Повышение эффективности зональных методов расчета радиационного и сложного теплообмена / В.В. Бухмиров [и др.] // Тез. докл. И сообщ.: VI Минский междунар. форум по тепло- и массообмену. Минск, 19-23 мая 2008 г. Минск, 2008. Т. 1. С. 193-194.
30. Сибирь А.В. Применение современных методов моделирования для расчета тепловой работы топливных нагревательных печей / А.В. Сибирь, С.И. Решетняк, Я.В. Романько // Теплотехника и энергетика в металлургии: сб. тр. XV Междунар. конф Днепропетровск, 7-9 октября 2008г. Днепропетровск, 2008. С. 204-205.
31. Официальный сайт фирмы Loi Thermprocess GmbH. URL: <http://www.loi.de/> (дата звернення: 09.12.2020)
32. Брошюра фирмы WS Warmeprosesstechnik.
33. Пат. 42445 А Україна, МПК С21D 9/70. Регенеративний нагрівальний колодязь / Губинський В. Й., Сокурєнко А. В., Омєсь М.М., Губинська С. Л., Шевченко Г. Л., Затопляєв Г. М., Романєнко В. І., Єрьомін О. О., Губинський М. В. (Україна); заявник та патентовласник Губинський В. Й. - № 2001021324; заяв. 26.02.2001; опубл. 15.10.2001, Бюл. № 9. – 3 с. Доповнення 15.01.2002, Бюл. № 1.
34. Пат. 61495 А Україна, МПК С21D 9/70. Нагрівальний колодязь з кульковими регенераторами / Сокурєнко А. В., Шеремет В. О., Кекух А. В., Бабєнко М. А., Коротченков В. М., Волков В. П., Воробйєв В. О., Тряпичкін М. Г., Губинський В. Й., Єрьомін О. О., Губинський М. В., Губинська С. Л. (Україна); заявник та патентовласник Криворізький державний гірничо-металургійний комбінат “Криворіжсталь”. - № 2003021312; заявл. 13.02.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. № 11. – 2 с.
35. Губинский В. И. Алгоритм расчёта трубчатого теплообменника регенеративной горелки / В. И. Губинский, А. О. Ерёмин, Л. А. Воробьёва //

- Металлургическая теплотехника: сборник научных трудов НМетАУ. – Днепропетровск : Новая идеология. – 2009. – Вып. 1(16). – С. 87 – 93.
36. Работа нагревательного колодца с шариковыми регенераторами / В. И. Губинский, А. О. Ерёмин, А. В. Сибирь [и др.] // Metallurgical and Iron and Steel Industry. – 2005. - № 1. – С. 103-105.
37. Ерёмин А. О. Реализация современного способа сжигания топлива в печах прокатного производства / А. О. Ерёмин, И. В. Панасенко // Metallurgical and Iron and Steel Industry. – 2012. - № 7. – С. 236-240.
38. Ерёмин А. О. Влияние динамических характеристик струй топлива и воздуха на циркуляцию и температурное поле газов в камерной печи с одной горелкой / А. О. Ерёмин, В. И. Губинский // Технічна теплофізика та промислов теплоенергетика : зб. наук. пр.. – Дніпротровськ : Нова ідеологія. – 2011. – Вип. 3. – С. 102-116.
39. Сибирь А. В. Моделирование гидродинамических процессов в регенеративном колодце с центральной горелкой / А. В. Сибирь, С. И. Решетняк, В. И. Губинский // Metallurgical and Iron and Steel Industry : сборник научных трудов НМетАУ. – Днепропетровск : ЧП Грек О. С., 2006. – С. 313-323.
40. Ерёмин А. О. Разработка и применение объёмно-регенеративного способа сжигания топлива в нагревательных печах / А. О. Ерёмин, А. В. Сибирь, В. И. Губинский // Metallurgical and Iron and Steel Industry. – 2008. - № 6. – С. 88-91.
41. Губинский В. И. Реконструкция нагревательных устройств прокатного производства ОАО “АрселорМиттал КривойРог” / В. И. Губинский, А. О. Ерёмин, А. В. Сибирь [и др.] // Теплотехника и энергетика в металлургии : XV международная конференция, 7-9 октября 2008 г., НМетАУ, Днепропетровск : сб. тр. конф. – Днепропетровск: Новая идеология, 2008. – С. 73-74.
42. Губинский В. И. Развитие теории и опыт исследования тепломассообменных процессов в аппаратах с плотным слоем / В. И. Губинский, М. В. Губинский, А. О. Ерёмин [и др.] // Творческое наследие Б. И. Китаева : Междунар. науч.-

- практ. конф., 11-14 февраля 2009 г., Екатеринбург, Россия : труды конф. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. – С. 125-129.
43. Ерёмин А. О. Моделирование тепловой работы нагревательных печей – основной инструмент при их проектировании / А. О. Ерёмин // New technologies and achievements in metallurgy and material engineering , 2012, Poland, Czestochowa : Politechnika Czestochowska monographs. – N. 24. – P. 33-42.
44. Стабилизирующая измерительная диафрагма Rosemount 1595 [URL:/ https://mopra.ru/item/schetchiki-rashodomery-teploschetchiki/stabiliziruyushchaya-izmeritelnaya-diafragma-rosemount-1595](https://mopra.ru/item/schetchiki-rashodomery-teploschetchiki/stabiliziruyushchaya-izmeritelnaya-diafragma-rosemount-1595). (Дата звернення 09.12.2020)
45. Интеллектуальный преобразователь разности давления APR-2000ALW/0...7MPa/C [URL:/ https://ua.all.biz/intelektualnyj-preobrazovatel-raznosti-davleniya-g11041504](https://ua.all.biz/intelektualnyj-preobrazovatel-raznosti-davleniya-g11041504). (Дата звернення 09.12.2020)
46. Грибан, В. Г. Охорона праці [Текст] / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко. — Київ : Центр учбової літератури, 2009. — 266 с.
47. ДБН В.2.6-31:2006 теплова ізоляція будівель – Київ, 2006р, 72с.
48. ДСН 3.3.6 – 042-99-СН мікроклімату виробничих приміщень – Київ, 1999р, 9с.
49. СНиП 2.04.0591*У Отопление, вентиляция и кондиционирование - КиевЗНИИЭП, 1996г, 89с.
50. СНиП 31.01.2003 ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ МНОГОКВАРТИРНЫЕ – Киев, 2003г, 80с.
51. ДБН В.2.5-28.2006 природне та штучне освітлення – Київ, 2006р, 80с.
52. Молчанова, З. В. Охрана труда в прокатном производстве [Текст] / З. В. Молчанова. — Москва : Металлургия, 1973. — 248 с.
53. Епанешников, М. М. Электрическое освещение [Текст] / М. М. Епанешников. — Изд.-4е, Москва : «Энерги-я», 1973. — 352 с.
54. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров
55. НАПБ Б.03.001-2004 Типові норми належності вогнегасників
56. РД 34.21.122-87 – блискавко-захист – Київ, 1987р, 3с.

57. СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений" – Киев, 1998г, 75с.
58. Кобевник В.Ф. Охрана труда. – К.: Выща шк., 1990. – 287с.

Додаток В

Текст програми для кнопки

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Закритий доступ</title>
  <style>
/* Внешний вид кнопки */
.elementy {
color: yellow; /* Цвет текста */
background: blue; /* Фоновый цвет */
padding: 10px; /* Внутренний отступ текста от границ */
font-size: 20px; /* Размер текста */
border-radius: 5px; /* Закругление уголков */
box-shadow: 0px 1px 3px; /* Тень */
/* Задаём анимацию (перемещение). Для всех действий (all) Время перемещения (0.8 сек.)
Направление перемещения (cubic-bezier(0.165, 0.84, 0.44, 1)) */
-webkit-transition: all 0.8s cubic-bezier(0.165, 0.84, 0.44, 1);
transition: all 0.8s cubic-bezier(0.165, 0.84, 0.44, 1);
}
/* Эффект при наведении */
.elementy:hover { /* Добавляем псевдокласс :hover */
/* Задаём расстояние, на которое сместится кнопка */
-webkit-transform: translate(10px);
transform: translate(10px);
box-shadow: 0 5px 15px rgba(0, 0, 0, 0.5) /* Изменяем тень */
}
.text {
color: red;
font-size: 20px;
}
.text2 {
color: red;

```

```

font-size: 20px;
}
.elementy {
background:linear-gradient(red, firebrick);
position: relative;
overflow: hidden;
-webkit-transform: translate3d(0, 0, 0);
transform: translate3d(0, 0, 0);
}
.elementy:before {
content: "";
background-color: rgba(255, 255, 255, 0.5);
height: 100%;
width: 3em;
display: block;
position: absolute;
top: 0;
left: -4.5em;
-webkit-transform: skewX(-45deg) translateX(0);
transform: skewX(-45deg) translateX(0);
-webkit-transition: none;
transition: none;
webkit-animation: moving 3s ease-in-out infinite;
-moz-animation: moving 3s ease-in-out infinite;
-ms-animation: moving 3s ease-in-out infinite;
-o-animation: moving 3s ease-in-out infinite;
animation: moving 3s ease-in-out infinite;
}
@keyframes moving {
30% {
webkit-transform: skewX(-45deg) translateX(33.5em);
transform: skewX(-45deg) translateX(33.5em);
}
100% {
webkit-transform: skewX(-45deg) translateX(33.5em);

```

```

    transform: skewX(-45deg) translateX(33.5em);
  }
}
.act_button .elementor-button-link:hover {
background:linear-gradient(firebrick,red);
}
@keyframes si-button-pulse {
from {
  box-shadow: 0 0 8px 6px #cd5055, 0 0 12px 14px #cd5055;
}
to {
  box-shadow: 0 0 10px 4px rgba(255, 48, 26, 0), 0 0 5px 30px rgba(255, 48, 26, 0);
}
}
</style>
</head>
<body>
<p class="text">Логін: <input type="text" id="login"></p>
<p class="text2">Пароль: <input type="password" id="password"></p>
<button id="check" class="elementy">Ввійти</button>
<script src="pass.js"></script>
</body>
</html>

```


Додаток Г

Текст програми для системи обмеженого доступу

```
document.getElementById('check').onclick = function() {  
    let login = document.getElementById('login').value;  
    let password = document.getElementById('password').value;  
  
    if (login == 'zaporizhstal' && password ==  
'35326466437347437348wqwtwqyr445yhe554yh45g') {  
        alert('Натисніть ОК для перегляду');  
        window.location = "1nedela.html";  
    }  
    else if (login == 'zaporizhstal' && password == '3wreftwyrehyu54y43y34g34t3t34t') {  
        alert('Натисніть ОК для перегляду');  
        window.location = "1nedela.html";  
    }  
    else {  
        alert('Неправильний логін чи пароль. Спробуйте ще раз!');  
    }  
}
```