

Форма № 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Запорізька Політехніка»

Інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

кафедра фізичного матеріалознавства

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр

(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему Дослідження та оптимізація технології виробництва вогнетривких матеріалів для металургійної промисловості

Виконав: студент 6 курсу, групи Іфз-218м

Спеціальності 132 Матеріалознавство

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Малихіна О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Вінігерко В.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Собіков Є.Г.

(прізвище та ініціали)

2019 року

Форма № 25

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Універсно-фізичний
 Кафедра фізичного матеріалознавства
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 132 Матеріалознавство
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Триміжне матеріалознавство
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20 ____ року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Машукіна Ольга Олександрівна
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження та оптимізація
технології виробництва вогнетривких матеріалів
для металургійної промисловості

керівник проекту (роботи) Вітченко В.С., к.т.ч., доцент кафедри ФМ,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « _____ » _____ 20 ____ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) матеріали досліджень,
методи досліджень, розрахункові керівні дані
досліджень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Літературний огляд; 2. Матеріали та
методи виробництва вогнетривких виробів;
3. Експериментально-теоретичні дослідження;
4. Охорона праці на думку у надзвичайних
ситуаціях; 5. Економічне обґрунтування.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Вигляди матеріалів; 2. Виміри на етикетці
реклами; 3. Технологічне schema виробництва; 4. Трансформатор
наєт етикет марки МВ-72; 5. Обробка експериментальних
даних; 6. Діаграми при виробництві вогнетривких виробів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

2

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1. Літ. огляд	Вітченко В. С., к.т.н., доцент	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
2. Матеріали науково-технічної літератури	Вітченко В. С., к.т.н., доцент	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
3. Дослідницька	Вітченко В. С., к.т.н., доцент	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
IV Схемографія	доц. Нестеров ОВ	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
V. Економіка	Кругликов В. В., доцент, к. е. н.	10.09.19	6.12.19

7. Дата видачі завдання « _____ » _____ 20 _____ року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Літературний огляд	30.09.2019	
2.	Матеріали та література виробництва виготовлення: виробів	15.10.2019	
3.	Експериментально-теоретичне дослідження	29.10.2019	
4.	Дворічний план на базі у науково-технічних висновках	12.11.2019	
5.	Економічне обґрунтування	6.12.2019	
	Затвердження роботи до захисту	16.12.2019	

Студент(ка)

[підпис] Малихіна О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

[підпис] Вітченко В. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 123 сторінок, 5 частин, 18 таблиць, 22 рисунка та 32 посилання.

Об'єктом дослідження є виробництво вогнетривких виробів.

Метою магістерської роботи являється дослідження та оптимізація технології виробництва вогнетривких матеріалів для металургічної промисловості.

В ході дипломної роботи були зроблені розрахунки, направлені на зниження собівартості гранулометричного складу вогнетривкої маси та витрат на виробництво.

ВОГНЕТРИВИ, ВИРОБНИЦТВО, МАТЕРІАЛИ, ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ,
ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ГРАНУЛОМЕТРИЧНИЙ СКЛАД, ШИХТА,

МІЦНІСТЬ, ВИПАЛ, ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ДЕФЕКТИ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Літературний огляд.....	6
1.1 Вогнетриви на світовому ринку.....	7
1.2 Вогнетривке виробництво в Україні.....	12
1.3 ПрАТ «Запоріжвогнетрив».....	14
1.4 Найбільш затребувані вогнетриви.....	16
2 Матеріали та методика виробництва вогнетривких виробів.....	28
2.1 Методика виробництва.....	28
2.2 Вогнетривкі матеріали.....	41
2.3 Властивості вогнетривів: фізичні та хімічні.....	47
3 Експериментально-теоретичні дослідження.....	56
3.1 Експериментальні дослідження.....	56
3.2 Дефекти при виробництві вогнетривких виробів.....	62
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	70
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	70
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	71
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	81
4.4 Заходи безпеки надзвичайних ситуацій.....	84
5 Економічне обґрунтування.....	90
5.1 Розвиток вогнетривкого виробництва у світі.....	90
5.2 Техніко-економічні розрахунки.....	92
5.3 Економічна ефективність.....	97
5.4 Економічний ефект.....	98

Висновок.....	101
Перелік посилань.....	102
Додаток А.....	106

ВСТУП

Україна належить до держав із винятково багатими надрами і потужним мінерально-сировинним комплексом. Зараз технічний потенціал країни визначається рівнем розвитку металургії, що утворює матеріальну базу для прискорення технічного прогресу. Гірничо-металургійний комплекс України на даний момент забезпечує близько 27% товарного виробництва, більш 40% валютних надходжень. На експорт прямує до 80% прокату чорних металів, що складає приблизно 3% обсягу світової торгівлі цим видом продукції. За обсягом виробництва чавуну та сталі Україна займає 7 місце у світі. А вогнетриви у металургійному процесі- важлива ланка, вони необхідні для футерування доменних та мартенівських печей, конверторів, міксерів, в яких транспортується розплавлений чавун, для ізложниць, куди розливається зварена сталь, повітрянагрівних виробів, коксового припасу складної конфігурації, рекуператорних та центрових трубок, воронки, шибєрні пристрої, сталерозливних припасів дуже складної конфігурації, фасонних виробів-сифонів, пробок, стаканів, вироби для коксових батарей, шамоту.

Вогнетривкі матеріали та вироби забезпечують ефективну роботу базових технологічних агрегатів і машин у більшості галузей сучасної промисловості. У багатьох випадках експлуатація і ефективність цілих технологічних систем обумовлена якістю і оперативними властивостями вогнестійкості. Це, в першу чергу, стосується чорної та кольорової металургії, енергетики, хімічної промисловості тощо.

Примітно, що близько трьох кварталів всіх протипожежно-стійких матеріалів і продуктів, спожитих промисловістю, знаходяться в металургійній промисловості. Вони широко використовуються у виробництві чавуну і сталі для технологічних агрегатів, контейнерів для накопичення і транспортування рідкого металу, печей для обігріву заготовок тощо.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Вогнетривкі матеріали (вогнетриви) – неметалічні матеріали з вогнетривкістю не нижче температури 1580°C , використовуваних в агрегатах і пристроях для захисту від впливу теплової енергії і газових, рідких, твердих агресивних реагентів. Виготовляються на основі мінеральної сировини і відрізняються здатністю зберігати без істотних порушень свої функціональні властивості в різноманітних умовах служби при високих температурах. Застосовуються для проведення металургійних процесів (плавка, відпал, випал, випаровування та дистиляція), конструювання печей, високотемпературних агрегатів (реактори, двигуни, конструкційні елементи та ін). Вогнетриви, які були вже використані називаються вогнетривким ломом і використовуються в переробці.

Більшість вогнетривких виробів випускають у вигляді простих виробів типу прямокутного паралелепіпеда масою в кілька кілограмів. Це універсальна форма для виконання футеровки різної конфігурації. На сьогодні в вогнетривкій промисловості відбувається зменшення випуску вогнетривів у вигляді простих виробів і відповідне збільшення виробництва вогнетривких бетонів і мас.

Вогнетривкі матеріали відрізняються підвищеною міцністю при високих температурах, хімічною інертністю. За складом вогнетривкі матеріали- це керамічні суміші тугоплавких оксидів, силікатів, карбідів,

нітридів, боридів. В якості вогнетривкого матеріалу застосовується вуглець (кокс, графіт). В основному - це неметалеві матеріали, що володіють вогнетривкістю не нижче 1580°C , застосовуються практично скрізь, де потрібно ведення будь-якого процесу при високих температурах.

Ще на зорі людської культури з отриманням вогню з'явилася необхідність в вогнетривких матеріалах. В результаті тисячоліть розвитку людського суспільства і його культури вогнетривкі матеріали стали основою сучасних доменних, сталеплавильних, мідеплавильних, цементно-випалювальних, скловарних і інших печей.

1.1 Вогнетривкі вироби на світовому ринку

Вогнетривкі матеріали і вироби забезпечують ефективну експлуатацію основних технологічних агрегатів і машин в більшості галузей сучасної промисловості. У багатьох випадках функціонування і ефективність цілих технологічних систем обумовлено якістю і експлуатаційними властивостями вогнетривків. Це, перш за все, відноситься до чорної і кольорової металургії, енергетиці, хімічній промисловості, машинобудуванню та ін.

Вогнетривкі вироби і матеріали для виробництва чавуну і сталі набули значного розвитку в останні 25-30 років, що зумовило певний прогрес у вдосконаленні роботи основних технологічних агрегатів. В даний час вже цілком очевидно, що використання нових високоефективних вогнетривких продуктів дозволяє металургам помітно знизити їх питомі витрати на тону сталі, підвищити енергозберігаючий ефект і забезпечити стабільність роботи технологічних систем [1-4].

Відповідно до міжнародних стандартів вогнетривими прийнято називати неметалеві керамічні матеріали (включаючи матеріали, що містять деякі добавки металів), які експлуатуються при високих температурах (600-2000оС) в спеціальних агрегатах і печах. Вогнетриви відрізняються здатністю зберігати без істотних порушень свої функціональні властивості в різноманітних умовах служби при високих температурах.

Світове виробництво вогнетривких матеріалів і виробів з різних міжнародних джерел оцінюється на рівні 46-52 млн. т в рік (в тому числі близько 30-34 млн. т виробляється в Китаї). При цьому найбільшим споживачем вогнетривкої продукції є чорна металургія (переважно доменне і сталеплавильне виробництво).

В останні 10-15 років в світовій металургійній промисловості відбулося багато змін (придбання металургійних компаній і заводів, злиття деяких компаній і утворення транснаціональних гігантів, галопуюче нарощування виробництва в Китаї та ін.), що зумовило ще більші зміни в структурі виробників вогнетривкої промисловості .

Розвиток світової чорної металургії характеризується подальшим зростанням обсягів виробництва металопродукції (переважно за рахунок КНР та Індії), а також трансформацією технологічних процесів в частині зниження питомого споживання витрачаються і вогнетривких матеріалів, зменшення втрат енергії і зниження навантаження на екологію навколишнього середовища. Такі тенденції в значній мірі формують конкурентне середовище і нові вимоги до вогнетривкої продукції.

Вогнетривкі матеріали і вироби широко використовуються при виробництві чавуну і сталі для футерування технологічних агрегатів, ємностей для накопичення та транспортування рідкого металу, печей для підігріву заготовок тощо. Як показує практика, в даний час витрата вогнетривів на 1 т сталі становить в середньому 8-14 кг. При цьому прогрес в

зниженні питомого споживання вогнетривів, досягнутий в останні 3-4 десятиліття, обумовлений як виведенням з експлуатації низько ефективних сталеплавильних агрегатів, так і створенням нових вогнетривких матеріалів, в максимальному ступені відповідають умовам технологічних процесів при виробництві чавуну і сталі. Основний прогрес у підвищенні стійкості вогнетривів для виробництва і розливання сталі був в поєднанні раціональних фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей вогнетривких виробів з оптимальною побудовою конструкції футеровки, яка враховувала б технологічні особливості її експлуатації. У промисловій практиці розрізняють чотири основні типи вогнетривкої продукції: неформовані вогнетриви (суміші для торкретування та ремонту, сполучні матеріали, мертелі та ін.); формовані вогнетриви (вогнетривкі вироби типу цегла, блок та ін.); функціональні вироби (вогнетривкі вироби певної геометричної форми і призначення, елементи конструкцій футеровки агрегатів та ін.); теплоізоляційні матеріали, що забезпечують захист від втрат тепла.

Тим часом, основу більшості вогнетривких матеріалів складають шість базових оксидів - SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Cr_2O_3 , ZrO_2 . На практиці до складу вогнетривкого матеріалу входить певна комбінація сполуки з цих оксидів, а також деяких добавок. Для ряду вогнетривких матеріалів в їх склад вводять вуглець і карбід кремнію, а також невеликі кількості карбиду бору (B_4C) та нітридів (Si_3N_4 , BN). Залежно від хімічного складу температура плавлення або руйнування різних матеріалів варіюється в досить широкому діапазоні температур 1800-3300⁰ С.

Як показує аналіз, основні виробники стали в світі (крім КНР) помітно скоротили інвестування в дослідження для вогнетривкої промисловості. Крім того, в останні 20 років спостерігається помітне скорочення обсягів виробництва і персоналу в вогнетривкої промисловості Західної і Східної

Європи, а також США і Японії. Процес скорочення обсягів виробництва вогнетривів в розвинених країнах світу супроводжується консолідацією виробників вогнетривких матеріалів і виробів, що також призвело до закриття ряду дрібних і середніх виробників і декількох великих дослідницьких технологічних центрів. Не менш важливим фактором є динаміка розвитку ситуації на ринку сировини, яка характеризується стійким зростанням цін на всі види вихідних матеріалів.

Велика частина сировинних компонентів для вогнетривів характеризується наявністю дефіциту на ринку, який визначається як об'єктивними причинами (непоправна втрата ресурсів), так і суб'єктивними (штучний дефіцит). Це особливо актуально для вогнетривких бокситів, магнезиту, графіту і хромової руди. Пріоритетним напрямком в цьому плані буде розвиток вогнетривких матеріалів на базі альтернативних джерел сировини, які є більш дешевими і доступними для виробників вогнетривів.

Основні виробники вогнетривів в даний час є глобальними гравцями ринку вогнетривів, більше незалежними від будь-якої однієї країни або частини світу. Найважливішими тенденціями і аспектами розвитку вогнетривких виробів, наприклад, для чорної металургії є створення матеріалів і функціональних виробів, що забезпечують зниження питомої витрати на вогнетриви.

Говорячи про особливості виробництва і поставок вогнетривів, слід зазначити, що в останні 10-15 років у світовій вогнетривкій промисловості спостерігається процес консолідації і злиття виробників вогнетривких матеріалів. Так, в результаті злиття ряду вогнетривких фірм і заводів в 1998 р сформувалася дуже велика інтегрована компанія RHIREfractories, до складу якої увійшли провідні європейські виробники вогнетривів Radex Austria AG, Veitscher Magnesitwerke, Didier-Werke AG, а також були поглинені фірми

GIT/ Harbison- Walker (USA), Monofrax, два заводи фірми Foseko, RHI Normag AS, Premier Periclase Ltd., Stopinc AG, а також деякі інші заводи.

Одним зі світових лідерів у виробництві вогнетривів стає вертикально-інтегрована компанія Magnesita Refratarios SA, що володіє виробничими потужностями в Бразилії, Аргентині, США, Франції, Бельгії, Німеччині, Тайвані та Китаї. Її сукупні виробничі потужності оцінюються в 1500 тис. т/рік. При цьому компанія може використовувати приблизно 80% власної сировини у виробництві вогнетривких матеріалів, що робить її одним з найдешевших виробників в галузі. Компанія є провідним оператором на ринку вогнетривких виробів в Південній Америці, а також обслуговує клієнтів в Північній Америці, Європі та Азії.

В останнє десятиліття в число найбільших світових виробників увійшла німецька компанія «Calderys», яка виробляє понад 600 тис. т вогнетривів в рік. Компанія має в своєму розпорядженні 18 заводів в 16 країнах світу. У компанію влилися відомі виробники неформованих матеріалів і вогнетривких бетонів «Plibrico» і «Basalt». За останні роки компанією були модернізовані деякі виробничі ділянки на заводах в Західній Європі, відкрилося і розширилося виробництво вогнетривів в Китаї.

У число найбільших світових виробників вогнетривів увійшла також відома японська фірма «KrosakiHarima», яка поглинула відомого індійського виробника «TataRefractories».

На території СНД фактично єдиним транснаціональним вертикально інтегрованим холдингом по виробництву вогнетривів є російська компанія ТОВ «Група« Магнезит », виробничі підприємства якої розташовані в Росії, Китаї, Словаччині, Україні та Німеччині. Група постійно розширює не лише виробничу, а й власну сировинну базу, удосконалюючи технологію виробництва сировинних матеріалів основного складу, включаючи спечені і плавлені матеріали. У перспективі видається цілком ймовірним консолідація

частини підприємств, що діють на території СНД, з ТОВ «Група» Магнезит» для здійснення єдиної політики, в тому числі для інтенсифікації технічного переозброєння з метою більш глибокого комплексного обслуговування споживачів.

Поряд з тенденцією укрупнення і злиття вогнетривких компаній не можна не відзначити тенденцію закриття невеликих виробників вогнетривких виробів, що спостерігається, насамперед, у країнах Європи (в тому числі в Росії та Україні), США, Японії та ін. Це слід пояснювати, головним чином, загостренням конкурентної боротьби і неможливістю невеликих виробників розширити ринки збуту.

1.2 Вогнетривке виробництво в Україні

В Україні виробництво вогнетривів зосереджено на 17 основних спеціалізованих підприємствах: Ватутінський, Великоанадольський і Часовоярівські вогнетривкі комбінати, «Запоріжвогнетрив», «Білокаменські вогнетриви», Овруцький гірничо-збагачувальний комбінат, Дружківське і Кіровоградське рудоуправління, Кондрат'євський, Пантелеймонівський, Костянтинівський, Красногорівський, Микитівський, Красноармійський динасовий заводи, АТ «Вогнетривметалсервіс» і компанія «Керамос Мінерал», Христофорівський завод вогнетривких блоків і бетонів, Михайловське виробництво вогнетривів. Наукову базу і передові технології забезпечують такі організації, як НметАУ, Національний хіміко-технологічний університет (м. Дніпро), УкрНДІ вогнетривів ім. А.С. Бережного (м. Харків).

В останні роки в Україні розроблені і поступово приходять на зміну традиційним алюмосилікатним і динасовим виробам - нові вогнетриви, значно більш термо- і корозійностійкі з високою механічною міцністю. Розвитку випуску подібної продукції можна досягти за рахунок залучення мінеральної сировини, що раніше у виробництві традиційних вогнетривів не використовувалося.

До такої сировини слід віднести руди цирконію, графіту і ставроліту - для флюсів, що використовуються в чорній металургії. А також корисні копалини, запаси яких в країні є, але вони імпортуються, так як їх видобуток не ведеться - руди хрому, дистена, силіманіта, талько-магнезиту, серпентиніта, боксити, солі магнію, які при потребі можна витягати з бішофіту, калійно-магнієвих солей і ропи Сиваша.

Так, за даними Харківського НДІ ім. А.С. Бережного, застосування на мет підприємствах Франції і США (для футеровок печей ВДП) набивних мас з двоокису цирконію дає можливість отримувати більш чистий метал. Крім того, в США розливання через склянки із цирконієвих вогнетривів значно збільшила вихід першосортної сталі в злитках. Ефективним є використання цирконієвих виробів на Єнакіївському, Донецькому МЗ і МК «Азовсталь». При цьому застосування вітчизняної набивної маси з діоксиду цирконію ефективно в установках піролізу бензину, що в деяких компаніях вже призвело до скорочення експлуатаційних витрат удвічі в порівнянні з аналогами Toshiba (Японія).

Дуже ефективним виявилось використання термостійких вогнетривів з двоокису цирконію при отриманні кварцових виробів на заводі в м. Східному (Московська обл.) - застосування термостійких вогнетривів дало можливість збільшити стійкість футеровки від 100 до 250 циклів (10-12 днів). За останні роки на вогнетривких підприємствах СНД збільшився випуск нових типів периклазом-корундових, периклазом-шпінельної-вуглецевих та інших

високоякісних вогнетривів для металовиробництва. Крім того, зросло виробництво глиноземистих і високоглиноземистих виробів з бокситу, андалузиту, муліта, глинозему синтетичного. Для електродових і новітніх моделей конвертерів випускається більш стійка продукція з вмістом периклаза і графіту. Підвищився попит на доломіт для сучасних плавильних агрегатів чорної і кольорової металургії, особливо - для виплавки нержавіючої сталі.

Для виготовлення вогнетривких виробів використовуються корисні копалини, різні за своїм хімічним складом і фізико-механічному станом. Залежно від складу мінеральної сировини отримують такі основні вогнетриви:

- кремнеземисті (динасові та кварцові) з кварциту, пісковика кварцитовидних і піску кварцового;

- алюмосилікатні (напівкислі, шамотні і високоглиноземисті) з глини вогнетривкої, каоліну первинного і вторинного, бокситу, силіманіта, дистена і ставроліту;

- магнезіальні (магнезитові, форстеритові, периклазові і доломіту), з талько-магнезиту, серпентиніта, солі калійно-магнезійної, солі магнезійної в ропі, а також бішофіту.

Для поліпшення якості виробів застосовуються жаростійкі природні мінеральні речовини: цирконій, хром, графіт, пірофіліт і ін [5].

1.3 ПрАТ «Запоріжвогнетрив»

ПрАТ «Запоріжвогнетрив» - одне з найбільших підприємств в Україні з виробництва вогнетривких виробів і матеріалів. Обсяг виробництва складає

більше 30% від загального виробництва вогнетривів в Україні, займає провідне місце вітчизняної вогнетривкої промисловості. Асортимент продукції, що випускає завод не має рівних у світі. Шамотні вироби для футерування сталерозливних ковшів, для сифонного розливання сталі, для футерівки обертових печей, гніздової цегли, вироби мулітокорудові для кладки теплових агрегатів, мулітокремніземісті для печей випалу анодів, для кладки повітронагрівачів і повітропроводів гарячого дуття доменних печей, трубки алюмосилікатні для продуктів сталі в ковші інертними газами, магнезіальні хромперіклазові і періклазохромітові вироби для футерування сталерозливних ковшів, для кладки склепінь сталеплавильних печей і для конверторів кисневої продувки, переклазові без випалювальних припасів, склянки, склянки-колектори, карбід-кремнієві електронагрівачі, різні неформовані вогнетриви - шамот кусковий і мулітокорундовий кусковий, мертель мулітокорундова, мелені порошки шамоту і глини, заповнювачі для бетонних виробів, бетонних мас, сумішей, покриттів і мертелей, порошки періклазохромітові для торкретування стін і укосів сталеплавильних печей - та інше.

Продукція з маркою ПрАТ «Запоріжвогнетрив» сьогодні відома в усьому світі. Вона користується попитом у великих металургійних фірм України, країн СНД і Балтики, Європи, Азії, Африки, Центральної Америки. Високий статус підприємства - результат політики керівництва заводу, пріоритетним напрямком якої протягом багатьох років є технічне вдосконалення виробництва на основі останніх світових досягнень у сфері виробництва вогнетривів, розробка і впровадження нової високоякісної конкурентоспроможної на світовому ринку продукції .

ПрАТ «Запоріжвогнетрив» сьогодні - це майже дві з половиною тисячі висококласних фахівців, що створюють своєю працею продукцію, відому в

багатьох країнах світу. Це складний механізм, кожен вузол котрого, виконуючи свою певну функцію, працює на вирішення спільних завдань.

На підприємстві розроблена і функціонує система менеджменту якості, що визначає відповідність вимогам міжнародного стандарту ISO 9001-2015 в системі сертифікації «TUV CERT» [6].

На ПрАТ «Запоріжвогнетрив» за останні десять років проведено значний обсяг робіт з оновлення та вдосконалення технічної бази підприємства. У планах технічного переозброєння та реконструкції виробництва пріоритетними напрямками є енергозберігаючі і природоохоронні заходи.

Сьогодні виробництво продукції на ПрАТ "Запоріжвогнетрив" засноване на безвідходній технології. При переробці сировинних матеріалів побічних відходів не утворюється - вловлений пил повертається у виробництво.

У результаті - це поступовий перехід від виробництва формованих (випалювальних) на не формовані вироби (торкрет-маси, вогнетривкі бетони, заповнювачі, суміші), основна кількість яких поставляється в Україну по імпорту. Враховуючи досвід передових країн на підприємстві вже розпочато роботи з відпрацювання технологій, випуск дослідних промислових партій цих матеріалів. При цьому підприємство скорочуючи виробництво випалювальних виробів суттєво зменшує викиди в атмосферне повітря газоподібних речовин та парникових газів.

На сьогоднішній день ПрАТ «Запоріжвогнетрив» керуючись ISO 14001 продовжує впроваджувати нові технології які допомагають зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу, а відповідно і поліпшити екологію. Рівні не канцерогенного ризику також не перевищуватиме допустимий рівень, тому ризик для здоров'я населення знаходиться на мінімальному рівні [7].

1.4 Найбільш затребуванні вогнетриви

Найбільш поширені види вогнетривів: шамотні, вуглецеві, корундові. Основні види вогнетривів - вогнетривка цегла, пресовані вогнетриви, летюча маса, плавильний тигель, фасонні вогнетривки вироби і монолітні вогнетриви. Застосовують їх для кладки промислових печей, топок та інших теплотехнічних агрегатів [8].

Шамотні вогнетриви- це алюмосилікатні вогнетриви, що містять мас. %, 28-45 Al_2O_3 та 50-30 SiO_2 . Технологія виробництва формованих шамотних вогнетривів включає: випалювання глини (каоліну) при 1300-1500⁰ С у обертальних або шахтних печах, подрібнення отриманого шамоту, змішування зі сполучною глиною і водою (іноді з додаванням інших сполучних матеріалів), формування, сушку і випалення при 1300-1400⁰ С. Шамотні вогнетриви застосовують для футеровки доменних печей, сталерозливних ківшів, нагрівальних і випальних печей, котельнь, топок та ін., а також для виготовлення сифонних виробів для розливання сталі. Неформовані шамотні вогнетриви виготовляють з подрібненого шамоту і сполучних матеріалів і застосовують у вигляді мертелей, набивних мас, порошків, наповнювачів бетонів та ін. При виконанні і ремонті вогнетривкових футеровок різних теплових агрегатів.

Шамотні вогнетриви застосовуються для кладки доменних печей, кауперів, печей для випалювання керамічних виробів, для футерування газогенераторів, топок паровозних і стаціонарних котлів, кладки вапняково-випалювальних, скловарних та інших печей. З вогнетривкових шамотних мас виготовляються сифонні вироби для розливання сталі, капсель для випалювання керамічних виробів, реторти для плавки цинку, горщики для варіння скла, муфелі та ін.

Для футеровки робочого простору вагранок та полум'яних печей застосовується головним чином шамотна цегла вогнетривкістю не нижче 1670°C (ГОСТ 390-54 і 3272-46) [9-10]. При плавці в вагранках і печах з основною футеровкою застосовується магнезитова або стабілізована доломітова цегла.

Для кожного котла в залежності від умов роботи передбачають необхідні сорти матеріалів - нормальної, фасонної цегли і мертеля для футерування топок котлів. В процесі експлуатації вивчають особливості їх служби та, якщо необхідно, вносять корективи в технічні вимоги до замовлених вогнетривів. Більш високі вимоги, ніж до нормального, пред'являються до фасонної шамотної цегли, яка використовується для облаштування топкових амбразур, склепінь, перекритій та ін. частин топки, виконання яких з нормальної цегли ускладнено.

Шамотні вогнетриви виготовляються з розмелених вогнетривких глин або каоліну і шамоту (обпаленої глини). Зміст шамоту коливається від 30 до 95%. Шамотні вогнетриви застосовують для кладки термічних і ковальських печей, футеровки газогенераторів, обмурівки топок котлів та ін. Властивості шамотних вогнетривів наведені в ГОСТ 390-41, ОСТ 10233-39, ОСТ 16191-39 [11-13].

Шамотні вироби застосовуються для футерування нагрівальних печей, вагранок, ківшів, димових кнурів, димових труб та ін. Шамотні вогнетриви мають порівняно невисоку вогнетривкість (до 2000°C) і температуру початку розм'якшення (до 1670°C), невелику усадку при повторному випалюванні і хорошу термостійкість (15-20 теплоступів). За державним стандартом шамотні вироби поділяються на три класи, що відрізняються між собою вогнетривкістю клас А має температуру вогнетривкості щонайменше 2000°C клас Б - 1940°C , клас В - 1880°C .

Так звані багато шамотні вогнетриви, які виготовляються з маси, що містить 80-95% обпаленої та 5-20% необпаленої глини, характеризуються більш високою термостійкістю (до 100 теплотмін), більш високою щільністю і міцністю. Для деяких нагрівальних печей, що застосовуються в машинобудуванні і працюють до температури 1200⁰ С, шамотні вироби мають великий запас вогнетривкості і механічної міцності при недостатньо низькій теплопровідності. Для зменшення теплопровідності шамоту за рахунок деякого зниження його міцності і вогнетривкості застосовують різні методи штучного збільшення його пористості.

Вогнетривкі матеріали шамотні (вогнетриви) - це матеріали, що виготовляються на основі мінеральної сировини (шамоту) і відрізняються здатністю зберігати без істотних порушень свої функціональні властивості в різноманітних умовах служби при високих температурах. Застосовуються шамотні вогнетриви для проведення металургійних процесів (плавка, випал, випаровування і дистиляція), конструювання печей, високотемпературних агрегатів (реактори, двигуни, конструкційні елементи та ін.). Вогнетриви шамотні колишні у вживанні називаються вогнетривким ломом і використовуються в переробці.

Більшість вогнетривких шамотних виробів випускають у вигляді простих виробів типу прямокутного паралелепіпеда масою в кілька кілограмів. Це універсальна форма для виконання футеровки різної конфігурації. На сьогодні в вогнетривкій промисловості відбувається зменшення випуску вогнетривів у вигляді простих виробів і відповідне збільшення виробництва вогнетривких бетонів і мас.

Вогнетривкі шамотні матеріали відрізняються підвищеною міцністю при високих температурах, хімічної інертністю. За складом вогнетривкі матеріали - це керамічні суміші тугоплавких оксидів, силікатів, карбідів,

нітридів, боридів. В якості вогнетривкого матеріалу застосовується вуглець (кокс, графіт).

Шамотна цегла не тільки стійка до високих температур (здатна витримати температуру 1400-1800⁰ С), до впливу хімічних речовин (лугів, вапна), але і прекрасно проводить тепло, швидко прогріваючи приміщення. Залежно від фізико-хімічного складу і температури застосування, вогнетривкі вироби підрозділяють на марки ШАК, ША, ШБ, ШВ.

Слід зазначити, що вогнетривку цеглу виготовляють не тільки прямокутної форми, є також і інші формати таких цеглин - клиновидні, використовувані при кладці арок і склепінь різного радіуса кривизни.

Залежно від фізико-хімічного складу і температури застосування вогнетривкі цеглини поділяють на марки ШАК, ША, ШБ, ШВ.

Для побутових цілей найкраще використовувати шамотну цеглу, маркується літерою "Ш". Наступні позначення в їх марках визначають розміри, наведено в табл. 1.1 фізико-хімічних показників відповідаючи ГОСТ 390-96 [14].

Таблиця 1.1 - Фізико-хімічні показники

Найменування показників	ША	ШБ	ШАК
Масова частка, %:			
Оксид алюмінію Al ₂ O ₃ , не менше	30	28	33
Вогнетривкість, С, не нижче	1690	1650	1730
Пористість відкрита,%, не більше			
для виробів 1 підгрупи	24	24	23
для виробів 2 підгрупи	30	30	-
Межа міцності при стисненні, Н / мм ² , не менше	20	-	23
для виробів 1 підгрупи	15	-	-
для виробів 2 підгрупи	1300	-	1320
Температура початку розм'якшення, С, не нижче	-	-	0,5
Додаткова лінійна усадка або ріст,%, не більше	-	-	1400

Залежно від пористості шамотні цеглини можуть бути:

- особливо щільні з відкритою пористістю менше 3%;
- високо щільні - 3-10%;
- щільні - 10-16%;
- ущільнені - 16-20%;
- середньо щільні - 20-30%;
- підвищено пористі -> 30%;
- легковіси із загальною пористістю 45-85%;
- ультралегковіси із загальною пористістю > 85%.

За способом формування вогнетривкі цеглини шамотні поділяють на такі:

- литі (виготовлені литтям з шлікера),
- пластичного формування,
- напівсухого формування,
- плавлені (литі з розплаву),
- термопластично-пресованні,
- гарячого пресування.

За характером термічної обробки розрізняють наступні шамотні цеглини:

- безвипальні;
- випальні (спечені в печах);
- плавленолитті.

До вуглецевих вогнетривів відносяться вугільні, графітові і вуглецевозмістовні вогнетриви. Загальною ознакою виробів цього типу є наявність в їх складі вуглецю в тому чи іншому вигляді.

Особливістю вугільних і графітованих вогнетривів є те, що при окисленні вони повністю згорають; вуглецевозмістовні згорають частково.

Початковою сировиною для виробництва вугільних і графітованих виробів є: графіт, термоантрацит, кокс і кам'яновугільна смола.

Графіт має високу температуру плавлення (3700°C), хімічно інертний, не взаємодіє з основними і кислими шлаками, кислотами і лугами, не деформується. При високих температурах він є відновником, а при температурі $600-700^{\circ}\text{C}$ інтенсивно окислюється киснем.

При атмосферному тиску графіт минаючи рідкий стан, сублимує. Температура сублимації 3700°C . Приблизна діаграма стану графіту має такий вигляд, який наведений на рис. 1.1.

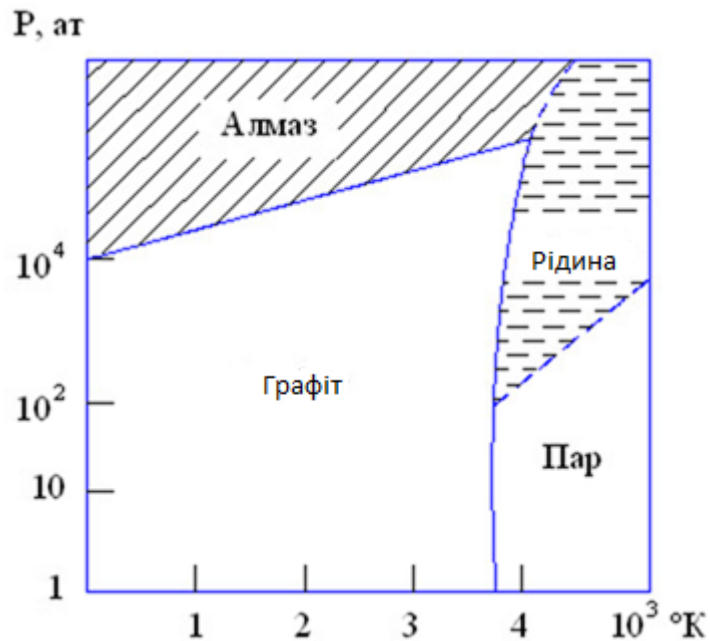


Рисунок 1.1 - Діаграма стану вуглецю

З діаграми видно, що надання форми відливанням з розплаву вуглецевих матеріалів неможливо.

Одночасно внаслідок низького коефіцієнта самодифузії неможливо отримання виробів методом пресування і спікання. Тому вуглець як вогнетривкий матеріал використовують зазвичай в комбінації з іншими вуглецевмістними матеріалами та як добавку до вогнетривких матеріалів на основі оксидів металів. У відновній атмосфері він володіє вищими властивостями вогнетривів.

У природі графіт зустрічається кристалічний і аморфний (мілнокристалічний, скритнокристалічний, тобто кріпнокристалічний). Кристалічний графіт ви бачили в міксерному відділенні. Це стиглі - кусочки графіту, що виділяються з чавуну при його охолодженні. Якщо ці кусочки потовкти, вони втратять блиск і стануть скритнокристалічними. Такий графіт використовують в складі будь-якого роду засипок та утеплюючих сумішей.

В вогнетривкій промисловості використовують лускатий графіт. Термоантрацит отримують шляхом нагрівання антрациту до температури 1250-1300⁰ С. Кокси отримують шляхом коксування вугілля, що коксується, нафтових залишків і пеків. Зміст вуглецю в коксі має бути не менше 85%, золи - 8-12%. В якості сполучного матеріалу використовують кам'яновугільну смолу, пек, бітум, антраценове масло. Коксохіміки готують з використанням цих компонентів так звану препаративну смолу, яку в ємностях поставляють на вогнетривкі заводи.

Шихта складається з термоантрациту розміром не більше 5-10 мм, коксу величиною не більше 3 мм і графіту. Компоненти шихти змішують в обігрівальних змішувачах при температурі 100-120⁰ С і в процесі змішування додають препаративну смолу в кількості 18-28% в залежності від співвідношення компонентів шихти та її зернового складу. Потім гарячу масу пресують, трамбуєть або прошивають через мундштуки (в залежності від перетину і розмірів виробу). Температура пресованої маси повинна бути такою, щоб виріб не руйнувався під дією власної ваги - це 90-100⁰ С; тиск пресування 30-50 МПа.

Отримані напівфабрикати швидко охолоджують холодним повітрям або в воді для закріплення форми. При охолодженні смола переходить в твердий склоподібний стан, що і забезпечує збереження форми.

Випал цих вогнетривів ведуть при температурі 1350-1400⁰ С в засипці з коксового порошку для попередження окислення виробів. Режим випалу повинен запобігти руйнуванню виробів під впливом газовиділення при видаленні летючих і при розм'якшенні смоли. Тривалість випалу 15-30 діб.

Після випалу вироби піддаються механічній обробці на стругальних, токарних або шліфувальних верстатах. Їх застосовують для кладки поду і футерування горна доменних печей, в печах для плавки кольорових металів, для електродів електродугових і руднотермічних печей.

Що стосується графітових вогнетривів, їх отримують з вугільних, піддаючи їх графітизації, тобто переводячи вуглець в форму графіту. Цю операцію проводять у спеціальних печах, пропускаючи через вироби електричний струм і розігриваючи їх до температури 2500°C . Вуглецеві матеріали при цьому набувають структуру графіту, змінюються їх фізико-хімічні властивості: збільшується щільність, знижується електричний опір, термостійкість - понад 25 водяних теплотозмін.

Використання графітових блоків в кладці поду і горна доменної печі підвищує стійкість цих елементів на кілька років; в електросталеплавильному виробництві графітові електроди дають можливість збільшити силу струму до $30\text{A} / \text{cm}^2$, знизити питомі витрати електродів до $4\text{-}5\text{ кг} / \text{т}$ [15].

Корундові вироби широко застосовуються в багатьох сферах промисловості завдяки високій міцності і відмінною стійкості до високих температур. Вони містять великий відсоток глинозему, відрізняються підвищеною стійкістю до механічних пошкоджень, здатні витримувати без деформації до 1920°C .

За своїм складом цей матеріал відноситься до високо глиноземистих вогнетривами, які мінімум на 45% складаються з Al_2O_3 . У складі ж корундових вогнетривів оксид алюмінію займає не менше 95%.

В рамках виробництва високо глиноземистих вогнетривів застосовуються різні матеріали, серед яких: силіманітові мінерали, гідрати глинозему, глинозем, корунд електронний.

Останній компонент виробляється в процесі плавки, містить оксид алюмінію речовин і їх подальшого очищення від сторонніх домішок.

Залежно від того, який відсоток оксиду алюмінію міститься в первинних матеріалах, фазами кристалічної решітки високо глиноземистих вогнетривів виступають муліт (оксиду алюмінію 72% і менше) або корунд (більше 72%

оксиду алюмінію). Це дві форми постійної твердої фази. Вогнетривкі якості корундових виробів вище, ніж мулітові.

Для формування вогнетривких виробів може використовуватися спеціальна вогнетривка глина - шамот. В її складі велика кількість глинозему. Обпалюється такий матеріал в теплових агрегатах при температурі 1450°C після того, як вироби будуть сформовані і повністю висушені. В якості сполучного матеріалу використовують каолін, рідше парафін і інші органічні речовини.

Литі вироби з корунду отримують з суміші силіманітових мінералів, сталевого брухту і коксу. Їх попередньо плавлять, після чого заливають у форми, де отриманий муліт (шихта) остигає. Це може зайняти до десяти днів, зате в готових виробах внутрішнє напруження мінімальне. Завершуючим етапом виробництва литого матеріалу є його шліфування до необхідного розміру.

Найціннішими вважаються корундові вогнетриви - це особливий матеріал, який виготовляють з технічного глинозему і порошоків електроплавильного корунду. Склад формують в різні за формою і розміром корундові вироби, після чого обпалюють при температурі до 1750°C . Корундові вогнетриви виробляються двома основними способами:

1. Вихідний матеріал плавлять, після чого відливають потрібні за формою і розміром вироби.

2. Вихідна суміш у вигляді порошку пресується, після чого отриманий матеріал обпалюють в теплових агрегатах при температурі орієнтовно 2000°C .

Литі високо глиноземисті вогнетриви з глинозему мають високі показники стійкості до ерозійного впливу рідкого шлаку, а також механічних пошкоджень. Єдиний недолік: при високих температурах вони розтікаються.

Високо глиноземисті вогнетриви досить затребувані, і застосовуються в самих різних сферах промисловості, зокрема в металургійній і хімічній.

Корундові вогнетриви відрізняються високими показниками міцності і стійкості до шлакоутворення. Це забезпечується відмінними технічними параметрами матеріалу: щільність - 600-1500 кг / м³, вогнетривкість - 1900-2050⁰ С, пористість - менше 1%.

Матеріал здатний витримати до 2000⁰С, завдяки чому широко використовується в різних теплових агрегатах: індукційних, скловарних, електродугових, газових, плавильних.

Також високо глиноземисті вогнетриви застосовуються в якості високотемпературної ізоляції.

Найпопулярніші корундові вогнетриви - МЛС-62, МКС-72, МКВ-72, МКРЛ-08.

МЛС-62- різновид високо глиноземистих вогнетривів, виготовлених з муліта, в складі яких відсоток оксиду алюмінію перевищує 62%. Вироби витримують до 1450⁰ С. Вогнетриви МЛС-62 випускаються в формі цегли, брусів, клинів. Вони можуть мати різний розмір, і використовуються для зведення термічних споруд і промислових об'єктів різного призначення. Матеріал користується відмінним попитом завдяки надійності, міцності і високим експлуатаційним показникам.

МКС-72- різновид високо глиноземистих вогнетривів, в складі яких присутній муліт, а також природний або синтетичний корунд, а відсоток оксиду алюмінію перевищує 72%. Корундові вироби МКС-72 представлені у вигляді цегли різних розмірів і форм. Вони мають високу твердість, надійністю, здатні витримати без деформації до 2050⁰ С. Найчастіше матеріал використовується при облаштуванні доменних і мартенівських теплових агрегатів, а також при виробництві скла.

МКВ-72- різновид високо глиноземистих вогнетривів, зокрема, алюмосилікатних корундових виробів. У їх складі не менше 72% оксиду алюмінію і не більше 1% оксиду заліза. Вироби дуже щільні, стійкі до механічних впливів, витримують до 1500⁰ С. Матеріал вважається самим жароміцним за своїм складом, а тому широко використовується при будівництві теплових агрегатів та у хімічній і нафтохімічній, металургійній і скляної промисловості.

МКРЛ-08- різновид легких шамотних високо глиноземистих вогнетривів, які представлені на ринку переважно у вигляді прямокутних цегли. Також вогнетриви МКРЛ-08 випускаються у вигляді клинів, які використовуються для кладки різних фігурних об'єктів. Основна сфера застосування даних корундових вогнетривів - це облицювання внутрішньої частини теплових агрегатів. Шамотна цегла стійка до впливу різних хімічних елементів, при цьому це один з кращих провідників тепла. Максимальна температура, яку матеріал здатний витримати - до 1800⁰ С.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ВИРОБНИЦТВА ВОГНЕТРИВКИХ ВИРОБІВ

2.1 Методика виробництва

Для виробництва вогнетривких виробів найчастіше застосовується:

- вогнетривкий кусковий шамот, марки ШКК-42 та ШШК-44;
- вогнетривкі глини Полоцького родовища марки ПЛГ-1С, у вигляді помеленої глини;
- брак власного виробництва –БВВ (Al_2O_3 не більш 43%).

На час відсутності глини марки ПЛГ-1С допускається використання глин, каоліну інших родовищ та марок, при забезпеченні масової долі Al_2O_3 в виробах та їх якісних показників.

У випадку відсутності шамота марки ШКК-42- допускається використання шамота марки ШКМ-1, ШКМ-0, при забезпеченні масової долі Al_2O_3 в виробах та їх якісних показників.

При відсутності БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) допускається використання лому шамотних виробів власного виробництва виробів марки ША, ШГ-32, ковшеві вироби.

Зберігання сировини:

- шамот зберігається на складі сировини та в бункерах;
- БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) зберігається на складі готових виробів. Не допускається попадання атмосферних опадів на БВВ (Al_2O_3 не більш 43%);
- складування та зберігання сировини глини, каоліні відбувається в критих складах, в умовах, що запобігають їх змішуванню та забрудненню іншими домішками.

Отримання сировини відбувається згідно вимог затверджених на певному підприємстві. Сировина повинна бути ідентифікованою по маркам та місцю збереження.

У зв'язку з нестабільним мінералогічним складом сировини, що надходить та з метою отримання згідно заданих параметрів і фізико-хімічних показників для вогнетривких виробів необхідно звертати увагу на:

- планування виробництва шамота марки ШКК-42, проводиться виробничо-диспетчерським відділом так, щоб на момент прибуття каолінової поставки наявність шамота марки ШШК-42 давала можливість здійснювати випуск дослідної партії виробів на новому шамоті для уточнення температури випалу;

- складування отриманого шамоту з кожної нової поставки каоліну відбувається окремо, не дозволяючи його змішування з шамотом попереднього випуску, а також з іншими видами шамотів;

- підприємство проводить попередній випуск шамотних виробів в кількості двох-трьох тунельних вагонеток з використанням шамоту марки ШКК-42 виробленого з каоліну нової поставки з відміткою в маршрутному листі;

- по виходу вагонів з виробами підприємство проводить протягом не більше двох діб аналіз отриманих даних і надає в виробничо-диспетчерський відділ інформацію для подальшого коригування розмірів сировини за необхідністю;

- використання шамота з каолінової поставки дозволяється тільки для отримання результатів попереднього випуску виробів.

Додатково для визначення усадочних коефіцієнтів з метою подальшого коригування розмірів сировини проводиться із зразків виробів сформованих та обпалених в лабораторії в високотемпературній печі:

- далі інженер-технолог проводить відбір зразків шамотних виробів, заміри розміру відібраних виробів;

- на підставі даної інформації проводиться випал даного виробу в лабораторній печі за режимом поточного виробництва;

Помел гранулометричного складу відбувається наступним чином. Зі складу сировини глина або каолін подаються в глинорізки. Подрібнення відбуваються в глино різних машинах з горизонтальним диском допусків розміру не більше 60мм. Не допускається проведення змішування глин і каолінів різних марок під час переробки на глинорізі.

Після подрібнення сушка глин або каоліну відбуваються в сушильних барабанах. Паливом є природний газ. Режим сушки сировини, правила технічного використання сушильного барабану встановлюється інструкцією з технологічного обслуговування, експлуатацією сушильного барабану та режимні карти роботи сушильного барабану.

Глина (мелена), яка передається з дільниці пневмотранспортером в бункер трубного млина, в бункер дозування пресової дільниці повинна відповідати вимогам приведеним в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Вимоги до глини (каоліну) меленої

Найменування показника	Норма, %
	ПЛГ-1С (мелена)
Вологість	Не більше 6,0
Залишок на сітці, не більше	3,0
Прохід через сітку, не менше	75,0

Шамот передається транспортером в силос або залізничним транспортом в навісний бункер. Із силоса шамот без попереднього розсіву подається в бункер над кульковим млином для перемелення.

В якості змішувачів використовуються кульки зі сталі в кількості 1500 кілограмів. Первинна загрузка кулькового млина відбувається за наступним рецептом: кульки діаметром 100мм та 1000 кг або кульки діаметром 80мм та 600 кг.

З метою збереження зернового складу шамота допускається проводити коригування рецепту загрузки шарового млина відповідно з вимогами даних підприємства.

Робоче навантаження на електродвигун кулькового млина 50-70 ампер підтримується періодичною догрузкою кульками діаметром 100мм.

Повне перенавантаження кулькового млина новими кульками проводиться у відповідності з графіком.

По периферії кулькового млина радіальними бронями з щілинами встановлюється комплект решіток із сталевого дроту з номінальним розміром сторони вікна в просвіті 2-3 мм.

Подрібнений в кульковому млині шамот передається елеватором на грохот для розпушування на фракції 2-1мм та 1-0 мм. Робочі розміри сітки 1500 мм*1600 мм, кут нахилу короба від 8⁰ С до 21⁰ С.

На верхню раму набирається полотно з номінальною робочою поверхнею 2,8 мм. При відмові для верхнього сита (фракція більше 2 мм) направляється в кульковий млин для подрібнення.

На нижню раму набирається полотно з номінальною робочою поверхнею 1 мм.

Зерновий склад шамоту після грохоту та під час подачі в бункер пресової дільниці повинен відповідати вимогам приведеним в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Зерновий склад шамоту після грохоту

Найменування матеріалів	Вологість, %	Норма, %		
		Більше 3 мм	Від 3 до 2 мм	Менше 0,5 мм
Шамот фракції 3-1 мм	0,4-0,9	Не більше 4	13-23	Не більше 4
Шамот фракції 1-0 мм	0,9-1,4	0	0	Не менше 40
БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) фракції 3-1 мм		Не більше 4	13-23	Не більше 4
БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) фракції 1-0 мм		0	0	Не менше 40
БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) фракції 3-0 мм		Не більше 4	6-18	15-35

БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) передається зі складу готової продукції на помольну дільницю. Подрібнення лому продукції власного виробництва

проводиться на щоківній дробівці, з допусками розміром не більше 50 мм, з подальшою передачею в бункер кульового млина. Допускаються поодинокі шматки до 60 мм.

При використанні БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) із силоса розмір шматків повинен бути не більше 50 мм.

Подрібнення БВВ (Al_2O_3 не більш 43%) відбувається в кулькових млинах з само відсівом. В якості мелючих тіл використовуються кулі зі сталі в кількості 1500кг. Первинна загрузка кульового млина відбувається за наступним рецептом: куля діаметром 100мм-1000 кг та кулі діаметром 80 мм-700 кг.

З метою забезпечення зернового складу допускається проведення корекції рецепту загрузки кульового млина.

Робоче навантаження на електродвигун кульового млина підтримується періодичною догрузкою кульками діаметром 100мм. Повна перезагрузка кульового млина новими кульками відбувається 3 рази на рік згідно з графіком.

Підготовка сумісного помелу проводиться в двокамерному трубному млині. В якості мелючих тіл використовуються кулі зі сталі та ролики циліндричні. Вага завантажених куль складає 11000 кг:

- первина камера- шари діаметром 40мм-3500кг;
- друга камера- ролики діаметром 10-28мм та довжиною 20-48мм-5500кг.

Вага завантажених циліндричних роликів:

- первина камера- ролики діаметром 30мм та довжиною 50мм-5000кг;
- друга камера- ролики діаметром 10-30мм та довжиною 20-50мм-6300кг.

Робоче навантаження на електродвигун трубного млина повинно бути від 150 до 200 А, яке підтримується своєчасною періодичною догрузкою

первинної камери роликами діаметром від 28 мм-довжиною 48 мм в кількості 800-1200 кг.

Повна перезагрузка трубних млинів проводиться не рідше одного разу в рік відповідно з графіком.

Компоненти сумісного помелу дозуються автоматичними приладами - ваговими дозаторами. Склад шихти сумісного помелу наведений в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Склад шихти сумісного помелу

Найменування матеріалів сировини	Норма, %	
	Шамот ШКК-42	60
Шамот ШКМ-1	-	60
Глина молота	40	40

Шлікер готується в пропелерній мішалці із води та молотої глини марки ПЛГ-1С, який дозується ричажними вагами.

Приготовлений шлікер подається до граблевої мішалки з підігрівом, в якій постійно перемішується та підігрівається до температури не менше 35⁰С.

Щільність готового шлікеру повинна бути в межах 1-11 г/см³ на основі глини. Через автоматичний мірний бачок готовий шлікер поступає до змішувального бігуна для зволоження маси.

Склад шихти вогнетривкої маси в залежності від виготовляємих виробів приведено в табл. 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.4 - Склад шихт вогнетривкої маси

Найменування асортименту	Вміст охлялої частини шихти, %	Вміст сполучної частини шихти, %
	Шамот	

	фр. 3-1мм	фр. 1-0мм	ПЛГ-1С
Вироби загального призначення	ШКК-42 48	ШКК-42 33	19

Продовження таблиці 2.4

Найменуванню виробу	Шамот, фр. 3-1 мм	Шамот, фр. 1-0 мм	ПЛГ-1С
Вироби для футеровки сталерозливних ковшей	ШКК-42 48	ШКК-42 33	19
Вироби для воздухопроводів доменних печей	ШКК-42 48	ШКК-42 33	19

Таблиця 2.5 - Склад шихти вогнетривкої маси

Найменування асортименту	Вміст охлялої частини шихти, %			Вміст спол. частини шихти, %
	Шамот		БСП (Al ₂ O ₃ не біл. 43%)	
	фр. 3-1мм	фр. 1-0мм		ПЛГ-1С
Вироби для футеровки чугуновозних ковшей	ШКК-42 39	ШКК-42 21	17	23
Вироби для футеровки оберт. печей	ШКК-42 39	ШКК-42 21	17	23
Вироби для футеровки вапново випал. печей	ШКК-42 39	ШКК-42 21	17	23

На першому або другому технологічних потоках компоненти маси дозуються автоматичними дозаторами. Обробка вогнетривкої маси проводиться в змішувальних бігунах в автоматичному режимі, приведену в табл. 2.6 та 2.7.

Таблиця 2.6 - Обробка вогнетривкої маси

Найменування операції	Час обробки компонентів шихти, секунди
Загрузка шамоту	15
Злив шлікеру	10
Перемішування	25
Загрузка ЗСП	25
Перемішування маси	90
Час вивантаження маси	40

Таблиця 2.7- Обробка вогнетривкої маси

Найменування операції	Час обробки компонентів шихти, секунди
Загрузка шамоту фр. 3-1мм, шамот фр. 1-0мм, БВВ (Al_2O_3 не більш 43%)	25
Перемішування	30
Подача шлікеру	15
Перемішування	30
Загрузка ЗСП	25
Перемішування	30
Подача осипу	25
перемішування	30

Час вивантаження маси	40
-----------------------	----

Готова вогнетривка маса зі змішувача першого технологічного потоку вивантажується в живильник, з якого потрапляє на стрічковий конвеєр, а після до бункеру над пресом.

Готова вогнетривка маса зі змішувача другого технологічного потоку вивантажується в інший живильник, з якого потрапляє на стрічковий конвеєр (де підлягає магнітній сепарації), а після в сито протирку та до бункеру над пресом.

До прес-форм викладають наступні вимоги. Проектування та контроль якості розробки конструкторської документації на технологічну оснастку повинні відповідати вимогам на даному підприємстві.

Порядок виготовлення та контроль якості виготовлення деталей технологічної оснастки (пластин, штамів, гільз, штирів, штамподтримувачів) повинен відповідати вимогам даного підприємства.

Прес-форми збирають за кресленнями, що враховують усадку виробів та зношування оснастки під час експлуатації в межах допусків на сировину.

Контроль прес-форм здійснюється контролером ВТК. Всі габарити та розміри сировини повинні відповідати кресленням виданим виробничо-диспетчерським відділом. Сировина повинна мати рівну поверхню з чітко окресленими цілими ребрами та кутами, без ознак недопресовки, викришеності зерен, тріщин, посічок, впадин, кривизни та інших дефектів.

Садка сирцю виробів проводиться на тунельні вагонетки, які налагоджені в ходовій частині та футеровці, відповідаючи вимогам до пічних вагонів.

Кожний ряд виробів за висотою просипається сухим кварцовим піском.

Садка виробів проводиться у відповідності до затвердженої схеми садки.

Під час висадки виробів на тунельні вагонетки, розмітка проводиться по шаблону зі зберіганням усіх розмірів, вказаних в схемі садки.

Відстань між стовпчиками на вагоні повинні бути рівними між собою з допуском 10мм. Відстані між виробами повинні бути рівними між собою та не являються бракованою ознакою по відношенню до відстані вказаною в схемі садки.

По закінченню формовки заказу або аварійній зупинці преса, допускається проводити садку виробів до повного об'єму тунельного вагону з однаковим асортиментом та температурним режимом: не більше двох видів марок виробів на одну тунельну вагонетку при садці повними вагонами або не більше трьох видів марок виробів на тунельну вагонетку при садці одного виробу на підсади.

На кожен укомплектовану вагонетку сирцем на пресовому відділенні заповнюється маршрутний.

Перед заїзном тунельної вагонетки до сушила тунельної печі випалювач перевіряє візуально:

- стан футеровки;
- цілісність садки;
- габаритні розміри садки по периметру.

При виявленні зіпсувань або порушень, вагон в сушило тунельної печі не заганяється.

Час заїзну кожної вагонетки до тунельної печі та інші тепло-технічні параметри заносяться випалювачем до журналу реєстрації результатів контролю технологічного режиму та маршрутний лист.

Сушка та випалювання сирцю виробів проводиться в тунельній печі. Висушування сирцю проводиться в тунельному сушили. Сушило тунельної печі повинно бути повністю заповненими, тунельними вагонами з виробами.

Гідравлічний та температурний режими висушування та випалювання сирцю, правила технічної експлуатації установлюється певною інструкцією та картою теплового режиму.

Зміна тиску або розрядження здійснюється випалювачем з комп'ютера. Задана температура в зоні випалу підтримується автоматично.

Температури випалу по позиціям заносяться випалювачем в маршрутний лист тунельної вагонетки.

Зміна температурного режиму:

- проводиться випалювачем, під час переведення печі з одного режиму випалювання на інший з записом в журналі реєстрації результатів контролю технологічного режиму;

- зміни проводяться в залежності від характеристик сировини, проведення дослідницьких робіт або конкретного розпорядження.

З метою зниження браку випалу, а також для забезпечення якісних показників допускається переведення роботи печі на режим випалу, не передбаченого інструкцією, з записом температурного режиму в журналі реєстрації результатів контролю.

Для рівномірного випалу виробів по тунельній печі під час переходу з одного асортименту виробів на інший, на початку або кінці поїзда для підйому або зниження температур в зоні випалу допускається проводити загонку вагонів з буфером, в кількості одного вагона при різниці температур між ними від 10 до 30⁰ С та кількості двох вагонів при різниці температур між ними від 30⁰ С та вище.

Для підготовки буфера використовується брак виробів власного виробництва, а також для підготовки буфера допускається використання брака сирцю.

Комплектація поїздів проводиться по асортименту з урахуванням найменших переходів по температурному режиму випалу. При виході вагону

з печі машиніст електролафету наносить на пічний вагон напис крейдою включаючи номер вагону та марку виробу.

Сортування випалених виробів на складі готової продукції проводиться в відповідності з вимогами на підприємстві. Сортування готових виробів відбувається при наявності картки (маршрутного листа) тунельної вагонетки на продукцію, яка посаджена на тунельну вагонетку.

Придатні вироби укладаються в пакети на піддони згідно затверджених схем, з дотриманням однакових габаритів від країв піддона.

На кожний сформований пакет з придатною продукцією сортувальник самостійно наносить інформацію: дата сортування, номер розрахункового вагону.

Робітник складу готової продукції повинен забезпечити контроль за несенням сортувальника інформаційного пакету.

Неповний пакет з готовою продукцією зберігається на окремому майданчику на складі готової продукції.

Неповний пакет з готовою продукцією повинний бути використаним для формування повного пакету у наступному сортуванні виробу.

Брак виробів, отриманий після сортування, укладається, ідентифікується та складається на окремій площі. На ярлику вказується кількість, марка та тоннаж. Після аналізу та обліку направляється на помольне відділення на переробку для подальшого використання у виробництві вогнетривких виробів.

При розміщенні в один штабель різних асортиментів, відстань між різними марками, повинна забезпечувати захват виробів мостовим краном.

Вироби на експорт укладаються на дерев'яні піддони на аркуш паперу розміру 1200-650мм. Кожен ряд виробів пересилається аркушем картону.

Сформований пакет накривається двома аркушами гофрокартону та напівкоробками, з нанесенням на них логотипів та реквізитів на англійській та українській мовах.

На верхню площину пакету установлюються під обв'язку картонні кути по довжині пакету. Пакет виробів разом із піддоном обв'язують поліетиленовою стрічкою. Ув'язнений пакет пакують стрейч плівкою на два оберти.

Допускається використання під час маркування пакетів виробів чорного, синього або червоного кольорів. Маркування повинно бути чітким. Допускається за узгодженням замовника та користувача використання інших видів маркування та пакування за умови збереження експлуатаційних властивостей виробів.

Складування, зберігання виробів на складі готової продукції ведеться окремо за видами та марками. Порядок пред'явлення та здача виробів повинен відповідати вимогам підприємства. На кожний пакет прийнятої продукції робітниками наклеюються по центру маркувальні етикетки на українській та англійській мовах з двох торцевих сторін пакету.

Маркувальні етикетки повинні містити зображення, маніпуляційних знаків та вимоги до маркувальних етикеток. Заповнення маркувальних етикеток на вогнетривку продукцію ведеться фломастером або маркером чорного або темно-синього кольорів.

Продукція зберігається в відповідності до вимог певного підприємства.

Відгрузка та транспортування вогнетривких виробів повинно проводитися до вимог певного підприємства.

Контроль за дотриманням норм технологічних процесів виробництва та якості виробів проводиться за схемою контролю, яких дотримуються на певному підприємстві. Дані контролю заносяться до журналу або в бланки, встановлених форм.

2.2 Вогнетривкі матеріали

Вогнетривкі матеріали (вогнетриви) – неметалічні матеріали з вогнетривкістю не нижче температури 1580⁰ С, використовуваних в агрегатах і пристроях для захисту від впливу теплової енергії і газових, рідких, твердих агресивних реагентів. Виготовляються на основі мінеральної сировини і відрізняються здатністю зберігати без істотних порушень свої функціональні властивості в різноманітних умовах служби при високих температурах. Застосовуються для проведення металургійних процесів (плавка, випал, випаровування та дистиляція), конструювання печей, високотемпературних агрегатів (реактори, двигуни, конструкційні елементи та ін). Вогнетриви, які були вже використані називаються вогнетривким ломом і використовуються в переробці.

Більшість вогнетривких виробів випускають у вигляді простих виробів типу прямокутного паралелепіпеда масою в кілька кілограмів. Це універсальна форма для виконання футеровки різної конфігурації. На сьогодні в вогнетривкій промисловості відбувається зменшення випуску вогнетривів у вигляді простих виробів і відповідне збільшення виробництва вогнетривких бетонів і мас.

Вогнетривкі матеріали відрізняються підвищеною міцністю при високих температурах, хімічною інертністю. За складом вогнетривкі матеріали- це керамічні суміші тугоплавких оксидів, силікатів, карбідів, нітридів, боридів. В якості вогнетривкого матеріалу застосовується вуглець (кокс, графіт). В основному - це неметалеві матеріали, що володіють

вогнетривкістю не нижче 1580⁰ С, застосовуються практично скрізь, де потрібно ведення будь-якого процесу при високих температурах.

Ще на зорі людської культури з отриманням вогню з'явилася необхідність в вогнетривких матеріалах. В результаті тисячоліть розвитку людського суспільства і його культури вогнетривкі матеріали стали основою сучасних доменних, сталеплавильних, мідеплавильних, цементно-випалювальних, скловарних і інших печей.

Класифікація вогнетривких матеріалів за основними ознаками - хіміко-мінеральному складу, вогнетривкості, пористості, способу формування, термічній обробці формою і розмірами. Розрізняють вогнетривкі матеріали з вогнетривкістю від 1580 до 1770 с, високо - від 1770 до 2000 с, з вищою вогнетривкістю - вище 2000 с.

В табл. 2.1 наведена класифікація вогнетривких матеріалів. Вогнетривкі матеріали бувають штучними виробами (цеглою, блоками, окремими виробами) і неформованих, до яких відносять вогнетривкі бетонні суміші і маси, матеріали для покриттів, мертелі, заправні порошки, волокнисті теплоізоляційні матеріали, вогнетривкі цемента, спеціальні матриці, наповнювачі та інші спеціальні набивні і формовані маси, що застосовуються для вогнетривких бетонів і торкретування. Вогнетривкі матеріали крім цього класифікують за формою і розмірами, пористості, способу формування, характеру термічної обробки.

Наприклад, за способом формування вогнетриви підрозділяють на напівсухого формування з порошкових мало пластичних мас методами гідравлічного пресування (стандартні цеглини для міксерів та ківшів); віброущільнення або трамбування (набивна футеровка жолобів доменних печей, гніздові блоки); пластичного формування з пластичних мас методами витискування (фільтри для рідких металів), допресовки; литі і вібролиття з текучих мас (керамобетонів, піноматеріали для теплоізоляції); саморозтічних

(ділатантні бетонні суміші для футеровок сталюкової); відцентрового формування (кварцеві сталерозливні склянки), а також гарячого пресування; нанесені (торкрет-шар в промковшах); напилені з плазми (захисний зносостійкий шар з тугоплавких нанопорошків на вогнетривах з підвищеними вимогами - склянок і стопорів МБЛЗ) та ін.

Вогнетривкі вироби розрізняють також за призначенням, наприклад, шамотні вироби для кладки доменних печей, безстопорного розливання сталі в непічного вакуумування і тощо.

Залежно від хімічних властивостей вогнетривких матеріалів їх поділяють на три основних види - кислі, нейтральні та основні. Приводом для такого поділу служить здатність при високих температурах кислих і основних вогнетривів взаємодіяти між собою. Визначальним компонентом кислих вогнетривів є SiO_2 , основних - CaO і MgO . Чисто нейтральними є вуглецеві вогнетриви; до них відносять також алюмосилікатні вогнетриви, що містять більше 45% Al_2O_3 , та хромовмістовні, до складу яких входить більше 15% Cr_2O_3 .

Неформовані матеріали (вогнетривкі бетони, набивні маси, вогнетривкі розчини, мертели, покриття і т.п.) класифікують за спеціальними ознаками і в залежності від призначення поділяють на групи.

За фізичним станом під час поставки неформовані вогнетриви підрозділяють на сухі, пластичні і рідкотекучі. Крім того, вогнетривкі маси, покриття і суміші за способом нанесення, укладання і ущільнення додатково підрозділяють на отримані литтям, торкретуванням, обмазкою, трамбуванням, пресуванням, напиленням, набиванням.

Таблиця 2.1- Класифікація вогнетривких матеріалів

Тип	Група	Доля визначальних хім. компонентів на
-----	-------	---------------------------------------

		прокалену речовину, %
1	2	3
Кремнеземисті	Без кварцового скла	$\text{SiO}_2 \geq 97$
	Динасові	$\text{SiO}_2 \geq 93$
	Динасові з домішками	$80 \leq \text{SiO}_2 < 93$
	Кварцеві	$\text{SiO}_2 \geq 85$
Глиноземисті	Корундові	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 90$
Глиноземнистовапнякові	Алюмокальцеві	$\text{Al}_2\text{O}_3 > 65, 10 < \text{CaO} < 35$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Алюмосилікатні	Напівкислі	$\text{SiO}_2 < 95, \text{Al}_2\text{O}_3 < 28$
	Шамотні	$28 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 45$
	Мулїт кремнеземні	$45 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 62$
	Мулїтові	$62 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 72$
	Мулїт корундові	$72 < \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 90$
	З мулїт кремнеземного скла	$40 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 \leq 90$
Магнезіальні	Периклазові	$\text{MgO} \geq 85$
Магнезіально-вапнякові	Периклазововапняні	$50 < \text{MgO} < 85, 10 \leq \text{CaO} < 4$
	Периклазововапняні	5
	Стабілізовані	$35 < \text{MgO} < 75, 15 < \text{CaO} \leq 4$

	Вапнянопериклазовані	0 CaO: SiO ₂ >2 50<MgO≤50,45≤ CaO ≤85
Вапнякові	Вапнякові	CaO ≥85
Магнезіально-шпінелеві	Периклазохромові Хромпериклазовані Хромитові	MgO≥60, 5≤Cr ₂ O ₃ ≤20 40≤ MgO<60, 15≤ Cr ₂ O ₃ ≤35 MgO<40, Cr ₂ O ₃ >30

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Хромовані	Хромооксидні	Cr ₂ O ₃ ≥90
Цирконеві	Баделеїтові Цирконові	ZrO ₂ >90 ZrO ₂ >50, SiO ₂ >25
Окисні	Спеціальні з вогнетривких оксидів	Макимум вмісту оксидів на основі цих оксидів
Вуглецеві	Графітові Вуглеві Вуглевозмістовні	C>98 C>85 8≤C≤85

Карбідкремневі	Карбідокремневі Карбіокремневозмістовні	$SiC > 70$ $15 \leq SiC \leq 70$
Безкисневі	З нітридів, боридів, карбідів, силіцидів та ін. безкисневих сполучників (без вуглецю)	Максимум вмісту безкисневих оксидів
Магнезійально-силікатні	Периклазофорстеритові Форстеритові	$65 \leq MgO < 85, SiO_2 \geq 7$ $50 \leq MgO < 65,$ $25 \leq SiO_2 \leq 40$

2.3 Властивості вогнетривів: фізичні та хімічні

Під макроструктурою розуміють кількісне співвідношення і взаємний розподіл зерен, речовини і пор. Макроструктура характеризується пористістю, газопроникненістю, питомою поверхнею, анізотропією і іншими показниками.

Сталість обсягу при високих температурах являється термічною його властивістю, особливо при тривалій службі матеріалів, є показником завершення фізико-хімічних процесів при випалюванні виробів. Він може бути позитивним - додаткове зростання або негативним - додаткова усадка. Додаткова усадка може бути зменшена введенням стабілізаторів обсягу:

розширюються в випалюванні добавок, компонентів, що утворюють нове з'єднання з меншою істинною густиною, ніж вихідні матеріали. Додаткова усадка або ріст виробів в умовах служби, як правило, не повинно перевищувати 0,5-1,0%.

Термічна стійкість- це здатність вогнетривів протистояти, не руйнуючись, коливанням температури. Приблизно 1/3 вогнетривів руйнується внаслідок недостатньої термічної стійкості.

Приблизно 2/3 вогнетривів руйнуються хімічним шляхом в результаті взаємодії вогнетривких матеріалів з корродієнтами: шлаками, пилом, расплавами металів та ін. Знос вогнетривких матеріалів є досить складним фізико-хімічним процесом, при якому можлива дія наступних факторів: розчинення в шлаках; реакція з металами; руйнування під впливом напружень, що виникли в результаті відкладень або об'ємних змін, ввівравши в вогнетривкий матеріал речовин; рекристалізація вогнетривких матеріалів під впливом температури і хімічних реакцій; зміни температур і термічних напружень; конструктивних недоліків футерування.

Вогнестійкі матеріали можуть бути класифіковані за фізичним станом і як вони виготовляються наступним чином. Формовані вогнетриви (постійна форма): вогнетривкі вироби, вогнетривкі теплоізоляційні вироби.

Неформовані вогнетриви (отримують форму після закінчення футерування): вогнетривкі пластмасові маси, виготовлені на основі вогнестійких пластмасових глин, вогнетривкі набивні маси; вогнестійкі покриття (торкрет-маса), вогнетривкий бетон.

Вогнетривкі суміші являються різновидом неформованих вогнетривів. За термічною обробкою вогнетривкі вироби можна класифікувати як обжигові, безобжигові та плавнолитті. За формою та розміром розрізняють прямі та клинові нормальних розмірів та різні фасоні вироби різної штучної маси (прості, складні і особливо складні).

Залежно від термічної обробки в процесі виготовлення, вогнестійкі звичайної щільності і теплоізоляційні матеріали діляться на обжигові, безобжигові та плавнолитті. В процесі випалу відбувається ущільнення та зміцнення виробу, а також набуття необхідних вогнетривких властивостей. В безожигових виробках зміцнення та набуття заданих властивостей набувається за допомогою підігріву суміші сирової сировини в електropечях та розливання отриманої розплаву у форми. Специфічною особливістю плавнолиттих виробів являється збереження стабільної форми.

Звичайні формовані вогнетривкі вироби називаються нормальними прямими і клиноподібними, а всі інші вироби з різною формою- фасоними. Специфічною ознакою теплоізоляційних вогнетривків порівняно зі звичайними вогнетривками полягає в їх високій пористості та зв'язаною з цим низькою теплопровідністю. Вогнетривкі легковіси є важливим та необхідним структурним та теплоізоляційним матеріалом промислових печей і агрегатів.

Вогнетривкий розчин складається з суміші подрібненого вогнетривкого матеріалу та пластикової вогнетривкої глини або інших зв'язуючих речовин. Вогнестійкі розчини діляться на два різновиди: повітрянотвердіючі, які набирають міцності в процесі сушки при нормальній температурі, а також розчини, твердіючі при нагріванні та набирають міцність при високій температурі нагрівання печі.

Вогнетривкі розчини використовуються в основному як матеріал, який заповнює шви кладки між вогнестійкими продуктами та зв'язують ряди футерування промислової печі. Крім того, виробляють вогнетривкі розчини спеціального призначення, які використовуються як теплоізоляційний матеріал і порошок, який має електричний опір. За хімічними властивостями розрізняють вогнетривкі розчини кислі, шамотні, високоглиноземисті та основні.

Вогнетривкі пластичні маси складаються з подрібнених вогнетривких матеріалів певного зерна з додаванням пластичних матеріалів, зазвичай вогнетривкої пластичної глини. Пластичні маси використовуються зазвичай в якості набивних. Специфічною особливістю пластичних мас як набивного матеріалу є можливість створення монолітного безшовного футерування.

Для зміцнення і забезпечення необхідних властивостей пластичних мас, таких як хромітові, додають добавку повітрянотвердіючого розчинного скла, однак в більшості мас вводять добавки, які застигають при нагріванні. В результаті нагріву пластичних мас під час їх служби досягають міцності футерування, задовольняючи вимоги до неї.

Зміцнення і отримання необхідних властивостей пластичних мас не залежить значною мірою від використовуваних добавок-повітроукріплення або твердіння при нагріванні. Властивості, які задовольняють вимоги, тільки під час нагрівання в процесі їх служби.

За хімічними властивостями, вогнетривкі пластичні маси поділяються на шамотні, високоглиноземисті та хромітові.

Набивні маси належать до несформованих вогнетривків. Вони являють собою ретельно відібрані по зерновому складу подрібнені вогнетривкі матеріали з невеликими домішками зв'язуючих. Фасування вогнетривких мас здійснюється машинами в сухому та зволоженому станах. Специфічною особливістю набивки вогнетривких мас є створення безшовного монолітного футерування. Міцність, задовольняюча задані вимоги та задані вогнетривкі властивості утворюють в процесі нагріву при високих температурах. Тому недоліком вогнетривких мас є невелика міцність футерування при середніх температурах.

Вогнетривкі набивні маси виробляють всіх видів тих же вогнетривких матеріалів, як і вироби, та класифікують за хімічними властивостями, як кислотні, нейтральні і основні. Номенклатура вогнетривких набивних мас

широка та різноманітна; вона включає в себе динасову, шамотну, високоглиноземну, магнезитову, цирконій містивну, графітову, карбідкремневу, доломітову та інші сполуки.

Під час служби вогнетривкі набивні маси, як правило, знаходяться безпосередньо від впливом високої температури, і в багатьох випадках вступають в прямий контакт з розплавленим металом.

Вогнетривкі покриття, які являються порошками вогнетривких матеріалів певного зерна, наносять на зруйновані місця кладки сухим або мокрим торкретуванням за допомогою цемент-гармати (торкрет- машина безперервної дії). Перевагою торкретування за допомогою цемент-гармати є можливість гарячого або холодного торкретування. При цьому слід врахувати можливість втрати цієї переваги, коли конструкція торкрет- машини та специфічні властивості торкрет маси не відповідають один одному, та торкретування торкрет-пристроєм викликає ускладнення. Усунення їх здійснюється шляхом регулювання проходу торкрет маси через сопло розпилювача та утримання маси в ньому, а також чищення сопла після утримання маси, забезпечуючи стійкість його зносу, а також регулює міцність і здатність до спікання маси при нанесенні.

Торкрет маси використовують кислі, нейтральні та основні. Вони використовуються в різних промислових печах та особливо широко в тій частині футерування виплавних печей чорної і кольорової металургії, де він вступає в контакт з розплавленим металом. Це широке застосування торкрет-мас в чорній і кольорової металургії пояснюється здатністю здійснювати торкретування при високій температурі без зупинки печей. Велике значення для використання торкретування мають економічні чинники, такі як скорочення тривалості ремонту та витрати робочої сили. Важливою особливістю торкретування також є можливість швидкого ремонту прогарів, утворившись у кладці, завдяки торкретуванню можна не тільки

відремонтувати окремі ділянки кладки, але і повноцінно проводити монолітне футерування плавильних печей без використання вогнетривких виробів.

Вогнетривкий бетон також являється несформованими вогнетривками, що складається з подрібненого вогнетривкої матеріалу заданого зерна, використовується в якості наповнювача і гідравлічного твердіння в'язучого у вигляді цементу.

Перевагою вогнетривкого бетону є те, що вони можуть взяти на себе дану форму при кладці. Тому кладка вогнетривкої бетону може бути виконана в складних частинах печей або в тих частинах, де неможливо використання інших неформованих вогнетривів.

Важливою позитивною особливістю вогнетривкого бетону є простота та легкість виготовлення з них кладки. Велика частина вироблених бетонів має в своєму складі глиноземисті цементи, як гідравлічно твердіюче зв'язуюче. Кладка вогнетривкої бетону часто схожа на кладку будівельного бетону.

Отже потрібен постійний контроль за кількістю води в бетонній суміші, необхідної для цементу, а також температурні умови та період під час затвердіння вогнетривкої бетону .

Суттєвою властивістю є зниження міцності бетону при нагріванні його в середніх температурах за рахунок вмісту цементної складової, а також зміни об'єму бетону і прояву екзотермічного ефекту.

Вогнетривкий бетон з високою пористістю називається легковісним. За своїми властивостями вогнетривкий бетон може бути кислим, нейтральним і основним. Бетон, який отримав найбільше застосування, являється шамотний на глиноземистому цементі, з високоглиноземистого шамоту та глиноземистого цементу, хромитові на глиноземистому цементі та хромомагнетитові на глиноземистому цементі.

Вогнетривкий бетон широко використовується як робочий шар, для облицювання стін і склепінь виплавних печей різного призначення, а також в печах парових котлів.

Номенклатуру виробів наведено у табл. 2.2 та їх зовнішній вигляд на рис. 2.3.1-2.3.6.

Таблиця 2.2 - Номенклатура виробів

Марка	Масова доля, Al_2O_3	Пористість відкрита, %, не більше	Межа міцності при стисненні, N/mm^2 , не менше	Застосування
МКВ-72	72	21-24	50-30	Кладка повітряних нагрівачей та повітряних проводів дуття доменних печей
МКРА	50	23	28	Печі випалу анодів
ШИ	32	20	30	Футерування вапняково випалювальних печей
ШАМ	30	24-30	20-15	Кладка мартенівських печей

Продовження таблиці 2.2

Марка	Масова доля, Al_2O_3	Пористість відкрита, %, не більше	Межа міцності при стисненні, N/mm^2 , не менше	Застосування
ШЦУ	32	20	25	Футерування обертаючих печей

ША	30	24-30	20-15	Загальне призначення
----	----	-------	-------	----------------------



Рисунок 2.1 - Марка МКВ-72



Рисунок 2.2 - Марка МКРА



Рисунок 2.3 - Марка ША

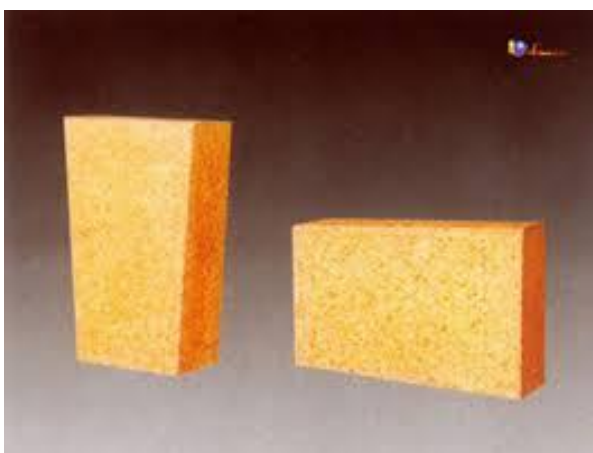


Рисунок 2.4 - Марка ШАМ



Рисунок 2.5 - Марка ШИ

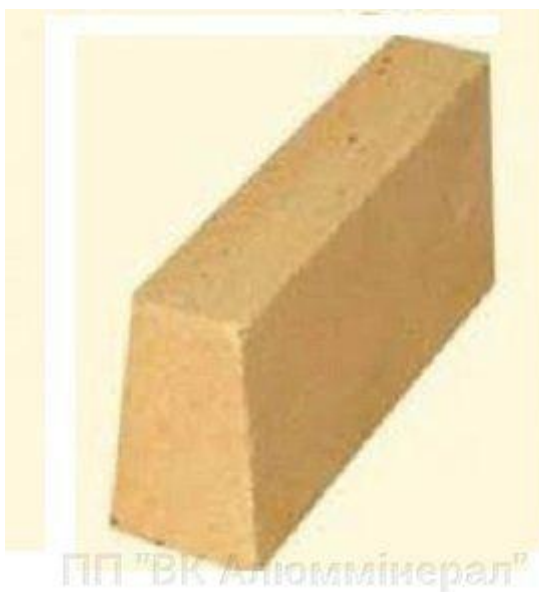


Рисунок 2.6 - Марка ШЦУ

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Експериментальні дослідження

Метою даної дипломної роботи являється дослідження можливості заміни шамоту-77 на корунд з додаванням лому ВВ та оптимізації технології виробництва вогнетривких матеріалів.

В хімічній, металургійній, скляній, цементній, нафтохімічній виробництвах, при будівництві високотемпературних, підігрівачих печях використовують вогнетривкі вироби. Насамперед, такий будівельний матеріал повинен характеризуватися високою стійкістю до високих температурних режимів, впливу відкритого вогню, дії хімічно активних речовин та шлак витривалістю. Саме такими характеристиками наділений вогнетривкий муліт корундовий виріб марки МКВ-72. Високими показниками такий вогнетрив володіє завдяки високому вмісту Al_2O_3 не менше 72%. При виробленні вогнетривких матеріалів, велике значення має відбір якісної сировини, а також отримання вихідного продукту, який було випалено при конкретному технологічному процесі, згідно з державним стандартом. Муліт корундові вогнетриви входять до складу групи алюмосилікатних високо глиноземистих вогнетривів та являють найбільш жароміцними виробами на ряду з ін. вогнетривами. Основною сировиною для муліт корундових являється корунд (кристали окису алюмінію), муліт. Вироби мають високу кристалічну решітку, яка надає виробу високу щільність та механічну стійкість. Вогнетриви марки МКВ-72 застосовують при будівництві різних видів печей та теплових агрегатів.

Шихта- це суміш початкових матеріалів в певній пропорції, яку необхідно переробити, спресувати та спекти. Шихта для виготовлення вогнетривів з гранулометричним складом, включає 40-60% зернистого муліт

вмістовного наповнювача фракції більш 0,5мм, а ін.- тонкомелені алюмосилікатні та цирконисті компоненти фракції менш 0,9мм у вигляді сумісного помелу.

Шамот- це вогнетривка глина, каолін, яка піддається термообробці для підвищення термостійкості. Після обробки в обертових, шахтних або ін. печах з підвищеною температурою одержують шамот у вигляді природних грудок, який перемелюють та отримують шамотну глину.

Шамот має механічну стійкість, високу жароміцність, термостійкість та хімічний склад: Al_2O_3 не менше 42%, TiO_2 - 0,5%, Na_2O - 0,15%, Fe_2O_3 - 1%, CaO - 0,16%, K_2O - 0,7%.

Шамот використовується у вогнетривких виробках, які застосовуються в доменних, підігрівальних, обпалювальних печах, при розливці сталі та ін. При виробництві шамоту використовується токсична фенольна смола. Технологічний цикл обумовлений випадом в пічному цеху, в результаті якого повітря навколо підприємства, яке виробляє шамот, забруднюється зернистими та фенольними сполученнями, що може призвести до професійного захворювання, таке як силікоз.

Корунд- це високоякісний абразивний матеріал, вогнетривкий та хімічно стійкий матеріал на основі Al_2O_3 . Хімічний склад корунду: Al_2O_3 - 84-88%, SiO_2 - 6-8%, Fe_2O_3 - не більше 0,5%.

Корунд має високу твердість, яка придатна для шліфовки металевих, кислотостійких, жароміцних поверхностей та ін.

Корунд використовується у вогнетривких виробках, які мають попит у виготовленні вогнетривких муліт корундових обжигових виробках, бетонних сумішах, мертльних мас та ін.

Найголовнішою властивістю корунду являється те, що він не шкідливий для здоров'я. Не має небезпеки захворіти на силікоз. Він є не канцерогенний та не токсичний.

Лом- це вогнетриви, колишнього використання, а також вогнетривкі матеріали, вилучені під час реконструкції теплового агрегату чи печі, зупинених в разі планового або незапланованого ремонту.

Вогнетривкий лом перероблюють та використовують як сировину для виготовлення нових вогнетривів.

Повторне використання вогнетривкого лому при виготовленні вогнетривких виробів є економічно вигідно.

Використання вогнетривкого лому замість шамоту є доцільною перевагою, так як низька пористість та підвищена ступінь мутилізації, яка досягається завдяки загальній тривалості перепуття в зоні високих температур, істотно перевищує температуру випалу шамоту. Найчастіше використовують муліт корундовий лом, хімічний склад якого складається з Al_2O_3 більш ніж 72% та Fe_2O_3 не більше 1,1%

Для експерименту взяли марку вогнетривкої продукції МКВ-72.

Об'єднані маркою МКВ-72 вироби включають високо глиноземисті алюмосилікатні вогнетриви, що мають підвищену жаростійкість (не менше 1850 градусів). Ця властивість забезпечується завдяки високому вмісту у вихідній суміші оксиду алюмінію- більш 72%. Також вироби даного виду мають стійкість до температурних перепадів, дії відкритого вогню, агресивних хімічних речовин та шлаків.

Вогнетриви марки МКВ-72 являють собою цеглу різноманітних форм та розмірів. Маркування кожного виробу, виготовленого відповідно до державних стандартів (в даному випадку- ГОСТ №20901), містить:

- інформацію про вид виробу;
- процентний вміст Al_2O_3 ;
- номер виробу, що має інформацію про його розміри.

Даний вогнетривкий матеріал використовується в основному в скловарній промисловості, а також в нафтохімічній, цементній,

металургійній та хімічній. Їм викладають нагрівальні або високотемпературні печі.

Цегла МКВ-72 може мати такі форми:

- стіновий прямий або клиновий симетричний;
- опорний;
- для лазу або пробки купола;
- насадок прямий, фасонний або шестигранний;
- прямий;
- клиновий, ребровий, двосторонній.

Номінальний гранулометричний склад вогнетривкої маси для продукції марки МКВ-72 наведений у табл. 3.1:

Таблиця 3.1 - Номінальний гранулометричний склад МКВ-72

Назва складової	Значення, %
Шамот-77	80
Каолін	20

Температура випалу по позиціям в печі зображена на рис. 3.1:



Рисунку 3.1 - Температура випалу МКВ-72

Міцність складає- 50-30 Н/мм² , пористість- 21-24% та питома норма витрати газу складає 610 м³/год.

Як і в кожному експерименті, бажано розглянути декілька варіантів дослідів. Так як шамот-77 являється основною складовою гранулометричного складу марки МКВ-72, є можливість замінити його певними компонентами, які мають такі ж хіміко-фізичні властивості як і шамот-77, але більш доступні та економічні у використанні.

Варіант 1:

В гранулометричному складі замінюємо шамот-77 на корунд, див. табл. 3.2:

Таблиця 3.2 - Змінений гранулометричний склад МКВ-72 за варіантом 1.

Назва складової	Значення, %
Корунд	80
Каолін	20

При цьому отримуємо вищу температуру випалу ніж при номінальному гранулометричному складі МКВ-72, див. рис. 3.2:



Рисунок 3.2 - Змінена температура випалу МКВ-72 за варіантом 1

Міцність складає- 55-35 Н/мм² та пористість- 22-25%- це може призвести до крихкості вогнетривкого виробу, а температура випалу збільшившись на 20 м³/год призведе до перевитрати природного газу.

Варіант 2:

В цьому випадку замінюємо шамот-77 на корунд, але з додаванням лому ВВ, див. табл. 3.3:

Таблиця 3.3 - Змінений гранулометричний склад МКС-72 за варіантом 2

Назва складової	Значення, %
Корунд	59
Лом ВВ	21
Каолін	20

Завдяки додаванню лому ВВ можливо значно зменшити температуру випалу, так як лом ВВ зроблено з продукції марки МКВ-72 й вже не потребує високих температур випалу, див. рис. 3.3. Якщо залишити температуру випалу як при номінальному гранулометричному складі, це може призвести до таких дефектів як тріщина або зварювання продукції.



Рисунок 3.3- змінений температура випалу за варіантом 2

Як й при номінальному гранулометричному складі міцність складає- 50-30 Н/мм² , пористість- 21-24%, але питома норма витрати газу суттєво знизилась до 550 м³/год.

Якщо порівняти всі три варіанти, можна прийти к висновку, що другий експеримент являється найвигіднішим. Зважаючи на те, що корунд коштує дешевше за шамот, а витрати на лом ВВ взагалі мізерні. Завдяки нижчому температурному режиму випалу за варіантом 2, маємо зниження питомої норми витрати газу.

Тобто використовувати корунд з додаванням лому ВВ замість шамоту-77 для виробництва МКВ-72 не тільки практично, але й економічно без втрати якості хіміко-фізичних показників продукції марки МКВ-72.

3.2 Дефекти при виробництві вогнетривких виробів

Завдяки зміні шихти зменшили витрати на закупівлю сировини та витрати природного газу, при цьому одержали мінімальний відсоток браку при виробництві вогнетривкої продукції марки МКВ-72. Найчастіше отримували виплавки та тріщини.

Дефект вогнетривкого виробу- це відхилення від норми, структури вогнетривкого виробу від встановлених в нормативній документації, а також зміцнення поверхності вогнетривкого виробу.

Існує багато технологічних дефектів, які можуть створюватись шляхом неправильного помелу шихтової маси, пресуванню виробу або не точної витримки температурного режиму випалу [16].

- косовугольність вогнетривкого виробу- це дефект в вигляді відхилення кута посеред поверхні;

- скошеність вогнетривкого виробу- це дефект вогнетривкого виробу, що має форму обертання, в вигляді відхилення торцевого кута та горизонтальною віссю від прямого кута;

- різнотовщиність вогнетривкого виробу- це дефект вогнетривкого виробу в вигляді різної товщини між протилежними поверхностями (для виробу, маючи багатогранну форму);

- кривизна вогнетривкого виробу- це дефект вогнетривкого виробу вигляді відхилення від примикаючої поверхні, при якій розріз виробу має овальнообразну форму;

- відбитості кутків, ребер, кромки вогнетривкого виробу;
- впадина на поверхні вогнетривкого виробу;
- подряпина вогнетривкого виробу;
- задерка на поверхні вогнетривкого виробу;
- налип на поверхні вогнетривкого виробу;
- викрошеність зерен вогнетривкого виробу;
- тріщина вогнетривкого виробу;
- посічка вогнетривкого виробу;
- порожнина в вогнетривкому виробі;
- раковина вогнетривкого виробу;
- виплавки;
- п'ятна на поверхні вогнетривкого виробу;
- мушка на поверхні;
- інородні включення;
- неоднорідність вогнетривкого включення;
- вспученність на поверхні вогнетривкого виробу;
- хвилястість на поверхності вогнетривкого виробу;
- серцевина в вогнетривкому виробі та ін.

Найчастіше трапляються виплавки, металеві включення, тріщини, кромка та ін., які зображенні на рис. 3.4 – 3.14.



Рисунок 3.4 - Виплавки металеві



Рисунок 3.5 - Виплавки металеві



Рисунок 3.6 - Металеві включення

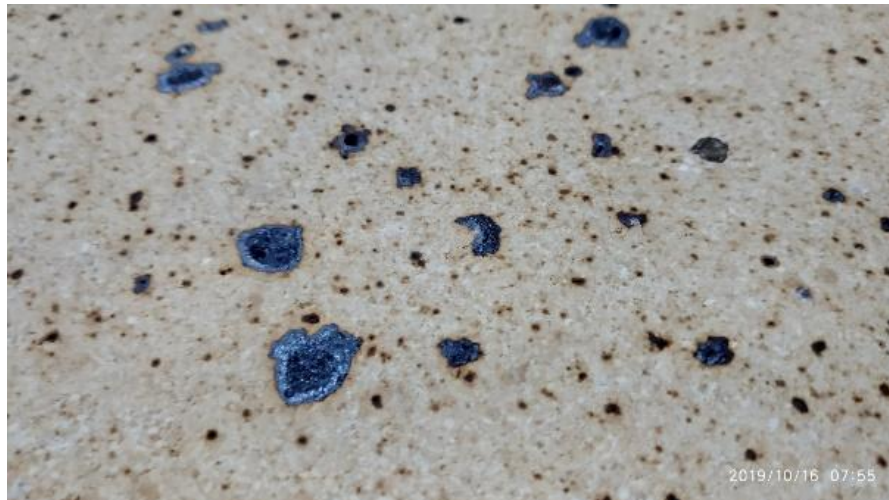


Рисунок 3.7 - Металеві включення



Рисунок 3.8 - Тріщина



Рисунок 3.9 - Тріщини



Рисунок 3.10 - Тріщини



Рисунок 3.11 - Кромка



Рисунок 3.12 - Кромка



Рисунок 3.13 - Налип на поверхні вогнетривкого виробу



Рисунок 3.14 - Вспученність на поверхні вогнетривкого виробу

Звертаючи увагу на дефекти, які можуть утворитися в процесі, виробництва вогнетривких виробів, слід зазначити, що дотримання всіх норм технологічного процесу є найважливішим показником для досягнення ідеального за формою та якісного по хіміко-фізичним показникам продукту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі дипломної роботи надані основні заходи з охорони праці при дослідженні та оптимізації технології виробництва вогнетривких матеріалів для металургічної промисловості.

4.1 Аналіз потенційних небезпек:

а) небезпеки, які пов'язані з порушеннями роботодавцями вимог НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників»;

б) можливість ураження електричним струмом внаслідок невиконання правил з електробезпеки, несправності обладнання, відсутність заземлення, що може призвести до електричних травм або летального наслідку;

в) незадовільна організація робочого місця дослідника відносно вимог ергономіки, що може призвести до зниження працездатності;

г) небезпеки, пов'язані з визначенням хімічного складу дослідних матеріалів методом спектрального аналізу;

д) небезпеки, пов'язані з випробуванням механічних властивостей, випробувань на зносостійкість і на ударну в'язкість;

е) небезпеки, які пов'язані з використанням природного газу при виконанні дослідницьких робіт;

є) незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні через неефективну роботу системи кондиціонування, що може призвести до загальних захворювань органів дихання та появи алергічних реакцій;

- ж) безпеки, пов'язані з використанням ПК при проведенні досліджень;
- з) недостатній рівень освітлення приміщення дослідної лабораторії, внаслідок неефективності системи загального і штучного освітлення;
- и) можливість загорання внаслідок порушення правил безпеки чи виходу з ладу обладнання може призвести до пожежі;
- і) безпеки, пов'язані з умовами праці, зокрема в умовах надзвичайних ситуацій відсутність організації дій.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.

а) Згідно вимог НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників» передбачено: усі працівники повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці відповідно до «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці (Держпраці) від 26.01.2005 №15.

Роботодавець повинен забезпечити повну і вичерпну інформацію працівників з питань охорони праці як відносно підприємства в цілому так і відносно специфіки виконуваних робіт на робочих місцях, де зазначені можливі небезпечні ситуації та заходи для їх запобігання. Найбільш ефективним є проведення відповідних інструктажів (вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий).

Вимоги до облаштування робочих зон передбачають справний робочий стан устаткування і захисних пристроїв, сприяння безпечних умов для усунення виявлених несправностей, які можуть негативно вплинути на

безпеку і здоров'я працівників, можливість регулярного контролю і перевірок здатності функціонування захисних засобів і пристроїв, призначених для запобігання небезпеці або їх усунення.

Шляхи пересування в робочій зоні включаючи сходи, стаціонарні переходи, аварійні виходи повинні бути позначенні відповідними знаками, мати дороговкази, бути розташовані і мати такі розміри, щоб прохід або проїзд був легким і безпечним. Наприклад: підлоги приміщень не повинні мати нерівностей, отворів або небезпечних ухилів, двері аварійних виходів повинні відкриватись назовні і замикатись, так щоб у випадку необхідності будь-яка особа могла легко і швидко їх відкрити без застосування додаткових засобів, захищеність робочих зон, шляхів пересування, аварійних виходів категорично забороняється.

Виробниче приміщення повинні мати достатню площу і висоту для раціонального планування відповідно до СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания» та СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания» [17].

б) Для виключення можливості ураження електричним струмом згідно з ПУЭ-2015 «Правила устройства электроустановок» передбачається:

- всі співробітники лабораторії повинні пройти навчання та перевірку знань з електробезпеки та у відповідності з НПАОП.0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників»[16] отримати 2-3 групу з електробезпеки. Періодично один раз на рік необхідно перевіряти опір заземлення, який не повинен перевищувати 4 Ом. Якість заземлення перевіряється щорічно з оформленням акту відповідно нормативних вимог ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [18].

- періодично, не рідше ніж два рази на рік, передбачається перевіряти справність контактів електроз'єднань, штепсельних вилок з'єднувальних

провідників. В тому випадку, якщо при дотику до не струмопровідних частин електроприводу відчувається електричний струм, передбачається вимикання приладу від електромережі. Ремонт електричного обладнання проводять особи, котрі мають кваліфікаційну групу (не менше III групи) з електробезпеки.

- усі ремонтні роботи на дослідницькому обладнанні проводять тільки після повного відключення від електричної мережі.

Для захисту людей від ураження електричним струмом передбачено використовувати подвійну ізоляцію провідників.

Вихідні дані обчислення основних параметрів захисного заземлення:
 $U=380\text{В}$; $L=20\text{м}$; $V=6\text{м}$; $l_b = 5\text{м}$; $\xi = 0.018\text{м}$; $b_c = 0.045\text{м}$; $\rho_{\text{вим.}} = 134\text{Ом}$;
 кліматична зона- IV; склад ґрунту- однорідний; вологість повітря- нормальна.

Необхідний опір штучного заземлювача: $R_4 = \frac{R_e \cdot R_3}{R_e - R_3}$

При відсутності природних заземлювачів необхідний опір штучного заземлювача дорівнює розрахунковому нормованому опору: $R_4 = R_3 = 4\text{Ом}$

Розрахунковий питомий опір ґрунту (див. формулу 4.1):

$$\rho_{\text{в/г}} = \rho_{\text{вим.}} \cdot \Psi_{\text{в/г}} = 134 \cdot 1,1 = 147,4 \text{ Ом/м} \quad (4.1)$$

Опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача (див. формулу 4.2):

$$R_b = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot \rho_b} \cdot \left(l_n \frac{2 \cdot l_n}{d} + \frac{1}{2} l_n \frac{4 \cdot t_b + l_b}{5 \cdot t_b - l_b} \right)$$

$$R_b = \frac{147,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left(l_n \frac{2 \cdot 5}{0,018} + \frac{1}{2} l_n \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{5 \cdot 3,3 - 5} \right) = 30,67 \text{ Ом} \quad (4.2)$$

Відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стрижня (див. формулу 4.3):

$$t_b = 0,8 + \frac{1}{2} * l_b = 0,8 + \frac{1}{2} * 5 = 3,3 \text{ м} \quad (4.3)$$

Наближена (мінімальна) кількість вертикальних стрижнів (див. формулу 4.4):

$$\begin{aligned} n &= \frac{p}{a} = \frac{52}{5} = 10,4 \text{ шт.} \approx 12 \text{ шт.} \\ p &= 2(L+B) = 2(20+6) = 52 \text{ м} \\ a &= K * l_b = 1 * 5 = 5 \end{aligned} \quad (4.4)$$

Довжина горизонтальної смуги при конфігурації групового заземлювача- контур: $l_2 = 1,05 * a * n = 1,05 * 5 * 12 = 63$

Опір розтікання струму горизонтальної з'єднуючої смуги (див. формулу 4.5):

$$\begin{aligned} t_2 &= 0,8 + \frac{1}{2} * b_c = 0,8 + \frac{1}{2} * 0,045 = 0,08225 \\ R_2 &= \frac{p}{2\pi * l_2} * I_n \frac{2 * l_2}{bc * t_2} = \frac{147,4}{2 * 3,14 * 63} * I_n \frac{2 * 63 * 63}{0,045 * 0,8225} = 79,9 \text{ Ом} \end{aligned} \quad (4.5)$$

в) Організація робочого місця передбачає:

Згідно ГОСТ 12.2.032-78 «Робоче місце при виконанні робіт сидячи» конструкція робочого місця, його розміри та взаємне розташування його елементів повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психофізіологічним характеристикам людини, а також робоче місце забезпечує зручне положення людини. Це досягається регулюванням положення крісла, висоти кута нахилу підставки для ніг за умови її використання, або висоти розмірів робочої поверхні. Повинне забезпечуватись виконання трудових операцій в зонах моторного поля

(оптимальної досяжності, легкої досяжності) в залежності від необхідної точності і частоти дій. [19]

Організація робочих місць повинна забезпечувати стійке положення та вільність рухів працівника, безпеку виконання трудових операцій виключати або допускати лише в деяких випадках роботу в незручну позиціях, котрі зумовлюють підвищену втомлюваність.

Розташовуючи столи у робочому приміщенні дослідника, слід виходити із цілей підвищення продуктивності праці при мінімумі витрат енергії. Одночасно беруть до уваги фізіологічні фактори і об'єм, площу, напрям денного світла і штучного освітлення, що падає на стіл.

На робочому місці не повинно бути нічого зайвого. Оскільки погляд працюючого здебільшого спрямований на лівий бік стола, то на ньому розміщують ще не виконанні документи, праворуч-виконані. Всі необхідні для роботи предмети повинні знаходитись поряд з працівником, але не заважати йому.

Ті предмети, котрими користуються частіше, розташовуються ближче, ніж ті предмети, котрими користуються рідше. Предмети, котрі беруть лівою рукою, повинні знаходитись зліва, а ті предмети, котрі беруть правою рукою, повинні знаходитись справа. Якщо використовують обидві руки, то місце розташування пристосувань вибирається з врахуванням зручності захоплення його двома руками;

Небезпечніше, з точки зору можливості травмування працівника обладнанням повинне розташовуватись вище, ніж менш небезпечні. Однак слід враховувати, що важкі предмети під час роботи зручніше і легше опускати, ніж піднімати.

г) Заходи безпеки при проведенні аналізу хімічного складу наступними методами:

- при виконанні спектрального методу використовується фізичний метод якісного та кількісного визначення атомного і молекулярного складу речовини, який засновано на дослідженні її спектрів. Зокрема, при виконанні атомного аналізу (атомний С аналіз АСА) визначають елементний склад зразка по атомним спектрам випускання та поглинання, а при використанні емісійного аналізу С (МСА) по спектрах поглинення електромагнітного випромінювання об'єктами, які аналізуються;

- при використанні рентген флуоресцентного методу аналізу дослідження хімічного складу речовини виконують по спектру, який отримано при впливі на досліджуваному матеріал рентгенівського випромінювання.

Основою цих методів є: введення зразків в джерело випромінювання, де відбувається збудження атомів та іонів, перетворення їх освітлення в спектр та його реєстрація за допомогою спектральних приладів, розшифрування отриманих спектрів по таблицям або атласам спектральних ліній елементів.

З огляду на ступінь процесів, основними небезпеками є шкідливий вплив електронного, електромагнітного та рентгенівського випромінювання.

Основними заходами захисту є:

При визначенні хімічного складу на спектрометрі необхідно ознайомитися з інструкцією по експлуатації. Організація робіт по забезпеченню електробезпеки при експлуатації спектрометра повинна відповідати вимогам, викладеним у «Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів» та «Правилах техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів». Всі роботи по експлуатації та технічного обслуговування повинні проводитися відповідно інструкцією по експлуатації.

Особи, що працюють з спектрометром, повинні мати кваліфікаційну групу з експлуатації з електроустановок не нижче 3. Необхідно усунути всяку можливість опромінення організмі дозами, які перевищують гранично допустимі. Ступінь ураження радіоактивними речовинами організму людини залежить від ряду чинників: виду випромінення (альфа-, бета-, гамма-промені та ін.); кількості ізотопу (активності); його властивостей (енергії частинок в період піврозпаду та ін.); шляхів попадання в організм людини та його індивідуальної чутливості. Для захисту від зовнішнього опромінювання, яке має місце при роботі із закритими джерелами випромінювання, основні зусилля необхідно направити на попередження персоналу шляхом:

- збільшення відстані між джерелом випромінювання і людиною (захист відстанню);
- скорочення тривалості роботи в зоні випромінення (захист часом);
- екранування джерела випромінення (захист екранами).

д) Загальні вимоги з охорони праці для дослідника фізико-механічних випробувань:

- до виконання механічних випробувань допускаються особи, вік яких відповідає встановленим законодавством, які пройшли медичний огляд в установленому порядку і не мають протипоказань до виконання даного виду робіт, які пройшли навчання за відповідною програмою, перевірку теоретичних знань і практичних навичок безпечних способів роботи, які отримали посвідчення за охорони праці та допущені до самостійної роботи в установленому порядку.

Перед допуском до самостійної роботи дослідних фізико-механічних випробувань (надалі «дослідник») повинен пройти стажування протягом перших 2-14 змін (залежно від кваліфікації працівника) під керівництвом спеціально призначеної особи.

Періодичний медичний огляд дослідник повинен проходити в порядку, встановленому Міністерством охорони здоров'я.

- періодичну перевірку знань з питань охорони праці дослідник повинен проходити не рідше одного разу на 12 місяців.

- дослідник повинен мати чітке уявлення про небезпечні та шкідливі виробничі фактори, пов'язаних з виконанням робіт і знати основні способи захисту від їх впливу основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори: хімічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, недостатня освітленість робочої зони, гострі кромки, задирки і шорохуватість інструментів і обладнання.

Дослідник повинен:

- знати вимоги, викладені в інструкціях (паспортах) заводів-виготовлювачів обладнання та інструкції охорони праці;

- знати будову устаткування, застосовуваного в лабораторії;

- знати вимоги електро- і пожежобезпеки при виконанні робіт і вміти користуватися засобами пожежогасіння;

- користуватися при виконанні робіт засобами індивідуального захисту ГОСТ 12.4.115-82 ССБТ «Средства индивидуальной защиты работающих. Общие требования к маркировке» , що видаються до Галузевими типовими нормами видачі засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям організацій; халат х/б, фартух прогумований з нагрудником, рукавички гумові, окуляри захисні, куртка х/б на утеплювальній прокладці, чоботи гумові, вміти надавати долікарську допомогу потерпілому; виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку; знати санітарно-гігієнічні умови праці і дотримуватися вимог виробничої санітарії [20].

Дослідник не повинен наражатися на небезпеку і перебувати в місцях виконання робіт, які не належать до безпосередньо виконуючих.

Дослідник зобов'язаний знати порядок повідомлення адміністрації про випадки травмування, появи небезпеки, що загрожує аварії або пожежею.

Про всі помічені несправності обладнання, приладів і пристосувань дослідник повинен повідомити безпосереднього керівника робіт і до їх усунення до роботи не приступати.

Основні заходи для можливості отримання механічних травм:

- організаційні проведення інструктажів з охорони праці, при використанні виробничого обладнання. Перевірка знань і атестація персоналу, згідно з НПАОП 0.00,-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань по питанням охорони праця» [21].

- технічні-використання кожухів, якими закривають, обертаються або переміщаються частини механізмів згідно НПАОП 27.4-7.15-86 «Огородження рухомих частин устаткування. Загальні технічні вимоги» [23]. Також застосування огорожень згідно з «Оборудование производственное, Ограждение защитные» - ГОСТ 12.2.062-81. ССБТ[24]. Конструкція огорожень повинна попереджати потрапляння кінцівок в зону деформування, але також давати можливість безпечного обслуговування штампа.

е)Газоподібне паливо, яке використовується на підприємствах – це природний газ, має велику перевагу серед інших видів палива. До них відносяться: легкість та зручність транспортування, високий коефіцієнт корисної дії газовикористовуючого обладнання, чистота робочого місця, висока культура виробництва та можливість повної комплексної автоматизації виробничих процесів.

Недоліками природного газу являється небезпека отруєння отруйними компонентами, утворених при неповному згоранні, небезпека удушення від недостатчі кисню (повітря) при проникненні в приміщення значної кількості газу та небезпека вибуху.

Вказані недоліки легко усуваються та небезпека передбачується при правильному та вмілому використанні з газом, дотримання всіх вимог інструкцій правил безпеки, не допускаючи жодних порушень щодо інструкцій і правил безпеки.

Природний газ не має ні запаху, ні смаку. Природний газ не отруйний. При високих концентраціях впливає як удушення на організм людини, так як при наявності природного газу в повітрі знижується кількість кисню в ньому. Кількість вмісту природного газу в повітрі визначається вмістом в ньому метану (CH_4). Вміст метану в повітрі робочої зони не повинно перевищувати 0,5% за об'ємом.

Ознаки удушення від недостатчі повітря для дихання наступні: розслаблення організму, сонливість, голово кружіння, головні болі, нудота, блювота, втрата свідомості.

Чадний газ- окис вуглецю (CO) може знаходитись в продуктах згорання природного газу при згоранні з недостатньою кількістю кисню. Чадний газ (CO) впливає на людину отруйно, при вдиханні потрапляє в легені людини та утворює з гемоглобіном в крові стійке хімічне сполучення «карбоксигемоглобін».

Холодні (не нагріті) горючі гази разом з повітрям при певній температурі спалахують та згорають, виділяючи тепло, необхідне для технологічних та енергетичних цілей.

Згоранням газу називається процес окислення горючих складових газу киснем повітря.

Згорання газу відбувається в робочому просторі агрегату, в поточних та непоточних камерах.

Температурою згорання (вибуху) горючих газів називається та температура, при якій починається мимовільний процес горіння газу без підводу тепла ззовні.

Мінімальна кількість горючого газу разом з повітрям, при якому відбувається горіння (вибух), називається нижньою межею горіння.

Максимальна кількість горючого газу разом з повітрям, при перевищенні якого не нагріта, холодна суміш стає негорючою, називається верхньою межею горіння даного газу.

Вказане вище відноситься до холодного, ненагрітого горючого газу в звичайних умовах тиску та температури. При температурі вище 800⁰С газоповітряні суміші згорають при будь-якому співвідношенні газу з повітрям.

Важливою характеристикою горіння газу являється швидкість згорання газу, швидкість розповсюдження пламені, тобто швидкість руху фронту згорання по відношенню до неспалахувальної газоповітряної суміші.

Спалахом газу називається явище швидкого займання з моментальним горінням газоповітряної суміші в цілому його об'ємі. При цьому в закритих порожнинах збільшуються тиск та температура, а при недостатній їх міцності відбувається руйнування топків, димоходів, пічного простору, газопроводів. Тому необхідно постійно контролювати горіння газу в топках, тиск газу перед горілками, не допускати різких перепадів.

Вибухи газу можуть відбуватися в газопроводах, топках и димоходах при виконанні газоопасних робіт в порожнинах не повністю провентильованих від залишків газу, а також не відгалужених від газу заглушками. Вибух газу також може відбутися в приміщеннях газових станцій, ГРУ, внаслідок, нещільності газової апаратури, газопроводів та машин.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.

є) Для забезпечення нормально метеорологічних умов праці відповідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» передбачена вентиляція, що являє собою систему технічних засобів, що забезпечує регулярний повітрообмін в приміщенні. Вона призначена для видалення з приміщення надлишкового тепла, вологи, шкідливих газів і парів та створення найбільш сприятливого (що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам) мікро-клімату [22].

Поєднання природної і штучної вентиляції утворює змішану систему вентиляції саме таку слід використовувати у лабораторних приміщеннях.

Природна вентиляція може бути неорганізованою, коли повітря подається в приміщення і віддаляється з нього за рахунок інфільтрації через нещільності і пори зовнішніх огорожень. Природна вентиляція вважається організованою, якщо вона має пристрої, що дозволяють регулювати напрямок віз-задушливих потоків і величину повітрообміну (витяжні канали, шахти, квартирки і фрамуги будівель, аераційні ліхтарі та ін.).

У приміщенні лабораторії встановлюється кондиціонер для необхідного кондиціонування повітря, а також у приміщенні повинні бути вікна у яких повинні бути частини що відчиняють для природної аерації. (ГОСТ 30646-99 Кондиціонери центральні загального призначення.) [25].

ж) Режим праці й відпочинку передбачає дотримання певної тривалості безперервної роботи на ПК і перерв, регламентованих з урахуванням тривалості робочої зміни, видів і категорії трудової діяльності.

За характером трудової діяльності виділено три професійні групи, згідно з діючим класифікатором професій (ДК-003-95 і зміна N I до ДК-003-95): група А – робота зі зчитування інформації з екрана з попереднім запитом; група Б – робота з введення інформації; група В – творча робота в режимі діалогу із ПК.

Категорії тяжкості й напруженості роботи на ПК визначаються рівнем навантаження за робочу зміну: для групи А – по сумарному числу знаків, що зчитуються; для групи Б по сумарному числу знаків, що зчитуються, або знаків, що вводяться; для групи В – за сумарним часом безпосередньої роботи на ПК. У таблиці наведені категорії тяжкості й напруженості робіт залежно від рівня навантаження за робочу зміну.

При 8-годинній робочій зміні й роботі на ПК регламентовані перерви варто встановлювати:

- для першої категорії робіт – через 2 години від початку зміни й через 2 години після обідньої перерви тривалістю 15 хвилин кожна;

- для другої категорії робіт – через 2 години від початку робочої зміни й через 1,5-2,0 години після обідньої перерви тривалістю 15 хвилин кожна або тривалістю 10 хвилин через кожну годину роботи;

- для третьої категорії робіт – через 1,5-2,0 години від початку робочої зміни й через 1,5-2,0 години після обідньої перерви тривалістю 20 хвилин кожна або тривалістю 15 хвилин через кожну годину роботи.

При 12-годинній робочій зміні регламентовані перерви повинні встановлюватися в перші 8 годин роботи аналогічно перервам при 8годинній робочій зміні, а протягом останніх 4-х годин роботи, незалежно від категорії й виду робіт, щогодини тривалістю 15 хвилин.

Тривалість безперервної роботи на ПК без регламентованої перерви не повинні перевищувати 2-х годин.

Ефективними є нерегламентовані перерви (мікро паузи) тривалістю 1-3 хвилини.

Регламентовані перерви й мікро паузи доцільно використовувати для виконання комплексу вправ і гімнастики для очей, пальців рук, а також масажу, які наведені у Державних санітарних правилах і нормах роботи з

візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПНЗ.3.2.007-98[25].

Користувачам ПК, що виконують роботу з високим рівнем напруженості, показане психологічне розвантаження під час регламентованих перерв і наприкінці робочого дня в спеціально обладнаних приміщеннях (кімнатах психологічного розвантаження).

Всі професійні користувачі ПК повинні проходити обов'язкові попередні медичні огляди при надходженні на роботу, періодичні огляди з обов'язковою участю терапевта, невропатолога й окуліста, а також проведенням загального аналізу крові й ЄКГ.

з) Для забезпечення задовільних параметрів повітряного середовища необхідно використовувати природну вентиляцію, загальну штучну та систему водяного опалення згідно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические нормы к воздуху рабочей зоны», ГОСТ 2.2.137-96 «Оборудование для кондиционирования воздуха и вентиляции. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования». СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование». [26]

Для забезпечення задовільного освітлення робочої зони на дільницях цеху передбаченого ДБН, В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення», [9] ГОСТ 12.2.007.13-2000 ССБТ «Лампы электрические. Требования безопасности», приймаємо ДРЛ в світильники, передбачено використання загального штучного освітлення в комбінації з прийнятими джерелами освітлення. [27]

Далі проведено розрахунок системи штучного освітлення. Для нормалізації освітлення робочої зони на дільницях цеху передбачена система загального штучного освітлення. Для задовільного освітлення робочої зони на дільницях цеху, виконано розрахунок загальної системи освітлення.

4.4 Заходи безпеки надзвичайних ситуацій.

4.4.1 Заходи з пожежної безпеки розробляються відповідно до вимог НАПБ.А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». [28]

Розгляд підрозділу слід почати з аналізу речовин і матеріалів, що використовуються при роботі об'єкта, і метою визначення категорії його пожежної небезпеки, відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» та СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания» [11] тобто указати до якої категорії виробництва з пожежної небезпеки (А, Б, В, Г, Д) належить об'єкт (цех, дільниця, підстанція) що розглядається (проектується, модернізується).

Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки і вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Загальні вимоги, указати ступінь вогнестійкості приміщення об'єкта (цеху, дільниці, підстанції).

Показати наявність засобів виявлення загорянь і пожеж згідно вимог ДБН В 2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».

З огляду на пожежну небезпеку, передбачити первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники різних видів), відповідно до вимог ДСТУ 4297:2004 [28] «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги», розділ «Типові норми належності вогнегасників».

Виробничі приміщення можуть бути обладнані стаціонарними установками автоматичного пожежогасіння.

Комплекс протипожежних заходів для приміщення (лабораторії, офісу) обладнаного ПК з ВДТ розроблений згідно вимог НАПБ А. 01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів які використовуються при роботі у приміщенні відповідно до вимог ДСТУ Б В. 1.1-36.2016 «Визначення категорій приміщень будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою» приміщення (офіс) обладнане ВДТ належить до виробництв категорії «Д» з пожежної безпеки – простір у приміщенні у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки приміщення (лабораторія, офіс) обладнане ПК і ВДТ належить до виробництва категорії «Д» з пожежної безпеки, тому згідно вимог ДБН В 1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» вона має II ступінь вогнестійкості.

З технічних та організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні (лабораторії, офісу) обладнаному ПК з ВДТ передбачені наступні протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових та освітлювальних колах, згідно вимог пункту 3.1 «ПУЕ» встановлені захисні пристрої, що вимикають джерело живлення від ділянки електричного кола, у якій виникло коротке замикання.

Згідно вимог ДБН В 2.5-56.2014 «Системи протипожежного захисту» в приміщенні (лабораторії, офісі) обладнаному ПК з ВДТ встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика [29]

Оскільки приміщення що обладнане ПК з ВДТ має площу 39м², тому відповідно до вимог п 3.8 розділу «Типові норми належності вогнегасників» ДСТУ 4297:2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги» для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної

речовини 3кг і більше на 20м² площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10м.

4.4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Вони повинні передбачити управління надзвичайними ситуаціями. Для задачі забезпечення безпеки людини в НС стратегія управління повинна включати здійснення трьох цілей:

- запобігання причин виникнення;
- запобігання най екстремальніших ситуацій;
- пом'якшення, максимальне послаблення наслідків надзвичайних ситуацій.

Перший варіант запобігання причин виникнення надзвичайних ситуацій розроблена, щоб не допускати таких дій або процесів, які несуть загрозу населенню. Дана стратегія виконується або відмовою від будівництва небезпечних об'єктів, або знищенням чи перепрофілюванням виробництв - джерел підвищеної небезпеки.

Другий варіант, запобігання самої НС – спрямований, щоб не допустити, виходу небезпечного процесу з-під контролю шляхом використання надійних аварійних систем, сигналізації, автоматики та інших заходів з підвищення надійності і стійкості роботи підприємств, а також шляхом заходів евакуації.

Третя стратегія - пом'якшення наслідків - орієнтується на ослаблення локалізацію наслідків НС. Цей варіант має першочергове значення в управлінні стихійними лихами і ситуаціями «комбінованого» типу.

Найбільший ефект дає керування разом усього трьома варіантами, особливо при аваріях техногенного характеру для реалізації кожної із стратегій управління необхідно розробляти і приймати комплекс превентивних та оперативних заходів.

Превентивні:

- аналізування і виявлення причин, що ведуть до катастрофи;
- прогнозування вогнищ ураження, втрат і збитків на підприємстві;
- заходи з підвищення стійкості;
- обґрунтування сил і засобів для проведення дій з локалізації вогнищ ураження та пошуково-рятувальних робіт;
- навчання робітників способам захисту;
- підготовка надійного КП управління.

Оперативні:

- оповіщення про НС;
- проведення всіх видів дослідження та оцінки обстановки;
- проведення першочергових захисних заходів (укриття в ЗС. евакуація;
- використання сил постійної готовності для локалізації катастрофи;
- надання першої медичної та першої лікарняної допомоги;
- нарощування сил і засобів в ОП за рахунок залучення формувань підвищеної готовності;
- якнайшвидше постачання постраждалих продовольством та іншими життєво необхідними засобами;
- введення аварійно-відновлювальних заходів.

При виникненні НС організовується надзвичайне управління, яке складається з чотирьох стадій ліквідації наслідків.

Стадія перша прийняття екстрених заходів. Ціль - включити механізм управління і вчасно зреагувати на НС. Основна мета початкової стадії - встановлення факту НС, попередня оцінка обстановки в зоні лиха і масштабів

наслідків, мобілізація і встановлення оперативних завдань органам надзвичайного управління, віддача розпоряджень на залучення служб для допомоги постраждалим, сприяння місцевим органам управління в організації рятувальних робіт і локалізації зони лиха власними силами; інформування населення та вищих органів управління про НС та вжиті заходи. Тривалість початкової стадії - 1-10 годин.

Стадія друга оволодіння ситуацією та організації управління в зоні лиха, складається у плануванні та організації рятувальної операції. Задача: якнайкраще у всіх деталях дослідити обстановку, першочергово прийняти обґрунтоване рішення і скласти план ліквідації наслідків НС; підрахувати сили і засоби, ресурси для всього комплексу заходів в зоні лиха, організувати чітку взаємодію всіх залучених сил і аварійних служб. Тривалість другої стадії - від декількох годин до кількох діб.

Основна і визначальна третя стадія. Ціль - змінити надзвичайний характер ситуації: відновити безпеку населення в зоні лиха, прибрати загрозу життю і здоров'ю всім постраждалим, створити мінімальні умови для життєдіяльності населення, що залишилося. Завдання: організувати в найкоротші строки рятувальних робіт на всіх постраждалих об'єктах зони лиха, надання допомоги потерпілим для захисту їх життя, здоров'я і підтримання життєздатності в екстремальних умовах; евакуація постраждалих із зони лиха та їх життєзабезпечення; терміновому проведенні аварійно-відновлювальних робіт на системах тепло-, водо-, газо-, електричних системах і зв'язку в зоні лиха. Тривалість - кілька діб - кілька тижнів.

Стадія четверта- відновлення, тобто економічне, соціальне, культурне та екологічне відновлення зони лиха. Органи надзвичайного управління передають функції постійної дії місцевим органам управління. Розробляється програма з черговістю комплексу дій з реабілітації постраждалої зони.[14]

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГУНТУВАННЯ

5.1 Розвиток вогнетривкого виробництва у світі

Вогнетривке виробництво не являється самостійною галуззю народного господарства, а належить до складу чорної металургії. Розвиток та територіальне розміщення промисловості залежить від темпу росту промисловості, розміщення металургічної промисловості та ін. промисловості народного господарства, які потребують використання вогнетривів, а також базою сировини для виробництва вогнетривких виробів. Вогнетривка промисловість здійснює добування вогнетривкої сировини, виробництво вогнетривких виробів та порошоків.

Вогнетривкі вироби і матеріали для виробництва чавуну і сталі набули значного розвитку в останні 25-30 років, що зумовило певний прогрес у вдосконаленні роботи основних технологічних агрегатів. В даний час вже цілком очевидно, що використання нових високоефективних вогнетривких продуктів дозволяє металургам помітно знизити їх питомі витрати на тонну сталі, підвищити енергозберігаючий ефект і забезпечити стабільність роботи технологічних систем [32].

Відповідно до міжнародних стандартів вогнетривками прийнято називати неметалеві керамічні матеріали (включаючи матеріали, що містять деякі добавки металів), які експлуатуються при високих температурах (600-2000⁰ С) в спеціальних агрегатах і печах. Вогнетриви відрізняються здатністю зберігати без істотних порушень свої функціональні властивості в різноманітних умовах служби при високих температурах. Вогнетривкі футерування і вироби входять до складу багатьох технологічних агрегатів в металургійній і хімічній промисловості, енергетиці та ін. Тим часом більшість вогнетривів надзвичайно чутливі до порушень в технологічному

процесі експлуатації, що зумовлює ретельний вибір їх якості стосовно конкретної виробничої схеми.

Світове виробництво вогнетривких матеріалів і виробів з різних міжнародних джерел оцінюється на рівні 46-52 млн. т в рік (в тому числі близько 30-34 млн. т виробляється в Китаї). При цьому найбільшим споживачем вогнетривкої продукції є чорна металургія (переважно доменне і сталеплавильне виробництво).

В останні 10-15 років в світовій металургійній промисловості відбулося багато змін (придбання металургійних компаній і заводів, злиття деяких компаній і утворення транснаціональних гігантів, галопуюче нарощування виробництва в Китаї та ін.), що зумовило ще більші зміни в структурі виробників вогнетривкої промисловості (див. рис. 5.1).

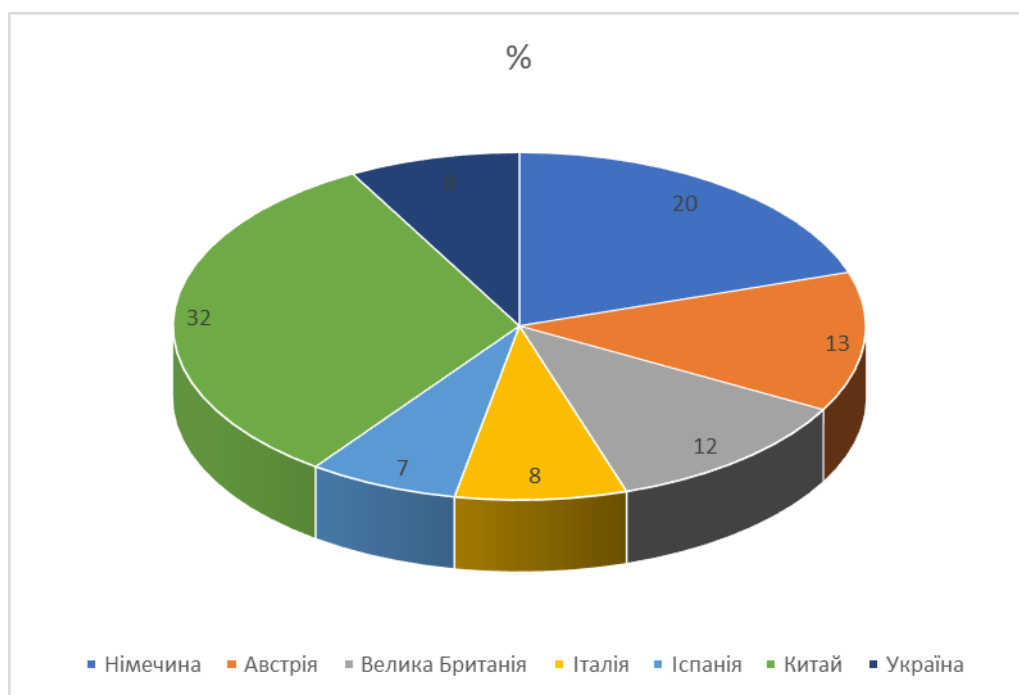


Рисунок 5.1 - Відсоток виробництва вогнетривів у світі

Основні виробники вогнетривів в даний час є глобальними гравцями ринку вогнетривів, більше незалежними від будь-якої однієї країни або

частини світу. Найважливішими тенденціями і аспектами розвитку вогнетривких виробів, наприклад, для чорної металургії є створення матеріалів і функціональних виробів, що забезпечують зниження питомої витрати і витрат на вогнетриви.

5.2 Техніко-економічні розрахунки

Метою цього розділу є обґрунтування дослідження можливості заміни в гранулометричному складі вогнетривкого виробу марки МКВ-72 шамоту-77 на корунд з додаванням лому ВВ та завдяки цьому оптимізувати технологію виробництва (див. табл. 5.1).

Таблиця 5.1- Техніко-економічні показники виробів

Найменування виробу	Базовий виріб	Новий виріб
Гранулометричний склад шихти	Шамот-77 Каолін	Корунд Лом ВВ Каолін
Технологія виробництва	Помел Пресування Випал	Помел Пресування Випал
Програма випуску, шт.	1365	1365

Вартість сировини та основних матеріалів розраховується на основі технічно обґрунтованих норм використання одиниці виробу на виробництво, цін відповідних видів матеріальних ресурсів. При цьому враховуються транспортно-заготівельні витрати. Сума витрат на сировину та матеріали

зменшується на величину зворотних відходів, які створюються в процесі виробництва.

Вартість сировини та основних матеріалів наведена в табл. 5.2

Таблиця 5.2 - Вартість основних матеріалів при помелу, пресуванню та термічній обробці

Найменування сировини та основних матеріалів	Норма використання на тонну продукції	Ціна на тонну продукції	Вартість, грн.
Шамот-77	80 %	6250 грн.	5000 грн.
Каолін	20 %	22500 грн.	4500 грн.
Природний газ	610 м ³ /год.	6,7 грн./м ³	6130,5 грн.
Електроенергія	200 кВт	1,8 грн./кВт	360 грн.

Основна заробітна плата основних виробничих робітників на одиницю виробу розраховується на основі трудомісткості виготовлення та годинних тарифних ставок.

Розрахунок основної заробітної плати на одиницю продукції наведений в табл. 5.3

Таблиця 5.3 - Заробітна плата на одиницю продукції (розцінка)

Найменування операції	Розряд робіт	Годинна тарифна ставка, грн.	Заробітна плата на одиницю продукції, грн.
Помел	4	127	160
Пресування	6	171	215
Випал	6	163	205
Найменування		Годинна тарифна	Заробітна плата на

операції	Розряд робітника	ставка, грн.	одиницю продукції, грн.
Сортування	5	135	170
Усього			750

Додаткова заробітна плата виробничих робітників виплачується за кількість та якість виконання роботи. Вона вміщує надбавки та доплати, премії за виробничі результати, оплату чергових і додаткових відпусток та ін. додаткова заробітна плата складає 40% від основної та розраховується за формулою 5.1:

$$ЗД = ЗО * \frac{К_d}{100}, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

$$ЗД = 750 * \frac{40}{100} = 300 \text{ грн.}$$

де K_d - відсоток додаткової заробітної плати.

Відрахування на соціальні заходи являють собою форму перерозподілу доходу на фінансування суспільних потреб, враховуються згідно діючого законодавства і складають 39,5 % від фонду оплати праці. Врахування на соціальні заходи розраховуються за формулою 5.2:

$$ВС = (ЗО + ЗД + ПП) * \frac{К_{вс}}{100}, \text{ грн.} \quad (5.2)$$

$$ВС = (750 + 300 + 225) * \frac{39,5}{100} = 504 \text{ грн.}$$

де $K_{вс}$ - % відрахування на соціальні заходи;

ПП- премія з прибутку, грн.

Загальновиробничі витрати вміщують витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати і послуги виробничого характеру.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання вміщують витрати на технічне обслуговування машин і механізмів, витрати на поточний ремонт обладнання, цехового транспорту та інструментів, знос малоцінних і швидкозношуваних приладів, заробітну плату допоміжного персоналу та інші. Цехові витрати вміщують витрати, пов'язані з поточним ремонтом та амортизацією будівель цеху, заробітну плату керівників і спеціалістів цеху, витрати на охорону праці та техніку безпеки в цеху та інші.

Загальновиробничі витрати складають в середньому 400% до основної заробітної плати та розраховуються за формулою 5.3:

$$ЗВВ = ЗО * \frac{a}{100}, \text{ грн.} \quad (5.3)$$

$$ЗВВ = 750 * \frac{400}{100} = 3000 \text{ грн.}$$

де a - % загально виробничих витрат.

Вищенаведені витрати складають виробничу собівартість.

Адміністративні витрати вміщують витрати, пов'язані з утриманням адміністративно - управлінського персоналу підприємства, а також утриманням та експлуатацією основних засобів загального виробничого призначення, охорону праці та техніку безпеки персоналу та інші. Адміністративні витрати складають в середньому 500% від основної заробітної плати основних виробничих робітників та розраховуються за формулою 5.4:

$$АВ = ЗО * \frac{\beta}{100}, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

$$АВ = 750 * \frac{500}{100} = 3750 \text{ грн.}$$

де β - % адміністративних витрат.

Витрати на збут складаються з витрат, пов'язаних з реалізацією продукції і вміщують витрати на тару та тарні матеріали, транспортування готової продукції, рекламу, витрати на маркетингові дослідження та інші. Витрати на збут складають 2% від виробничої собівартості і розраховуються за формулою 5.5:

$$ВЗ = C_{\text{в}} * \frac{\gamma}{100}, \text{ грн.} \quad (5.5)$$

$$ВЗ = 1554 * \frac{2}{100} = 31,1 \text{ грн.}$$

де $C_{\text{в}}$ – собівартість виробнича, грн;

γ - % витрат на збут.

Прибуток складає 30% від повної собівартості та розраховується за формулою 5.6:

$$П = C * \frac{P}{100}, \text{ грн.} \quad (5.6)$$

$$П = 20544,5 * \frac{30}{100} = 6163 \text{ грн.}$$

де P - % рентабельності виробу.

Податок на додану вартість згідно законодавства становить 20% від оптової ціни і розраховується за формулою 5.7:

$$ПДВ = Ц * \frac{Н_{\text{пдв}}}{100}, \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$ПДВ = 21263 * \frac{20}{100} = 4252 \text{ грн.}$$

де $Н_{\text{пдв}}$ - % нормативу податку на додану вартість.

Ціна продажу виробу розраховується за формулою 5.8:

$$C_{\text{пр}} = C + \text{ПДВ, грн.} \quad (5.8)$$

$$C_{\text{пр}} = 21263 + 4252 = 25515 \text{ грн.}$$

Калькуляція собівартості і ціни наведена в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 - Калькуляція собівартості і ціни виробу

Статі затрат	Сума, грн
Сировина:	
Шамот	5000
Каолін	4500
Енергетичні ресурси:	
Природний газ	6130,5
Електроенергія	360
Виробничі затрати:	
Основна заробітна плата	750
Додаткова заробітна плата	300
Соціальні витрати	504
Витрати на збуд	31,1
Адміністративні витрати	3750
Собівартість виробнича	4554
Собівартість повна	20544,5
Прибуток	6799,4

5.3 Економічна ефективність

Розраховується економічна ефективність інноваційного проекту за такими показниками:

- економія витрат в виробництві;
- економія експлуатаційних витрат;
- питомі показники ефективності;
- беззбитковість виробництва.

Економія витрат в виробництві розраховується на основі економії конкретної складової сировини вогнетривкої продукції марки МКВ-72 та енергоресурсів. Розрахунок економії наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 - Економія витрат на виробництво

Найменування	Норма використання		Ціна, грн.	Вартість, грн.		Економія
	Базовий вибір	Новий вибір		Базовий вибір	Новий вибір	
Шамот-77	80 %	-	1 т- 6250	5000	-	2880
Корунд	-	59 %	1 т- 2240	-	1320	
Лом ВВ	-	21 %	1 т- 3850	-	800	
Каолін	20 %	20 %	1 т- 22500	4500	4500	-
Природний газ	610 м ³ /год	550 м ³ /год	1 м ³ - 6,7	6130,5	5527,5	603
Електроенергія	200 кВт	200 кВт	1 кВт- 1,8	360	360	-
Усього:						3483

5.4 Економічний ефект

Зазвичай замовлення на виготовлення вогнетривкої продукції марки МКВ-72 складає 1365т. Економію собівартості гранулометричного складу нового виробу розраховуємо за формулою 5.9:

$$E_{гс} = C_{бв} - C_{нв}, \text{ тис. грн.} \quad (5.9)$$

$$E_{гс} = 9500 - 6620 = 2880, \text{ тис. грн.}$$

Економія гранулометричного складу за одне замовлення розраховуємо за формулою 5.10:

$$E_3 = E_{гс} * КТ, \text{ тис. грн.} \quad (5.10)$$

$$E_3 = 2880 * 1365 = 3931,2, \text{ тис. грн.}$$

При випалі на одну пічну вагонетку вміщується 6,5 т продукції, кількість вагонеток розраховуємо за наступною формулою 5.11:

$$КВ = \frac{G}{U}, \text{ шт.} \quad (5.11)$$

$$КВ = \frac{1365}{6,5} = 210, \text{ шт.}$$

де G- кількість продукції за одне замовлення;

U- середня вага однієї вагонетки.

Необхідний час для випалу 1 т продукції складає 1,5 години. Кількість годин випалу одного замовлення розраховуємо за наступною формулою 5.12:

$$КГ = \frac{КВ}{H}, \text{ год.} \quad (5.12)$$

$$КГ = \frac{210}{1,5} = 140, \text{ год.}$$

де Н- кількість годин на 1т випалу продукції

Кількість природного газу, який витрачається на одне замовлення розраховуємо за наступною формулою 5.13:

$$КПГ = КГ * ПН, \text{ м}^3 \quad (5.13)$$

$$КПГ_{\text{бв}} = 140 * 610 = 85400, \text{ м}^3$$

$$КПГ_{\text{нв}} = 140 * 550 = 77000, \text{ м}^3$$

де КПГ- кількість природного газу, який витрачається на одне замовлення;

ПН- питома норма природного газу на одну годину

Економію природного газу розраховуємо за формулою 5.14:

$$E_{\text{пг}} = КПГ_{\text{бв}} - КПГ_{\text{нв}}, \text{ м}^3 \quad (5.14)$$

$$E_{\text{пг}} = 85400 - 7700 = 8400, \text{ м}^3$$

$$E_{\text{пгг}} = E_{\text{пг}} * ЦГ, \text{ тис. грн.}$$

$$E_{\text{пгг}} = 8400 * 6,7 = 56,28, \text{ тис. грн.}$$

де ЦГ- ціна за м³ природного газу

Загальна економія від нового гранулометричного складу вогнетривкого виробу МКВ-72 розраховується за наступною формулою 5.15:

$$E = E_{\text{гс}} + E_{\text{пгг}}, \text{ тис. грн.} \quad (5.15)$$

$$E = 3931,2 + 56,28 = 3987,48, \text{ тис. грн.}$$

Слід зазначити, що новий гранулометричний склад вогнетривкої продукції марки МКВ-72 економічно вигідніший. В результаті собівартість виробництва одного замовлення знизилась на 22%.

ВИСНОВОК

На основі вище наведеного, можна зробити висновки, що вогнетривкі вироби є затребуваними на ринку. Таке визнання вогнетривкі вироби отримали завдяки своїй практичності у використанні, як у важкій, так і в легкій промисловості. Основними перевагами вогнетривких виробів є їх достатня міцність та хороша механічна опірність при високих температурах.

Вогнетривкі матеріали і вироби забезпечують ефективну експлуатацію основних технологічних агрегатів і машин в більшості галузей сучасної промисловості. У багатьох випадках функціонування і ефективність цілих технологічних систем обумовлено якістю і експлуатаційними властивостями вогнетривків. Це, перш за все, відноситься до чорної і кольорової металургії, енергетиці, хімічній промисловості, машинобудуванню та ін.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аксельрод Л.М. Черная металлургия, огнеупорные материалы. Реальность и прогнозы. Научно-технический и производственный журнал «Новые огнеупоры». 2017. 3-14с.
2. Аксельрод Л.М. Развитие огнеупорной отрасли – отклик на запросы металлургии . Научно-технический и производственный журнал «Новые огнеупоры». 2013. 125-142с.
3. Смирнов А.Н. Перспективы развития огнеупорных материалов и изделий, используемых для выплавки, доводки и разливки стали. Научно-технический и производственный журнал «Новые огнеупоры». – 2012. 4-7с.
4. Минаев Д. И Огнеупорный рынок. Научно-технический и производственный журнал «Новые огнеупоры». – 2012. 116-121с.
5. Дюдкин Д.А., Ухин В.Е., Донецкий национальный технический университет (конспект лекций), 2007. 489с.
6. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT). «Система управління якістю». Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2016. 124с.
7. ISO 14000 «Менеджмент окружающей среды», Киев, 2019. 125с.
8. ГОСТ 28874 – 2004. Огнеупоры. Классификация. Москва Стандартиформ, 2004. 54с.
9. ГОСТ 390-54. Изделия огнеупорные шамотные общего назначения. Москва, 2019. 45с.
10. ГОСТ 3272-46. Изделия огнеупорные шамотные для футеровки вагранок. Москва, 2019. 56с.
10. ГОСТ 390-41. Изделия огнеупорные шамотные. классификация и технические условия. Не действует. 2015. 58с.

11. ОСТ 10233-39, Свойства шамотных огнеупоров. Москва. 2016. 78с.
12. ГОСТ 39-79, Нафтам-2. Технические условия, СССР. 1980. 105с.
13. ГОСТ 390-96, Изделия огнеупорные шамотные и полукислые общего назначения и массового производства, Минск. 1996. 76с.
14. Дюдкин Д.А., Ухин В.Е., Донецкий национальный технический университет (конспект лекций), Донецк. 2007. 56с.
15. ГОСТ 28833-2016 Дефекты огнеупорных изделий. Термины и определения. 2016, Киев. 78с.
16. НПАОП.0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. [Чинний від 2012-03-16] / Вид. офіц. Київ : МНС України, 2012. 37с.
17. ГОСТ 12.1.019-79. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. [Утвержден от 1979-07-17] / Изд. оф. Москва, 1979. 7с.
18. ГОСТ 12.2.032-78 «Робоче місце при виконанні робіт сидячи» [Чинний від 1979-01-01] / Вид.оф.Москва, 1979. 4с.
19. ГОСТ 12.4.115-82 ССБТ «Средства индивидуальной защиты работающих. Общие требования к маркировке» / Изд.Москва, 2002. 43с.
20. НПАОП 0.00.-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань по питанням охорони праці. [Чинний від 2005-01-26] / Вид. офіц. Київ: Держкомітет України, 2005. 12с.
21. ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [Чинний від 1999-12-01] / Вид. офіц. Київ: Главсанврач України, 1998. 24с.
22. НПАОП 27.4-7.15-86. Огородження рухомих частин устаткування. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 1988-01-01] /. Вид. оф. Москва, 1988. 19с.

23. ГОСТ 12.2.062-81. ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные. [Чинний від 1981-10-30] / Вид. оф. Москва, 1981. 4с.
24. ГОСТ.30646-99. «Кондиционеры центральные общего назначения» / Изд.офиц.[Утвержден: Госстандарт Украины, Киев],2000. 27с.
26. ДСанПН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-10-12] / Вид. офіц. Київ: Главсанепідуправління України, 1998. 8с.
27. ДБНВ.2.5-28-2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2006-05-38] / Вид. офіц. Київ, 2006. 13с.
28. НАПБ.А.01.001-2014. «Правила пожежної безпеки в Україні» / Вид. Форт, 2016. 124с.
29. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания промышленных предприятий Нормы проектирования. [Утвержден от 1987-01-01] / Изд. офиц. Москва : ЦНИИпромзданий, 1987. 18с.
30. ДСТУ ISO 9241-5:2004. Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. [Чинний від 2006-01-01] / Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 11с.
31. ДБН В 2.5-56:2004 «Система протипожежного захисту» / Вид.офіц. Київ, 2015. 133с.
32. Матеріали XVI міжнародної наукової методичної конференції ЖДЛ-2018 / Вид. Львів, 2018. 228с.