

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра прикладної екології та охорона праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

групий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему "Проект розробки захарів з охороною
праці на підприємствах швейного -
виробництва"

Виконав: студент 2 курсу, групи УБ-18-1
спеціальності 263 "Цивільна безпека"

(код і назва спеціальності)

освітньої програми "Охорона праці"

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Андрух Т.О.

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н. Цилюбаєв В. А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., доц., к.т.н. Веремца Н.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет будівництва та цивільної інженерії
Кафедра прикладної екології та охорони праці
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 263 «Цивільна безпека»
(код та назва)
Освітня програма Охорона праці
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри [підпис]
« 08 » 08 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Андруху Ювану Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Проект розробки заходів з охорони праці на підприємстві електро-сигналізаційного виробництва

керівник роботи Цириба Віктор Анатолійович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 09 2019 року № 1542-с

2 Строк подання студентом роботи 28.12.2019 р.

3 Вихідні дані до роботи рівень шуму 96 дБА, рівень вібрації 116 дБ, темп-ра повітря 41 °С, інтенсивність випромінювання 2650 Вт/м², мех-18,4 мг/м³, NO₂-55 мг/м³, H₂S-10,8 мг/м³

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, теоретичний розділ, дослідницький розділ, практичний розділ, організаційно-методичні заходи, висновки, перелік джерел посилання

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Корпус електростанції навісного цеху, дугова кіз
 ДОВВ50, апаратурно-технологічна схема виробництва,
 електрифікаційний план портальної камери з вузлом
 цюльована, кабінка керування агрегата цеху,
 фасадна деталізація, детальна конструкція відкрито-
 вентильного електричного електродвигуна електричного
 захисту в об'єкті проекту.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Цимбал В.А., доц. каф. ПЕО	04.10.19	18.10.19
Розділ 2	Цимбал В.А., доц. каф. ПЕО	28.10.19	18.11.19
Розділ 3	Цимбал В.А., доц. каф. ПЕО	18.11.19	02.12.19
Розділ 4	Цимбал В.А., доц. каф. ПЕО	02.12.19	16.12.19

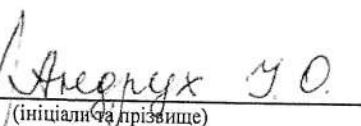
7 Дата видачі завдання 02.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

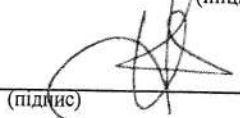
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	02.09.19 - 22.09.19	
2	Принципальна технологічна схема	23.09.19 - 06.10.19	
3	Виконання технологічного розділу	07.10.19 - 24.10.19	
4	Виконання дослідницького розділу	28.10.19 - 17.11.19	
5	Виконання проектного розділу	18.11.19 - 01.12.19	
6	Виконання економічної електрич. інженерії	02.12.19 - 15.12.19	
7	Виконання графічної частини	16.12.19 - 27.12.19	
8	Захист проекту у ЕК	16.01.2020	

Студент


(підпис)


(ініціали та прізвище)

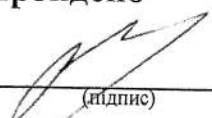
Керівник роботи (проекту)

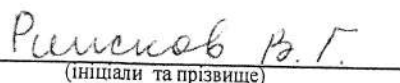

(підпис)


(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)


(ініціали та прізвище)

Анотація

Андрух І.О. Кваліфікаційний проект «Проект розробки заходів з охорони праці на підприємствах електросталеплавильного виробництва».

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», науковий керівник В.А. Цимбал. Запорізький національний університет. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра промислової екології та охорони праці, 2020.

Розглянуті опис конструкції і принцип дії електродугової печі ДСВ-50, технологія виплавки сталі, опис головної будівлі електросталеплавильного цеху СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» і прольотів, основні вантажопотоки цеху СПЦ-3. Досліджена безпека електросталеплавильного процесу і устаткування, розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевара електropечі. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії, електробезпеці та пожежній безпеці.

Ключові слова: ДУГОВА ПІЧ, ЕЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНИЙ ЦЕХ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЗАЗЕМЛЕННЯ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ, ШУМ, ВІБРАЦІЯ, ПИЛ.

Abstract

Andruk I.A. Qualifying project «The Project Development of Occupational Safety Measures at the Electric Steel Smelting Production Enterprises».

Scientific supervisor is V.A. Cymbal of qualifying project for obtaining master's degree in higher education on specialty № 263 «Civil Security». Zaporizhzhia National University. Faculty of Construction and Civil Engineering, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2020.

The design description and the principle of operation of the DSV-50 electric

arc furnace, steel smelting technology, a description of the main building of the SPTs-3 electric furnace smelter of Dneprospetsstal OJSC and spans, the main cargo flows of the SPTs-3 workshop are considered. The safety of the electric steel-smelting process and equipment was investigated, and the potential hazardous and harmful factors of the production environment of the workshop were examined. The hygienic characteristics of the labor process and the assessment of the factors of the working environment of the workplace of an electric furnace steelworker are given. Implemented technical solutions for industrial sanitation, electrical safety and fire safety.

Keywords: ARC FURNACE, ELECTRIC MELTING WORK, LABOR PROTECTION, EARTHING, LIGHTNING PROTECTION, NOISE, VIBRATION, DUST.

Аннотация

Андрух И.А. Квалификационный проект «Проект разработки мероприятий по охране труда на предприятиях электросталеплавильного производства».

Квалификационный проект для получения степени высшего образования магистра по специальности 263 «Гражданская безопасность», научный руководитель В.А. Цимбал. Запорожский национальный университет. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра экологии и охраны труда, 2020.

Рассмотрены описание конструкции и принцип действия электродуговой печи ДСВ-50, технология выплавки стали, описание главного здания электросталеплавильного цеха СПЦ-3 ОАО «Днепрспецсталь» и пролетов, основные грузопотоки цеха СПЦ-3. Исследована безопасность электросталеплавильного процесса и оборудования, рассмотрены потенциальные опасные и вредные факторы производственной среды цеха. Дана гигиеническая характеристика трудового процесса и оценка факторов

производственной среды рабочего места сталевара электропечи. Выполнены технические решения по производственной санитарии, электробезопасности и пожарной безопасности.

Ключевые слова: ДУГОВАЯ ПЕЧЬ, ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЙ ЦЕХ, ОХРАНА ТРУДА, ЗАЗЕМЛЕНИЕ, МОЛНИЕЗАЩИТА, ШУМ, ВИБРАЦИЯ, ПЫЛЬ.

РЕФЕРАТ

На кваліфікаційний проект на тему «Проект розробки заходів з охорони праці на підприємствах електросталеплавильного виробництва», який включає 96 сторінок тексту, 13 рисунків, 6 таблиць, 26 використаних джерел посилання.

ДУГОВА ПІЧ, ЕЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНИЙ ЦЕХ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЗАЗЕМЛЕННЯ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ, ШУМ, ВІБРАЦІЯ, ПИЛ.

Об'єкт проектування – шкідливі та небезпечні чинники виробничого середовища електросталеплавильного цеху.

Предмет проектування – заходи і засоби захисту від впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників електросталеплавильного виробництва.

Мета роботи – розробка заходів і засобів захисту від впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників електросталеплавильного виробництва.

У кваліфікаційному проекті приведені опис конструкції і принципу дії електродугової печі ДСВ-50, технологія виплавки сталі, опис головної будівлі електросталеплавильного цеху СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» і прольотів, основні вантажопотоки цеху СПЦ-3. Досліджена безпека електросталеплавильного процесу і устаткування, розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевара електропечі. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії, а саме виконано розрахунок тепловідвідного екрану, звукоізолюючої kabіни посту управління піччю, аерації, віброізоляції димососу. Виконано розрахунок захисного заземлення трансформаторної підстанції електросталеплавильного цеху. Розроблені протипожежні заходи і засоби гасіння пожеж. Виконано розрахунок установки парового пожежогасіння для кабельного тунелю електросталеплавильного цеху, системи блискавкозахисту ділянки пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Сортамент марок сталі, що виплавляються в СПЦ-3	8
1.2 Опис печі	9
1.3 Шихтові матеріали	14
1.4 Опис технології виробництва сталі в дугових електросталеплавильних печах	15
1.5 Опис головної будівлі цеху і прольотів	22
1.6 Вантажопотоки електросталеплавильного цеху	26
1.7 Висновки до розділу 1	28
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	29
2.1 Безпека електросталеплавильного процесу і устаткування	29
2.2 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища електросталеплавильного цеху	32
2.3 Аналіз заходів та засобів з охорони праці електросталеплавильного виробництва	36
2.4 Електробезпека електросталеплавильного цеху	44
2.5 Характеристика технологічного процесу з погляду пожежної безпеки	51
2.6 Висновки до розділу 2	57
3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	58
3.1 Розрахунок рівня безпеки електросталеплавильного процесу	58
3.2 Розрахунок тепловідвідного екрану дугової печі	59
3.3 Інженерна розробка заходів захисту від шуму	62
3.4 Розрахунок аерації пічного прольоту цеху	66

3.5 Розрахунок віброізоляції	70
3.6 Розрахунок захисного заземлення	72
3.7 Розрахунок автоматичної установки пожежогасіння	76
3.8 Розрахунок системи блискавко захисту	78
3.9 Висновки до розділу 3	80
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ	83
4.1 Організація виробництва	83
4.2 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму	86
4.3 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в електросталеплавильному цеху	88
4.4 Висновки до розділу 4	91
ВИСНОВКИ	92
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	94

ВСТУП

Чорна металургія України є крупною галуззю промисловості, доля якої в галузевій структурі промислового виробництва складає 14,6%, а в національному продукті – близько 2%. Вона є базовою галуззю промисловості і від її стану значною мірою залежить розвиток народного господарства.

Одночасно з основними сталеплавильними процесами (мартенівський, томасовський) в кінці XIX століття з'явилися перші дугові електросталеплавильні печі, в яких можна було вести складні хімічні процеси і виплавляти високолеговані сталі, які містять тугоплавкі елементи.

Тенденція розвитку металургійних комплексів на сьогоднішній день така: збільшується частка заводів що проводять плавку в електропечах і скорочується частка заводів з повним циклом. Згідно прогнозам, до 2020 р. заводи з повним циклом виплавлятимуть не більше 30 % сталі.

У електросталеплавильному цеху в результаті технологічного процесу, що супроводиться утворенням великих кількостей надмірного тепла, інфрачервоної радіації, пилу і газів – важкі умови праці. Це надає різносторонню дію на людину, його працездатність і продуктивність праці. Робочий знаходиться на підприємстві 1/3 доби, протягом яких випробовує на собі вплив різних виробничих чинників: технологічного процесу, устаткування, виробничого середовища, процесу праці з його фізичним і нервовим навантаженням.

Електросталеплавильний цех – є джерелами шкідливих і небезпечних чинників виробничого процесу, які в тому або іншому ступені негативно діють або можуть відбитися в майбутньому на здоров'ї і загальному стані організму робочих цеху і населення. Тому головною метою даного кваліфікаційного проекту є виявити основні небезпечні чинники виробничого процесу і розробити заходи щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці обслуговуючого персоналу.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Сортамент марок сталі, що виплавляються в СПЦ-3

ПАТ «Дніпроспецсталь» – провідне підприємство України і один з лідерів спеціальної металургії СНД. З дня своєї основи в 1932 році завод ПАТ «Дніпроспецсталь» спеціалізується на виробництві металопродукції з нержавіючих, інструментальних, швидкорізальних, шарикопідшипникових, легованих конструкційних марок сталі, а також жароміцних сплавів на основі нікелю. За цей час освоєно виробництво більше 800 марок сталі і більше 1000 видів профілів продукції.

У сталеплавильному цеху СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» проводиться виплавка високоякісних шарикопідшипникових сталей (ШХ6, ШХ15, ШХ15СГ, ШХ20СГ) (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад шарикопідшипникової сталі, %

Марка	С	Mn	Si	Cr	S	P
					не більш	
ШХ6	1,05 – 1,15	0,2 – 0,4	0,15 – 0,35	0,40 – 0,70	0,020	0,027
ШХ9	1,00 – 1,10	0,2 – 0,4	0,15 – 0,35	0,90 – 1,20	0,020	0,027
ШХ15	0,95 – 1,10	0,2 – 0,4	0,15 – 0,35	1,30 – 1,65	0,020	0,027
ШХ15СГ	0,95 – 1,10	0,9 – 1,2	0,40 – 0,65	1,30 – 1,65	0,020	0,027

Високовуглецева хромова сталь ШХ15 володіє високим опором контактної утоми і високою зносостійкістю, що забезпечується помірним легуванням її відносно дешевим хромом. У міру збільшення розмірів підшипників з'явилася потреба в сталі з більшою прогартовуваністю. Для задоволення цієї вимоги була створена модифікація з підвищеним вмістом силіцію і марганцю – ШХ15СГ. У ряді країн збільшення прогартованості сталі ШХ15 домоглися введенням у неї невеликих кількостей молібдену.

Сталі ШХ15, ШХ15СГ і їх зарубіжні аналоги відносяться до легованих високоякісних заевтектоїдних сталей. Їх застосовують як конструкційні зносостійкі, а в ряді випадків як інструментальні.

В цеху СПЦ-3, передбачено виробництво шарикопідшипникової сталі ШХ15СГ. Виплавка сталі проводитиметься в 50 тонних печах за сучасною технологією, що забезпечує високу якість продукції.

1.2 Опис печі

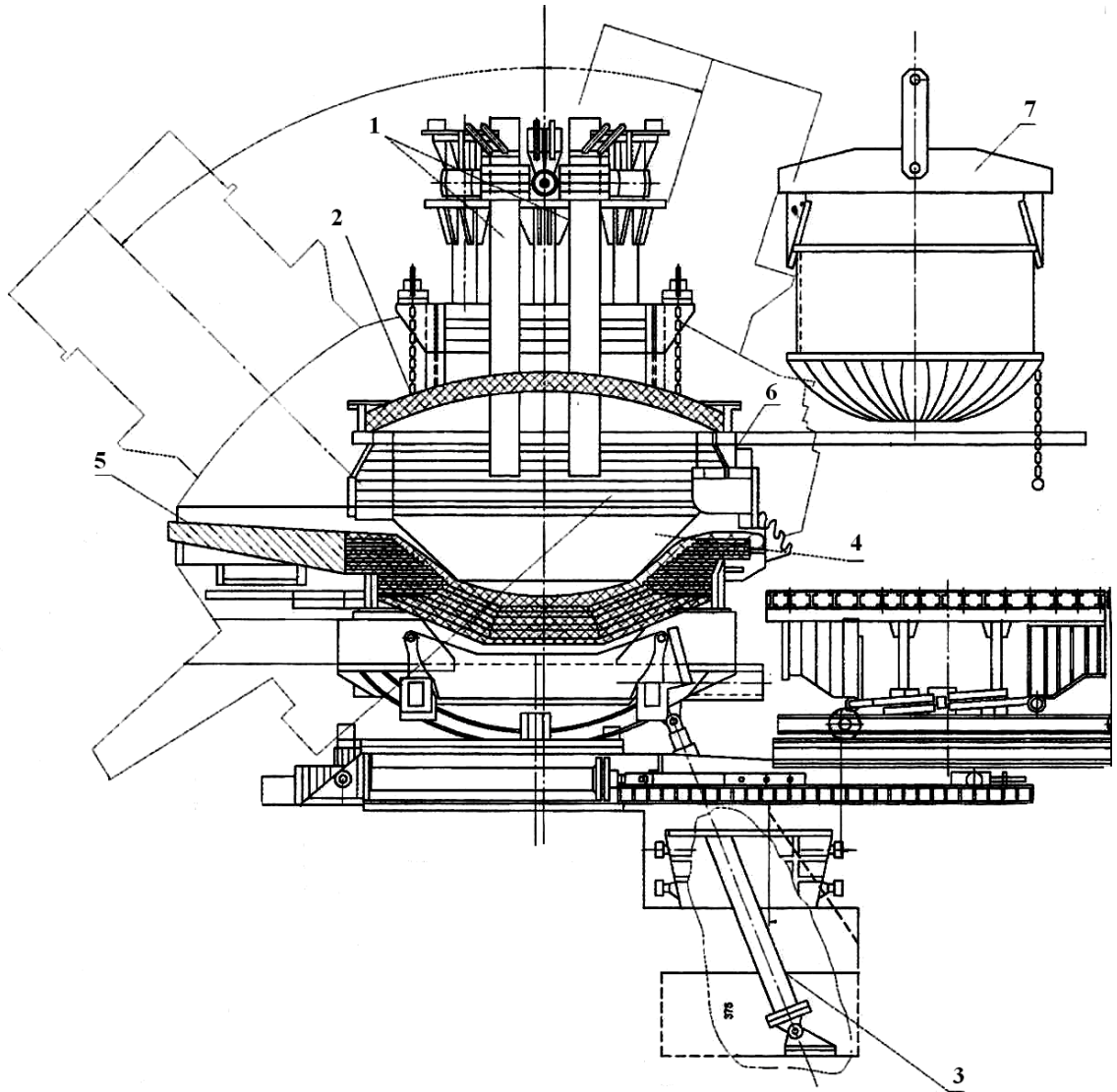
В електросталеплавильному цеху установлені печі типу ДСВ з номінальною ємністю 50 т.

Дугова електросталеплавильна піч за принципом нагріву відноситься до типу печей прямої дії і є агрегатом, в якому джерелом тепла є електрична дуга. В печах такого типу електричні дуги горять безпосередньо між кожним з електродів і металевою садкою. Тепло передається металу і робочому простору, головним чином, випромінюванням, що відбивається від вогнетривкого футерування.

Дугові електропечі різних конструкцій мають загальні основні елементи, вузли і механізми: кожух печі, робоче вікно, вогнетривке футерування, склепінне кільце, електроди, охолоджувачі електродів, електроутримувачі, механізми переміщення електродів, механізм підйому і повороту склепіння, електропічне устаткування, систему автоматизації і управління, пристрій для відведення технологічних газів.

Для завантаження в піч скрапу і легуючих добавок, для заправки поду і стін, видалення з печі шлаку і електродів, які зламалися, спостереження за ходом плавки і взяття проб металу дугові електросталеплавильні печі забезпечуються одним робочим вікном. Отвір робочого вікна обрамлений рамою у вигляді порожнистої водоохолоджуваної коробки, яка кріпиться до кожуха печі бовтами. Для підтримки кладки над робочим вікном рама у верхній частині забезпечена водоохолоджуваною аркою [1].

З метою максимального зниження теплових втрат, пов'язаних з підсосом холодного повітря через робоче вікно, отвір відкривається спеціальною заслонкою. Конструкція дугової сталеплавильної печі типу ДСВ-50 схематично представлена на рис. 1.1.



1 – електрод; 2 – склепіння; 3 – механізм висування печі; 4 – ванна; 5 – зливний жолоб; 6 – корпус; 7 – завантажувальна баддя; 8 – візок

Рисунок 1.1 – Схема дугової сталеплавильної печі ДСВ-50

Нижня частина робочого вікна має футерований столик, який служить порогом ванни, через який викачується шлак.

Для зливу металу печі обладнані зливними отворами з льотками, які розташовуються напроти робочих вікон. Зливні отвори до зливу металу забиваються магнезитовим порошком.

Футерування дугових електросталеплавильних печей призначене для створення теплових умов протікання технологічних процесів плавки і складається з трьох основних частин: подини, кладки стін і склепіння. Розміри футерування визначають основні параметри робочого простору печі і повинні забезпечити необхідну тривалість робочої компанії з мінімальними тепловими втратами через кладку. Для печей з основним футеруванням внутрішня і середня частина подини виконуються з магнезиту або доломіту, для печей з кислим футеруванням – з динасу і кварцевого піску. Стіни електропечей викладаються, як правило, з магнезитохромових виробів. Для склепінь застосовують в основному термостійкий хромомагнезит.

Склепіння дугових електросталеплавильних печей всіх типів є знімною частиною. Як правило, склепіння набираються у вигляді арки поза піччю на спеціальному шаблоні, а потім транспортується краном до печі і встановлюються на кожух. Для здійснення цієї операції служить лите склепінне кільце, яке виконане цілісним. До нижньої плоскості склепінного кільця приварюють кільцевий ніж, який входить в пісочний затвор кожуха печі, чим забезпечується герметичність її робочого простору [2-4].

Подача електроенергії всередину печі і отримання електричної дуги забезпечується за допомогою вугільних і графітованих електродів. Для занурення електродів всередину печей передбачаються спеціальні отвори в склепінні.

У зв'язку з тим, що якість електродів багато в чому визначається як їх властивості, до них пред'являються наступні основні вимоги: висока електропровідність, висока теплопровідність, підвищена температура початку окислення і достатня механічна міцність. Іншими чинниками, що чинять вплив на витрату електродів і теплові втрати, є температура окислення поверхні електродів.

Основні властивості електродів представлені в табл. 1.2 [5].

В табл. 1.3 приведені основні параметри, які характеризують електропіч типу ДСВ-50 [5].

Як видно з табл. 1.2, чим вище температура початку окислення поверхні електродів, тим менше їх витрата. При цьому слід враховувати середовище в робочому просторі печі: при окислювальному середовищі витрата вища, при відновній – нижче.

Для зниження температури поверхні електродів склепіння електропечі обладнується так званими охолоджувачами електродів і ущільнювальними кільцями, які дозволяють запобігти вибиванню газів з робочого простору печі через електродні зазори і тим самим понизити температуру поверхні електродів.

Подача електродів в піч здійснюється за допомогою електроутримувачів з пружинно-пневматичним затиском. Електроутримувачі змонтовані на рухомій каретці, яка переміщається по стійці.

Таблиця 1.2 – Основні властивості електродів

Характеристика	Графітовані електроди	Вугільні електроди
Об'ємна маса, кг/дм ³	1,55 – 1,6	1,55 – 1,6
Густина, кг/м ³	2,2	1,9 – 2,0
Межа міцності на стискання $\varepsilon \cdot 10^{-4}$, Па	2100 – 2800	1500 – 3000
Межа міцності на розтягування $\varepsilon \cdot 10^{-4}$, Па	500 – 850	300 – 760
Коефіцієнт теплопровідності при 20 °С, Вт/м ²	150	35
Початок окислення на повітрі, °С	600	430
Питомий електричний опір, Ом·м 10 ⁶	8 – 13	40 – 70
Середня витрата на 1000кВт·год, кг	8 – 10	16 – 20

Таблиця 1.3 – Основні параметри печі типу ДСВ-50

Параметр	Одиниця вимірювання	Числове значення
Номінальна ємність печі по рідкому металу	т	65
Фактична ємність печі по рідкому металу	т	70 – 80
Номінальна потужність трансформатора	МВ·А	25
Питома витрата електроенергії на тону металу	кВт·год	695
Питома витрата електродів	кг/т	9
Діаметр розпаду електродів	мм	1550
Діаметр електродів	мм	500
Об'єм робочого простору	м ³	50
Кількість кисню для продування	м ³ /Год	1200 – 1500
Тривалість продування	хв	40
Максимальний струм передачі	кА	34,6
Внутрішній діаметр кожуха	мм	5900
Глибина ванни	мм	930
Висота плавильного простору від рівня порогу робочого вікна до п'ят склепіння	мм	1725
Радіус склепіння	мм	7000

Механізм переміщення електродів зазвичайно буває 2-х типів: електричний, коли рух від електродвигуна передається каретці через сталеві троси або редуктор і зубчасту рейку, і гідравлічний, коли рух каретки здійснюється під дією шоку гідравлічного циліндра.

Для зручності обслуговування всі дугові сталеплавильні печі виконуються нахилиючимися на кут 40-45° у бік жолоба для випуску рідкої сталі на кут 12-15° у бік робочого вікна для скачування шлаку через поріг робочого вікна. Операцію нахилу печі здійснюють за допомогою спеціального механізму, який може бути як нижнім, так і бічним. Привід механізму нахилу печей може бути електричним і гідравлічним.

Електричне устаткування дугових електросталеплавильних печей дозволяє перетворити електричний струм високої напруги в електричний

струм низької напруги.

Для поліпшення електричних характеристик дугових печей застосовується допоміжне устаткування (дросель, конденсаторна батарея, стабілізатор напруги). До допоміжного електроустаткування можна віднести і всі електричні приводи механізмів, управління якими здійснюється сталеваром з щита управління, розташованого на робочому майданчику.

Дугова електропіч забезпечена також рядом систем автоматичного регулювання, а також системою контролюючих приладів. Всі ці системи забезпечують управління параметрами виплавки сталі в оптимальних режимах, що дозволяє підвищити продуктивність печей і продовжити термін служби їх вогнетривкого футерування.

1.3 Шихтові матеріали

Основною складовою шихти (зазвичай 75 ... 100%) є металевий брухт. До лому пред'являють ті ж вимоги, що і при виплавці сталі в конвертерах. Зокрема, у брухті має бути мінімальний вміст небажаних для даної марки сталі домішок (зазвичай міді, нікелю, фосфору). Лом не повинен бути надмірно окисленим, так як іржа (гідрат оксиду заліза) вносить в метал водень. Лом повинен бути великоваговим, щоб забезпечувати його завантаження в піч в один прийом. Відходи та брухт легованих сталей використовують при виплавці сталі, що містить ті ж легуючі елементи. Це дозволяє економити дорогі феросплави.

В якості брухту застосовують також продукти прямого відновлення збагачених залізних руд: металізовані окатиші та губчасте залізо. У цих матеріалах міститься 85 ... 95% заліза, 0,5 ... 2,0% вуглецю і мінімальний вміст домішок кольорових металів, фосфору і сірки.

Для підвищення вмісту вуглецю в шихті використовують чавун (твердий або рідкий), кокс і електродний бій. Основна вимога до чавуну - мінімальний вміст фосфору.

В якості шлакоутворюючих в основних печах використовують вапно, вапняк, плавиковий шпат, боксит, шамотний бій. Як окислювачів - агломерат, окатиші, окалину та інші тверді окислювачі, газоподібний кисень. До цих матеріалів пред'являють ті ж вимоги, що і при виплавці сталі в конвертерах. У неметалічних шихтових матеріалах необхідно мати максимальний вміст провідного компонента (CaO , CaF_2 , Al_2O_3 тощо), мінімальний вміст шкідливих домішок (P, S) і SiO_2 .

У електросталеплавильному виробництві для розкислення і легування сталі практично всі відомі феросплави і легуючі матеріали [6].

1.4 Опис технології виробництва сталі в дугових електросталеплавильних печах

На рис. 1.2 схематично представлені основні періоди правки в електродуговій печі.

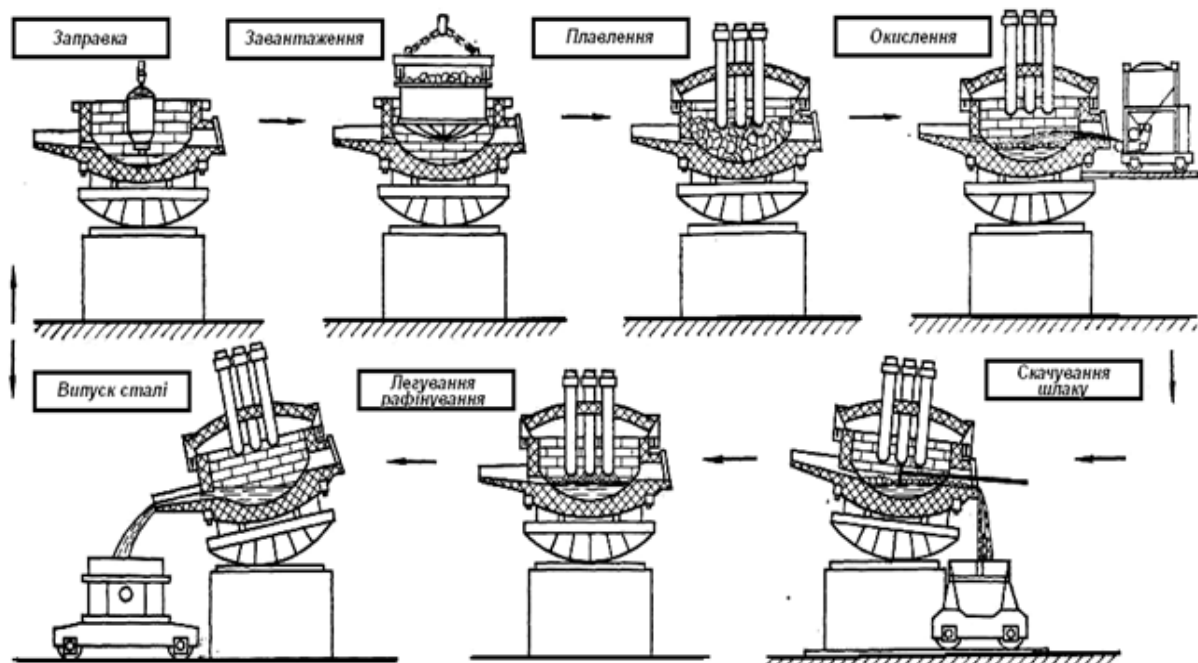


Рисунок 1.2 – Технологічна схема виробництва сталі в дуговій сталеплавильній печі

Основне призначення дугової сталеплавильної печі прямої дії - виплавка сталі з металевого брухту (скрапу). Такий процес досить енергоємний; на 1 т виплавленої сталі в залежності від характеру процесу витрачається від 500 до 1000 кВт · г електроенергії, тому при інших рівних умовах процес дешевше проводити в мартенівській печі, де паливо спалюється безпосередньо. У зв'язку з цим лише порівняно невелику частину всієї одержуваної з скрапу сталі виплавляють в електричних печах. У них здійснюють лише ті процеси, які важко проводити в мартенівській печі або конвертері. В першу чергу – це отримання високолегованих сортів сталі, що вимагають ретельного очищення металу від шкідливих домішок (особливо сірки) і неметалічних включень, і знегажування його. Для таких сортів сталі вартість переділу набагато менше вартості легуючих і самої сталі і вирішальними факторами стають якість одержуваного металу і ступінь чаду цінних добавок. Істотні переваги (великі маневреності та швидкість плавки, зниження капітальних витрат) має дугова піч як агрегат для отримання сталевих лиття.

Слід зазначити, що в міру здешевлення електроенергії, а також завдяки збільшенню ємності дугових агрегатів, внаслідок чого зменшується витрата електроенергії і матеріалів на виплавку 1 т сталі, різниця у вартості переділу металу в дуговій і мартенівських печах знижується. В останні роки в потужних дугових печах виплавляють не тільки високолеговані, а й низьколеговані сталі. У цьому випадку на користь дугових печей говорять їх велика пристосовність до характеру скрапу і легкість плавки в них великого скрапу.

Виплавка легованих сталей включає наступні операції: розплавлення металу, видалення шкідливих домішок і газів, що містяться в ньому, розкислення металу, введення в нього потрібних легуючих і виливання його з печі в ківш для розливання по виливницям або формам. Значення цих операцій і вимоги, які вони висувають до дугової печі, можуть бути дуже різними.

Окислювальний період. Розплавлення скрапу необхідно вести по можливості швидше і з мінімальною витратою енергії. Найчастіше тривалість його перевищує половину тривалості всієї плавки і при цьому витрачається 60-80% всієї електроенергії. Характерною особливістю періоду є неспокійний електричний режим печі. Палаюча між кінцем електрода і холодним металом дуга нестабільна, її довжина невелика і порівняно невеликі зміни в положенні електрода або металу (обвал, зсув підплавлення шматка скрапу) викликають або обрив дуги, або, навпаки, коротке замикання. Дуга загоряється спочатку між кінцем електрода і поверхнею шихти, причому для підвищення її стійкості в перші хвилини під електроди зазвичай підкладають шматки коксу або електродного бою. Після згоряння останніх починає підплавляти метал і краплями стікати на подину. У шихті утворюються колодязі, в які опускаються електроди до тих пір, поки вони не досягнуть подини, на якій, щоб уникнути перегріву її до цього моменту повинна бути утворена калюжа розплавленого металу. Це самий неспокійний, нестійкий період горіння дуги; підплавляючі шматки шихти потрапляють на електрод, що закорочує дугу; при опусканні шматка шихти під торцем електрода може, навпаки, наступити обрив струму. Палаюча між електродом і розплавленим металом дуга перегріває метал: починається розмив і розплавлення шихти, що оточує колодязі. Колодязі розширюються, рівень рідкого металу у ванні починає підвищуватися, а електроди - підніматися. В кінці цього періоду майже весь метал виявляється розплавленим; залишаються лише окремі шматки шихти на схилах ("наста"), розплавляються останніми. Щоб не затягувати період розплавлення, зазвичай ці "наста" скидають ломом вглиб ванни. Період розплавлення вважають закінченим, коли весь метал в печі перейшов в рідкий стан. До цього моменту режим горіння дуги стає більш спокійним, оскільки температура в печі вище, поверхня металу покрита шаром шлаку, освіченим закинутими в піч у період розплавлення шматками вапна і спливаючими окалинами; довжина дуги в порівнянні з початком розплавлення збільшується в кілька

разів, дуга горить стійкіше, кількість поштовхів струму і обривів зменшується.

Видалення домішок з металу починається ще в період розплавлення і продовжується в періоди розкислення і відновлення.

Внаслідок порівняно низької температури ванни в ній спочатку йдуть інтенсивно екзотермічні реакції – окислення заліза, кремнію, марганцю і фосфору (період окислення). Окисли їх спливають і утворюють разом з закидаючим вапном на поверхні металу шлак. У шлаку окисли кремнію з'єднуються з закисом заліза і марганцю в силікати заліза і марганцю, а окиси фосфору утворюють з закисом заліза сполуки, з яких закис заліза витісняється вапном з утворенням міцних фосфорнокальцієвих з'єднань. Так як для інтенсивного проведення цих реакцій оксидів заліза зазвичай не вистачає, то під час розплавлення металу або після закінчення його у ванну додають залізну руду або вдувають кисень. При цьому вуглець металу відновлює руду, а окис вуглецю, що утворюється, бульбашками спливає - відбувається так зване "кипіння", або "кип", ванни. Бульбашки окису вуглецю інтенсивно перемішують метал, сприяючи видаленню з нього оклюдованих газів. У цей період, окрім видалення з металу фосфору, відбувається, отже, і випалювання зайвого вуглецю. Якщо в шихті вуглецю недостатньо для проведення стос, то його додають в шихту закиданням чавуну.

Насичений оксидами і силікатами заліза і марганцю, а також сполуками фосфору шлак спускають частково самопливом в період кипу через поріг завантажувального вікна в шлаковницю. Залишившийся після закінчення періоду окислення шлак скачують з печі практично повністю, бо інакше в наступні періоди при підйомі температури у ванні реакції можуть піти у зворотний бік і фосфор зі шлаку почне переходити в метал. На період скачування шлаку піч відключають, а електроди піднімають, щоб уникнути їх поломки.

Відновлювальний період. Після скачування шлаку починається відновлювальний період, протягом якого метал звільняється від більшої частини сірки. Метал розкислюють, наприклад феросиліцієм і феромарганцем, і на його поверхню знову заводять шлак; в піч закидають вапно з добавками флюсу – плавикувального шпату, шамоту, а також відновники - мелений кокс і деревне вугілля. Речовиною, що зв'язує сірку, служить вапно, але для того щоб реакція йшла задовільно, необхідне дотримання наступних умов:

- висока температура металу, так як це реакція ендотермічна. Крім того, висока температура потрібна для зменшення в'язкості металу і шлаку, що підвищує швидкість дифузії сірчистого заліза в шлак, де воно зв'язується з вапном;

- наявність в шлаку достатньої кількості вапна, що забезпечує видалення сірки з металу по рівнянню $\text{FeS} + \text{CaO} = \text{FeO} + \text{CaS}$, і відновників, наприклад вуглецю, що відновлює залізо з рівняння $\text{FeO} + \text{C} = \text{Fe} + \text{CO}$. Обидві ці реакції дають сумарну реакцію $\text{FeS} + \text{CaO} + \text{C} = \text{CaS} + \text{Fe} + \text{CO}$ -31600 ккал, яка є незворотною, так як CO у вигляді газу видалається з шлаку;

- наявність в печі відновної атмосфери, так як в окислювальній атмосфері неможливо домогтися задовільного розкислення металу і шлаку.

В кінці періоду розплавлення в метал вводять легуючі добавки, щоб довести його склад до необхідного, остаточно розкислюють його, наприклад алюмінієм, і приступають до розливання. Такий процес отримання в дуговій печі високоякісних легованих сталей носить назву "основного процесу з повним окисленням", тому що він заснований на використанні основних вапняних шлаків. Основні шлаки при високих температурах в печі інтенсивно розмивають будь-яку футеровку, крім основної. Тому печі, що працюють на основному процесі, повинні мати магнезитову або доломітову футеровку ванни.

Кислий процес. При виплавці сталі для фасонного лиття вимоги до плавильному агрегату дещо інші. Зазвичай у такій сталі допустимо

підвищений вміст сірки і фосфору, так що при плавці немає необхідності у видаленні цих домішок і плавку ведуть так званим "кислим процесом", при якому шлаки складаються з кремнекислоти і окислів металу, а футеровку печі щоб уникнути її роз'їдання виконують кислою (з динасу).

Періоди розплавлення в кислій і лужній печах істотно не розрізняються, а рафінування металу зведена лише до розкислення його і деякому випалювання вуглецю, так як не фосфор, ні сірку при кислому процесі видалити не можна. Таким чином, з точки зору отримання чистого металу дугова піч при кислому процесі не має істотних переваг перед мартенівською і її широке застосування при виробництві фасонного сталевого лиття пояснюється іншими причинами. Так як виливки малі, розливання триває довго і потрібен дуже рідко текучий метал, легко заповнює порожнини ливарних форм, то фасонне лиття вимагає значного перегріву металу. Такий перегрів легко отримати в дуговій печі і важко в мартенівській. Крім того, мартенівська піч призначена для фасонного сталевого лиття занадто великим і негнучким агрегатом, що дає відразу велику масу металу порівняно невеликими порціями. Тому дугова піч більш зручна для фасонного сталевого лиття, ніж мартенівська, і більшість вітчизняних машинобудівних заводів мають цехи з дуговими печами для фасонного сталевого лиття.

Тривалість плавки в дуговій печі, що працює на кислому процесі, значно менше, ніж при лужному. В останньому випадку розплавлення триває зазвичай 1,5-2,5 год., а рафінування (включаючи розкислення) від 2 до 4 год., так що вся тривалість плавки може доходити для великих печей до 4-6 год., тоді як при кислому процесі вона не перевершує 2,5-3 год. Так як тривалість плавки скорочується в основному за рахунок періоду рафінування, коли температура в печі досягає максимуму, то футерування та механізми печі при кислому процесі знаходяться в більш легких температурних умовах роботи і термін служби їх збільшується. З іншого боку, період розплавлення в кислих печах можна скоротити, збільшивши потужність пічного трансформатора.

При коротких циклах плавки це дає більший економічний ефект, ніж при тривалих плавках в основних печах, тривалість яких визначається в основному періодами окислення і рафінування, мало залежними від потужності печі.

Дуплекс-процес. Основна перевага дугової печі полягає в можливості розкислення і знесірчення металу і легкості його перегріву, тому з метою здешевлення процесу іноді застосовують так званий "дуплекс-процес", при якому розплавлення скрапу і окислення ведуть у більш дешевому плавильному апараті - мартенівській печі, а потім рідкий метал переливають в дугову піч для рафінування та доведення до потрібного складу. Рідше застосовують дуплекс-процес "конвертер - електропіч". Аналогічно цьому при спеціальному чавунному литті часто метал після розплавлення у вагранці заливають в дугову піч для часткового знесірчення і перегріву.

При дуплекс-процесах потужність печі може бути менше, ніж при роботі на твердій завалці, так як розплавлення скрапу в цьому випадку відсутнє. Проводяться час від часу плавки на твердій завалці, виконують при зменшеному вазі шихти; вони через меншу потужність більш тривалі, але так як проводяться не часто (головним чином після ремонту футеровки), то їх подовження не є суттєвим. Електричний режим печей, що працюють на рідкій завалці, також значно спокійніше. При наявності рідкого металу, покритого шаром шлаку, дуга горить більш стабільно, і відсутні короткі замикання через обриви шихти.

Дугові печі непрямої дії застосовують майже виключно для переплавки кольорових металів (іноді чавуну), тому температури в них значно менше. Крім того, в них виробляють лише розплавлення і перегрів металу без шлаку. Тому їх футеровку можна виконати з шамоту і лише при виплавці чавуну футеровка повинна бути з динасу. Дуга в цих печах горить тільки між електродами, тому її режим спокійніше. З іншого боку, футеровка дугової печі непрямої дії знаходиться під прямим впливом випромінювання дуг, що вимагає додаткових заходів для її рівномірного нагріву, особливо наприкінці

плавки. Для цього в сучасних печах застосовують хитання корпусу печі, завдяки чому нагріті частини футеровки періодично омиваються (і тим самим охолоджуються) розплавленим металом, більш холодним, ніж футеровка [6].

1.5 Опис головної будівлі цеху і прольотів

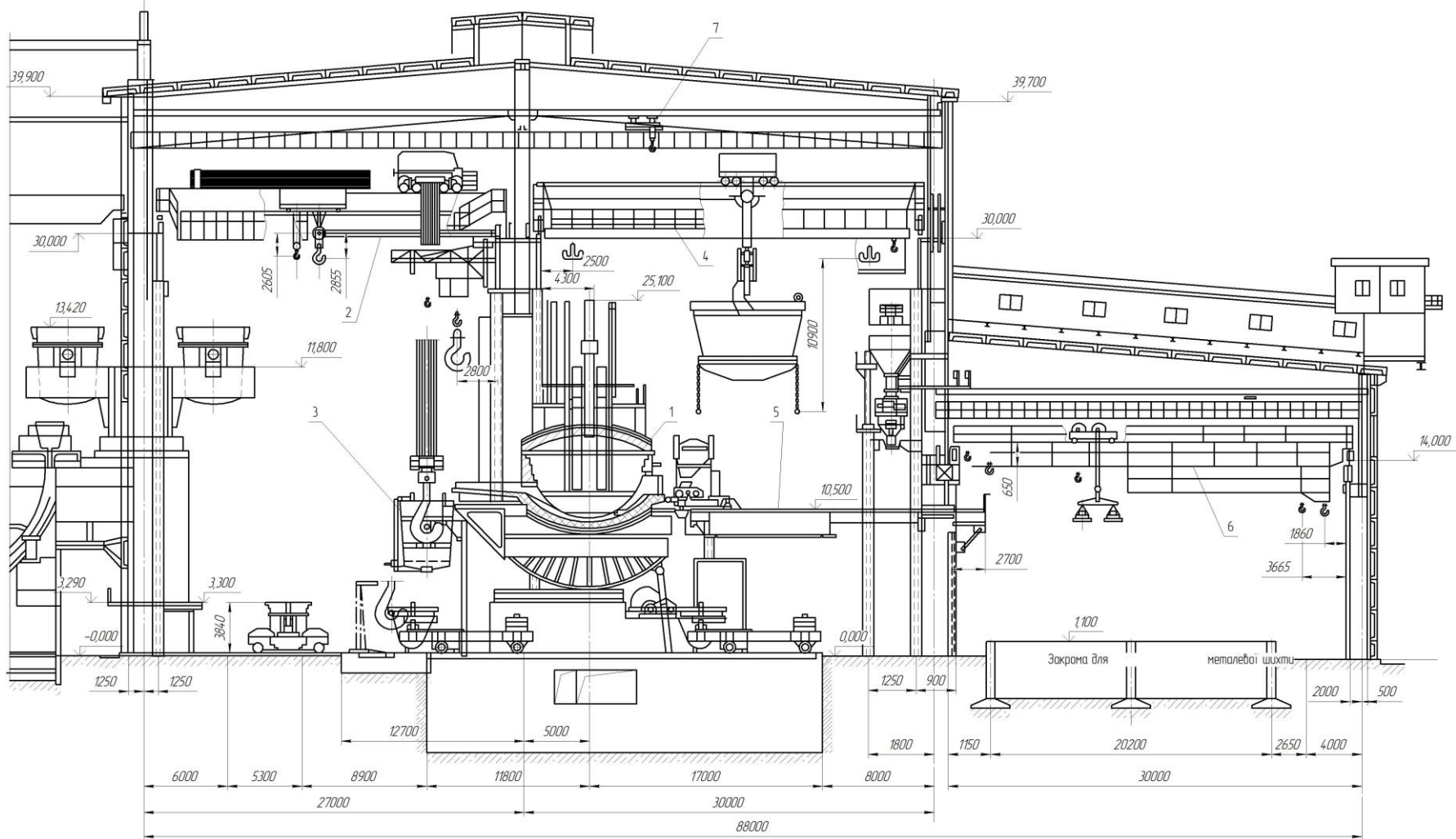
На рис. 1.3 показано переріз трьохпрольотного СПЦ-3 з електропечами ємністю 50т ПАТ «Дніпроспецсталь». Головна будівля електроплавильного цеху має три прольоти: шихтовий, пічний проліт випуску і розливання сталі. Ширина шихтового прольоту складає 31 м, пічного – 20 м, розливного – 21,5 м. Загальна довжина цеху дорівнює 312 м.

Для подачі матеріалів електроплавлення в шихтовому прольоті є одна кризна і дві тупикові залізничні колії. Чавун, вуглецевий і легований брухт зберігаються в заглиблених напільних засіках, розташованих рівномірно по всьому прольоту. Основна частина шлакоутворюючих (вапно, плавиковий шпат, бій шамотної цеглини, залізна руда), коксу, магнезитового порошку і феросплавів (легуючих і розкислювачів) зберігається в засіках, розміщених в торцях шихтового прольоту.

Крім того, в торцях розташовуються механізовані бункери для феросплавів і шлакоутворюючих, заповнення яких проводиться з шихтового прольоту, а розвантаження (у мульті) в пічному прольоті.

Більшу частину металевого брухту привозять в шихтовий проліт на платформах в контейнерах, а частину розсипом. В цеху для завантаження брухту використовуються кошики грейферного типу. Це виключає витрати ручної праці і часу на збірку кошика.

Зважування кошиків, які заповнюються брухтом, здійснюється за допомогою вагів, змонтованих на передатних візках. Це дозволяє відмовитися від стаціонарних вагів в шихтовому прольоті і прискорює зважування.



1 – електродугова піч; 2 – розливний кран; 3 – ківш; 4 – мульдозавалочний кран; 5 – стелаж для мульд; 6 – кран магнітно-грейферний; 7 – тельфер

Рисунок 1.3 – Переріз трьохпрольотного цеху з електropечами ємністю 50 т

Основну частину брухту скантовують в кошик з контейнерів і довантажують магнітною шайбою. Потім кошик з брухтом на передатному візку доставляють по поперечному шляху в пічний проліт. Тут кошик підіймають краном і завантажують з нього брухт зверху в піч. При русі кошика по поперечному шляху в нього вводять шлакоутворюючі матеріали з бункерів бункерного прольоту.

Сипучі матеріали доставляють автотранспортом у торець бункерного прольоту в саморозвантажних контейнерах і завантажують з них матеріали в бункери за допомогою мостового крана. Шлакоутворюючі матеріали з бункерів видаються за допомогою віброживильників в електроваговий візок, який по поздовжньому рейковому шляху доставляє матеріали до стрічкових завантажувальних машин. Отримавши порцію матеріалу з електровагового візка, машина по поперечному рейковому шляху переміщається до печі і завантажує матеріал у піч через робоче вікно.

Феросплави з особливих бункерів, забезпечених пристроєм, що зважує, видаються в мульди, що утримуються безрейковою завалочною машиною, яка спочатку встановлює мульди в прожарювальну піч, а після прожарювання транспортує мульду до електропечі і завантажує феросплави в піч через робоче вікно. Завантаження легуючих добавок і шлакоутворюючих в піч-ківш здійснюється мульдами через завантажувальну воронку за допомогою мульдозавалочного крана.

Шихтовий проліт обслуговується чотирма мостовими завалочними кранами, одним краном при завантаженні кошиків електромагнітами, одним краном для контейнерного завантаження. Із зовнішнього боку до шихтового прольоту примикає підстанція на 35 кВ. Під шихтовим і пічним прольотами прокладені кабельні тунелі, які пов'язують пічний трансформатор з підстанцією.

Пічний проліт призначений для виплавки заданої марки сталі. У пічному прольоті встановлено 3 дугові сталеплавильні печі ємністю 50 т, оснащені трансформаторами потужністю 50 МВ·А. Проліт обладнано однією

мульдозавалочною машиною.

Для обслуговування печей на відмітці 6м влаштовано робочий майданчик. Шлакоутворюючі подають в піч за допомогою кидкової машини, яка переміщається по шляхах, укладених на робочому майданчику напроти кожної печі.

У дугові сталеплавильні печі феросплави завантажуються мульдами, що транспортуються дизельними мульдозавалочними машинами. Для заправки печі магнезитовим і доломітовим порошком застосовується заправна машина відцентрового типу. Магнезитові і доломітові порошки зберігаються в бункерах. Для завантаження заправних матеріалів, машина краном подається під розвантажувальний пристрій бункерів.

Заповнення бункерів кидкової машини здійснюється кранами шихтового прольоту у момент установки її на балконі робочого майданчика. Також на балконі розташовуються пульти управління ДСВ і печі для нагріву феросплавів. Для забезпечення взяття завалочних баддів кранами пічного прольоту в робочому майданчику останнього влаштовано 4 отвори, під якими на рівні підлоги цеху прокладені шляхи, які зв'язують шихтовий і пічний прольоти.

Графітовані електроди знаходяться в торці пічного прольоту в спеціально відведеному місці, звідки електроди і подаються безпосередньо на стенд для нарощування спеціальними механічними пристроями. Шлак з печі викачують в шлакову чашу, установлену на консульний візок. Після заповнення чаші подаються в проліт випуску сталі, Переставляються на шлаковіз і вивозяться з цеху.

На початку прольоту обладнана ділянка для ремонту кожуха і склепіння печі. З торців пічного прольоту є шаблони для наборки склепіння, майданчика для зберігання вогнетривів, стенди для шлакових чаш і бункери для вибивки склепінь, під які підходять тупикові залізничні колії.

Розливний проліт призначений для випуску сталі з печі, вакуумування металу і подача ковшів з металом на МБЛЗ радіального типу. При

міжплавочній підготовці розливних ковшів виконуються операції по очищенню ковшів від гару і сажі, заміні пробки шибєрного затвора. Знятий затвор вкладається в контейнер і автовантажником доставляється на ділянку шибєрних затворів. Після виконання описаних вище операцій, ківш переставляється краном з поворотного стенду на стаціонарний, де встановлюється розливний стакан і вмонтовується шибєрний затвор. Вакуумна камера є сталевим резервуаром, який має всередині три ізоляційних шари і один шар вогнетривкого футерування. Камера має отвори для добавки легуючих матеріалів, вапна [7, 8].

У прольоті два тупикові шляхи, на яких встановлені склади з виливницями для аварійного розливання.

Обслуговується проліт трьома мостовими кранами.

Проліт МБЛЗ призначений для отримання заготовок заданої форми. У прольоті розташовуються три машини радіального типу. У прольоті знаходиться склад кристалізаторів, відділення вогнетривів, вузол управління гасіння пожеж і місце установки проміжних ковшів.

Проліт відвантаження заготовок призначено для відвантаження заготовок в гарячому стані в граничні цехи. Заготівка переміщається по рольгангу з прольоту МБЛЗ в проліт відвантаження заготовок, де краном знімається з рольганг у візки і відводиться по залізничній колії. Заготівки, що остигнули, нагрівають в нагрівальній печі [9].

У прольоті є насосна станція, приміщення КПП, механічна майстерня і стелажі для складу заготовок.

1.6 Вантажопотоки електросталеплавильного цеху

Основні вантажопотоки ЕСПЦ пов'язані із забезпеченням прийому брухту і завантаження його в печі, подачі і завантаження сипучих шлакоутворюючих матеріалів і феросплавів, завантаження легуючих в печі,

прибирання шлаку, розливання сталі і транспортування в інші цехи готової продукції (рис. 1.4).

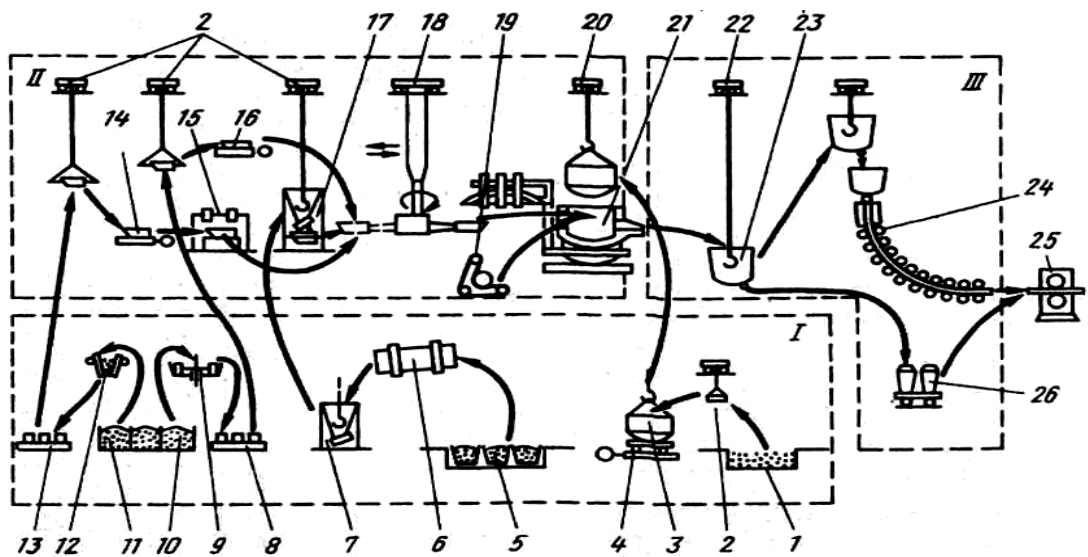


Рисунок 1.4 – Схема вантажопотоків ЕСПЦ

Згідно приведений на рис. 1.4 схемі, брухт з копрового цеху залізничним транспортом надходить в шихтовий проліт I головної будівлі ЕСПЦ і розвантажується в ямні бункери 1, з яких магнітна шихта магнітними кранами 2 завантажується в саморозвантажні бадді 3. Під час вступу до шихтового прольоту немагнітної шихти в контейнерах останні розвантажуються мостовим краном безпосередньо в саморозвантажну баддю 3. Після зважування баддю на візку 4 перевозять по поперечних шляхах з шихтового в пічний проліт II. Баддю з шихтою знімають з візка завалочним краном 20 і встановлюють над піччю 21 із заздалегідь відведеним склепінням. Завалочний кран 20 опускає саморозвантажну баддю 3 всередину робочого простору печі, не доходячи до рівня подини на 500 мм баддя розкривається, брухт завантажується в піч. Шлакоутворюючі матеріали, які надходять в шихтовий проліт, розвантажуються в приймальні переносні бункери 5. Сушать матеріали в барабанному сушилі 6, звідки матеріали поступають в переносні бункери 7, які потім переносяться

мостовим краном шихтового прольоту 2 на балкон робочого майданчика північного прольоту II. З переносного бункера матеріали завантажують в мульду 17 і мульдозавалочним краном 18 подають в піч 21. У великих кількостях (наприклад, для наведення шлаку) шлакоутворюючі матеріали в ДСВ великій місткості подаються завантажувальними машинами кидкового типу 19. Кокс і бій електродів з бункерів шихтового прольоту I поступають для подрібнення на бігуни 9, потім завантажуються в мульди 8 і мостовим краном 2 переносяться на балкон робочого майданчика північного прольоту II. Після зважування на вагах 16, розташованих на платформі, роздрібнений кокс і бій завантажують в ДСВ крановою завалочною машиною. Феросплави з бункера 11 шихтового прольоту подають для подрібнення в щекову дробарку 13, завантажують в мульди 12, переносять мульдомагнітним мостовим краном на балкон робочого майданчика II, де зважують на вагах 14 і задають в нагрівальну газову піч 15 для нагріву. Всі операції по транспортуванню мульд з феросплавами здійснює мульдомагнітний кран 2. Нагріті феросплави завантажуються в ДСВ крановою завалочною машиною 18. У розливному прольоті III сталь з печі виливається в ківш 23, з якого потім розливається на МБЛЗ 24 або у виливниці 26. Заготівки, отримані на МБЛЗ, передаються в прокатні цехи для плющення на станах 25. Подача ковша 23 під розливання здійснюється розливним краном 22. Зливки, розлиті сифоном у виливниці, на візках подаються в стрипперне відділення і потім в прокатний цех [9].

1.7 Висновки до розділу 1

У першому розділі приведені опис конструкції і принципу дії електродугової печі ДСВ-50, сировина для виплавки сталі, технологія виплавки сталі, опис головної будівлі електросталеплавильного цеху СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» і прольотів, основні вантажопотоки цеху СПЦ-3.

2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Безпека електросталеплавильного процесу і устаткування

Основними агрегатами цеху є дугові печі. Такі агрегати для отримання електросталі мають певні конструктивні особливості, зв'язані з використанням електричного струму великої потужності і складного електричного і механічного устаткування, від роботи якого залежить безпека процесу виплавки сталі. Крім того, безпека процесів електросталеплавильного виробництва визначається чинниками власне виплавки і розливання.

Разом з удосконаленням технології і устаткування електросталеплавильного виробництва найважливішим напрямом підвищення ефективності і якості сталі, що виплавляється, і поліпшення умов праці є механізація і автоматизація процесів.

Безпека технології електросталеплавильного виробництва. Процес отримання сталі в сталеплавильних дугових електропечах складається з трьох основних періодів – плавлення, окислення і рафінування і три допоміжних – завантаження, заправки і випуску. Екстремальні відхилення параметрів безпеки технологічного процесу виплавки сталі в електросталеплавильних агрегатах носять різноманітний характер. Основними їх видами є обвалення склепіння, бурхливе протікання реакцій з викидами металу і шлаку на робочий майданчик, прорив металу через под, вибухи при контакті розплавленого металу з водою або в результаті утворення вибухонебезпечних сумішей або концентрацій.

Перед кожним включенням печі необхідно перевірити справність всіх механізмів, блокувань, електроживлення і системи водяного охолодження, а також відсутність людей, і сторонніх предметів в камері печі, на робочих майданчиках.

На робочому майданчику біля печей допускається зберігання в спеціальних засіках дво-, тримінного запасу матеріалів, використовуваних при плавці. Пристрій і розташування засіків на робочому майданчику повинні забезпечувати зручність і безпеку роботи [10].

У системі водяного охолодження печі передбачається зливна воронка для візуального контролю системи охолодження печі, а також прилади, що відключають піч при падінні тиску води. При прогарі водоохолоджувальних елементів печі і попаданні води в зону плавки піч має бути негайно відключена.

При установці електроду в піч його слід відцентрувати по осі кристалізатора. Величина дуги не повинна перевищувати зазору між електродом і стінками кристалізатора.

Включення печі на плавку виконується з дозволу майстра. Всі роботи з підготовки до плавки виконуються при відключеному трансформаторі. Спостереження за ходом плавки здійснюється безперервно через оптичний пристрій і по приладах.

Якщо під час плавки виявлена несправність печі, необхідно негайно відключати установку. Для цього печі обладнали кнопкою аварійного відключення. Процес плавки поновлюється лише після усунення неполадок в установці і з дозволу майстра.

На робочому місці допускається мати тільки сухі екзотермічні матеріали в кількостях, що не перевищують потреби на одну плавку. Перевезення їх біля печей під час випуску плавки або поблизу розливних майданчиків під час розливання металу забороняється.

Робота з легкозаймистими і екзотермічними матеріалами, присадками може проводитися тільки під керівництвом відповідальної особи з числа ІТР. Всі правила безпеки при роботі з екзотермічними сумішами мають бути викладені в спеціальній заводській інструкції [11].

Безпека виробничого устаткування електросталеплавильного цеху.

Безпека виробничого устаткування забезпечується вибором принципів

дії конструктивних схем, використанням безпечних елементів конструкцій і конструкційних матеріалів, відповідних тим технологічним операціям, які здійснюються за допомогою даного устаткування; застосуванням в конструкції устаткування засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування і засобів захисту що працюють, виконанням ергономічних вимог, включенням вимог охорони праці в технічній документації по монтажу (демонтажу), експлуатації, ремонту, транспортуванні і зберіганню устаткування [10].

Застосування спеціальних пристосувань при завантаженні електросталеплавильної печі зверху скорочує тривалість завантаження, забезпечує щільність і певний порядок укладання шихти і унеможливорює пошкодження футерівки печі. Як таке пристосування застосовуються бадді завалень саморозвантажного типу. Завантажуванні в електропечі руда, феросплави і інші матеріали заздалегідь просушують або проколюють. Печі для сушки і прожарення руди і інших матеріалів мають бути розташовані так, щоб уникнути двостороннього опромінювання працюючих. У багатьох електromеталургійних цехах знайшли застосування механізовані бункери для зважування розкислювачів.

Дроблення і помел матеріалів для екзотермічних сумішей проводяться в закритих апаратах. Для інертних матеріалів при підготовці до дроблення має бути передбачена магнітна сепарація.. Насамперед завантажують в змішувач інертні матеріали, а потім окислювачі. Після ретельного перемішування цих компонентів вводять горючу порошу.

Дроблення і помел феромарганцю і силікокальцію в агрегатах закритого типу проводяться тільки в захисній інертній атмосфері або з добавками інертних матеріалів в кількостях, які унеможливають вибуху.

Сушка екзотермічних матеріалів проводиться в спеціальних сушарках, обладнаних вентиляцією. У приміщенні приготування екзотермічних сумішей електроустаткування і вентиляція мають бути у вибухобезпечному

виконанні. Підлогу покривають матеріалами, не утворюючими іскри. Прибирання пилу повинне проводитися мокрим способом.

Пристрої змішувачів для екзотермічних матеріалів повинні унеможливити займання суміші від тертя, удару і іскріння. Тракт подачі горючих порошоків, а також відсікаючі пристрої в трактах подачі в змішувач негорючих матеріалів необхідно виконувати з неяскріючих струмопровідних матеріалів.

Конструкція фундаменту електропечі повинна забезпечувати можливість зручного огляду нижньої частини її і ремонту механізмів, розташованих під робочим майданчиком печі. Механізм нахилу печі повинен обмежувати нахил як на передню, так і на задню сторони. Виконувати нахил печі з несправними обмежувачами нахилу забороняється.

На конструкціях, розташованих безпосередньо над склепінням печі в зоні високих температур, мають бути влаштовані майданчики з теплоізолюваною підлогою і сходами. Ставати безпосередньо на склепіння печі забороняється.

Тяга і вузли підвіски склепіння, руйнування яких може призвести до падіння склепіння, повинні мати не менш десятиразового запасу міцності. Механізми підйому і підвісу склепіння мають бути захищені від тепловипромінювання і від полум'я, що вибивається через зазори отворів для пропуску електродів.

2.2 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища електросталеплавильного цеху

Основними шкідливими чинниками в електросталеплавильному цеху є виділення великих кількостей тепла, пилу і газів, а також шум і вібрація [11-13]. Найбільша кількість тепла виділяється при виплавці і розливанні сталі, роздяганні зливків та очищенні газів від пилу.

Для робочого місця сталевара електропечі відповідно до гігієнічної класифікації дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища, представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Оцінка чинників виробничого трудового процесу сталевара електропечі електросталеплавильного цеху

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови, характер праці			Тривалість дії чинника за зміну %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ : 1 клас безпеки Ангідрид хромовий Марганцю оксид 2 клас безпеки 3 клас безпеки Сірководень Азоту діоксид Вуглецю оксид	0,01 0,05 10 2,0 20,0	0,07 0,39 10,8 5,5 5,0	1,08 2,75		7 7,8	90
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м ³	4	18,4			4,6	90
3	Шум, дБА	80	96			16	90
4	Вібрація (загальна), дБ	107	116			9	90
5	Мікроклімат в приміщенні (теплий період): • Температура, °С. • Швидкість руху повітря, м/с. • Відносна вологість повітря %. • Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	15-26 0,2-0,6 40-60 140	41 0,3 43 2650			15 2650	90
6	Тяжкість і напруженість праці	Категорія робіт - важка, III напружена					

Гігієнічна оцінка умов праці: умови праці відносяться до III класу 3 ступені. Оцінка технічного і організаційного рівня: відповідає технологічному регламенту і проекту організації праці на робочому місці. Атестація робочого місця: робоче місце має в наявності 2 чинника I ступеню, 1 чинник II ступеню і 6 чинників III ступеню. За показниками робоче місце слід рахувати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

Джерелами інтенсивних теплових випромінювань є пічний проліт і розливний проліт а також відділення роздягання зливків. Оскільки електросталеплавильний цех – це гарячий цех, то із-за наявності великих кількостей надлишкового тепла відбувається значне підвищення температури повітря. Неприятливий вплив високих температур повітря посилюється дією випромінюваного тепла. Потоки теплових випромінювань в гарячих цехах створюють в основному інфрачервоні промені довжиною хвилі до 10 мкм [14].

Наявність на більшості ділянок потужного нагрівального обладнання, розплавленого і розпеченого металу, шлаку обумовлює величезні тепловиділення в приміщенні цеху та інтенсивне інфрачервоне (теплове), а на деяких ділянках і ультрафіолетове випромінювання. Виділення тепла на деяких ділянках сягає 2650 Вт/м^2 . Інтенсивне інфрачервоне випромінювання, крім прямого впливу на робітників, нагріває навколишні поверхні і предмети, які стають додатковими вельми потужними джерелами тепловиділення. В результаті повітря цеху в теплий період року значно нагрівається до $41 \text{ }^\circ\text{C}$. У холодний період року тепловиділення, створюючи сильний тепловий напір, сприяє інтенсивному повітрообміну, за рахунок якого повітря робочої зони нерідко значно переохолоджується.

Підвищена тепла дія на організм людини приводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може викликати порушення теплового балансу організму. Інфрачервоне випромінювання впливає на функціональний стан людини, його центральну нервову систему. Наголошується різке почастишання серцебиття, підвищення максимального і

пониження мінімального артеріального тиску, підвищення температури тіла, посилення потовиділення. При тривалій дії високих температур відбувається порушення водно-сольового балансу, яке може привести до теплового удару. При довготривалому підвищеному інтенсивному опромінюванні може виникнути катаракта очей. Крім того, різке коливання температури приводить до різних простудних захворювань.

Шкідливим чинником є наявність високих концентрацій пилу в повітрі робочої зони. Джерелами виділення пилу і газів є поверхні рідкого металу і шлаку, процеси перевантаження і транспортування матеріалів, що порошать. Висока температура в робочому просторі призводить до випару металу і шлаку з подальшою конденсацією і утворенням пилу дрібних фракцій. Заправка поду, укосів, заливка чавуну в піч, зрізання козлів сталерозливних ковшів і ряд інших операцій також супроводжується виділенням пилу. Джерелом попадання пилу в робочу зону є також не герметичність устаткування при проведенні операцій по заваленню шихти.

Такий нетоксичний пил може надавати шкідливу дію на організм людини, дратуючи шкіру, очі, ясна, вуха. Проникаючи в організм при диханні, при заковтуванні і через пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання - пневмоконіози, фібрози, хронічні бронхіти, а також шкірні захворювання.

У плавильних відділеннях джерелами запиленості повітря є метал, що плавиться в печі, а також різні сипучі матеріали. Гранично допустима концентрація такого пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень не повинна перевищувати 4 мг/м^3 , а фактичне значення на робочому місці машиніста ексгаустера складає $18,4 \text{ мг/м}^3$ і відноситься до III класу III ступіня небезпеки.

При виконанні деяких операцій електросталеплавильного процесу виникає шум механічного, аеродинамічного і термічного походження (рух електромостових кранів, машин завалень, рух газових потоків по газопроводах і тому подібне), що вимагає забезпечення захисту персоналу.

Вібрацію створюють ті ж агрегати, які є джерелами шуму. Вібрація по своїй характеристиці є загальною, технологічною, категорії 3а.

Надмірний шум заважає правильній організації і проведенню виробничих процесів і негативно позначається на продуктивності праці. Шум негативно діє на серцево-судинну і центральну нервову систему.

Рівень шуму на робочих місцях досягає 96 дБА. Вібрація спостерігається в кабінах кранівників, при зачистці металу та деяких інших операціях. Рівень загальної вібрації на робочих місцях досягає 96 дБА.

У повітря робочої зони потрапляють наступні газоподібні речовини: CO, SO₂, NO₂ і ін. Оксид вуглецю (II) утворюється в результаті фізико-хімічних реакцій в процесі плавки. CO потрапляє в організм людини через дихальні шляхи. Із-за утворення карбоксигемоглобіну різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може наступити кисневе голодування. Головним чином, це впливає на функції центральної нервової системи. Сірчаний ангідрид володіє дратівливою дією. При контакті з біологічними органами він викликає запальну реакцію, причому насамперед страждають органи дихання, шкіра і слизисті оболонки очей. Оксид азоту (II) потрапляє в організм через дихальні шляхи і утворює в крові метгемоглобін. У робочих може виникнути кашель, задуха, задишка. У важких випадках може розвинутися набряк легенів. Спостерігаються також головні болі, серцева слабкість [14].

2.3 Аналіз заходів та засобів з охорони праці електросталеплавильного виробництва

Роботи, що проводяться в електросталеплавильному цеху, відносяться до III категорії робіт, тобто фізична робота важка. Значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень електросталеплавильного цеху представлені в таблиці 2.2.

Для поліпшення мікроклімату на робочих місцях сталевара в районі пічного і розливного прольоту передбачається природна і механічна вентиляція. Ефективним засобом в боротьбі з теплонадлишками, пилом і газом є аерація. Для здійснення аерації необхідно владнати два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі мартенівського цеху: перший ряд – на рівні 2 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок –10 м. На даху необхідно владнати витяжний ліхтар. Проте за допомогою однієї аерації створити прийнятні мікрокліматичні умови в електросталеплавильному цеху неможливо [15].

Таблиця 2.2 – Допустимі параметри повітряного середовища для даної категорії робіт в електросталеплавильному цеху

Період року	Характеристика виробничих приміщень по надмірних тепловиділеннях	Категорія робіт по тяжкості	На постійних робочих місцях		
			Тем-тура повітря, °С	Відносна вологість повітря %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	>23Вт/м ³	III	13-19	Не більше 75	Не більше 0,5
Теплий	>23Вт/м ³	III	15-26	40-60	0,2-0,6

Для боротьби з надмірним теплом й пилом застосовується місцева механічна припливна вентиляція (подача повітря до постійних робочих місць душуючими установками), а також витяжна вентиляція: у пічному прольоті - за допомогою місцевих відсмоктувань (портальна камера, яка встановлена на склепінні печі) і механічної вентиляції з верхньої зони за допомогою витяжного парасоля; у розливному прольоті – також місцеві відсмоктування і природна загальнообмінна вентиляція з верхньої зони.

Пил виявляє шкідливу дію на організм людини, подразнюючи шкіру, очі, ясна, вуха. Проникаючи в легені, пил може викликати специфічні професійні захворювання, такі як силікоз, силікатоз, антракоз та ін. [16].

Найбільш ефективними *засобами боротьби з пилом* є механізація виробничих процесів з герметизацією операцій, пов'язаних з просіюванням,

змішуванням і транспортуванням сипучих матеріалів і аспірацією пилу з місць її утворення, а також зрошування водою при різних робочих операціях, пов'язаних з пилоутворенням. Також застосовуються засоби індивідуального захисту органів дихання, зокрема респіратор ШБ-2 «лепесток», який усуває дію пилу на організм працюючих [16].

Одному з основних *заходів по попередженню можливого отруєння* оксидом вуглецю (II), сірчистим ангідридом, оксидом азоту (II) і іншими газами є своєчасне виявлення місць їх виділення або скупчення. Ці місця є газонебезпечними. Перелік таких місць і ділянок складається заздалегідь і затверджується головним інженером заводу. Працівники санітарно-технічних лабораторій і газорятувальні служби щодоби по встановленому графіку контролюють склад повітряного середовища в усіх газонебезпечних місцях. При виявленні виділень або скупчень газу негайно приймають заходи по припиненню допуску в газонебезпечні зони людей і локалізації джерела виділення газу [15].

Надмірний шум негативно позначається на продуктивності праці. Тривала дія шуму може привести до зниження слуху, а іноді до глухоти. Шум негативно впливає на серцево-судинну і центральну нервову систему.

Для захисту працюючих від шуму слід звукоізолювати вбудовані приміщення - пости управління, кімнати відпочинку і т.п. Для захисту виробничого персоналу від шуму устаткування його повністю закривають герметично звукоізолюючим кожухом, який виготовляють зазвичай із сталевих листів товщиною 2-3 мм, а внутрішні поверхні облицьовували звукопоглинальними матеріалами. Якщо це не зробити, то за рахунок хорошої відбивної здатності сталевих листів рівень шуму усередині кожуха різко підвищиться і його фактична звукоізоляція виявиться зменшеною на 18-20 дБА. Звукоізолюючий кожух встановлюють на пружних прокладеннях, а машину ретельно віброізолюють від фундаменту, не допускаючи жорстких контактів між машиною і кожухом. Отвори для циркуляції повітря і проходу

комунікацій забезпечуються глушниками шуму або герметизуються сальниками.

Особливий гігієнічний інтерес переставляє характер *вібрації* в кабінах різних металургійних кранах. Вібрація в кабінах кранів носить характер як гармонійних, так і товчкоподібних коливань. Частота гармонійних коливань знаходиться в межах від 2-10 Гц при амплітуді від 0,15 до 3,5 мм. Прискорення, що спостерігається при цьому, іноді досягає 80-100 см/сек², а в разі відриву вантажу, що піднімається (в умовах опору - значний тягар) прискорення досягає величин, в 5-6 разів більших. Рівень локальної вібрації на робочому місці сталевара електродугової печі досягає 114-117 дБ.

Ослаблення вібрації досягають конструктивними і технологічними заходами:

- удосконаленням, балансуванням обертових частин для забезпечення плавності роботи обладнання;
- усунення дефектів і розхристаності окремих частин;
- використанням динамічних гасителів.

Ослаблення шуму повітря(газо)- проводів досягають плавністю руху повітряного потоку, плавними переходами в місцях зміни напрямку трубопроводу, застосуванням глушників. Над шумлячим устаткуванням підвішують штучні звукопоглиначі - плоскі або об'ємні звукопоглинальні елементи. Засобом індивідуального захисту від шуму є вкладиші протигаласливі «Беруши» [17].

Пост управління електросталеплавильною піччю повинен бути зроблений звуко- і теплоізолюваним з подачею в нього кондиціонованого повітря.

У електросталеплавильному цеху *захисту від теплових випромінювань* підлягають конструкції на наступних теплонапружених ділянках: підкранові балки над електросталеплавильними печами, колони майданчика на ділянці зливу металу і шлаку, конструкції розливного майданчика, стіни і колони у відділенні роздягання зливків. Підвищена

теплова дія на організм людини призводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може викликати порушення теплового балансу організму. Посилене потовиділення при напруженій м'язовій роботі в умовах підвищеного температурного режиму призводить до втрати кров'ю хлористого натрію, що є основним елементом що утримує в крові воду. Вимивання з'єднань хлору з організму призводить до пониження кислотності шлункового соку і виникнення шлунково-кишкових захворювань [16].

Для зниження шкідливої дії тепла на організм людини стінки і колони мають бути теплоізолювані, а над печами мають бути влаштовані зонти з витяжними трубами. З боків електропечей для захисту від променистого тепла влаштовані екрани у вигляді щитів з металевих листів і азбесту або сіток, безперервно зрошуваних водою.

Особливістю роботи в електросталеплавильному цеху є те, що періодично у полі зору експлуатаційного персоналу знаходяться розплавлені маси сталі, а також факели гарячого газу. Ці джерела мають високу яскравість, що різко відрізняється від навколишнього фону. Згідно ДБН.В-2.5. 2006 «Природне і штучне освітлення» роботи відносяться до VIII розряду зорової роботи, до підрозряду *a*. На робочому місці застосовується суміщене освітлення.

Робочі під час виконання багатьох операцій піддаються впливу інтенсивної *інфрачервоної радіації* в поєднанні з відносно високою (в літню пору) температурою повітря, 32-41⁰С.

У електросталеплавильних цехах температура повітря на майданчиках сталеварів нерівномірна. У зоні, що безпосередньо примикає до печей, вона нерідко перевищує зовнішню на 6-12⁰С, на відстані 5-10 м від печей лише на 3-5⁰С. У розливних прогонах температура повітря змінюється більш різко. У період розливання сталі остання перевищує зовнішню на 5-8⁰С, а після вивезення гарячих виливниць з цеху знижується майже до рівня зовнішньої [16].

У холодний період року відносно низька температура повітря, перепади температури в поєднанні з інтенсивним опроміненням та протягами можуть сприяти простудним захворюванням.

Сильне потовиділення, особливо влітку, іноді призводить до тимчасової, але значної втрати вологи, нерідко з деяким зменшенням маси тіла до кінця зміни, посилення витрат і втрати солей, білків і водорозчинних вітамінів.

Вплив теплового опромінення на органи зору викликає тепловий ефект. При інтенсивності опромінення понад 63 МДж на м²/год може виникнути катаракта очей. Підвищений тепловий вплив на організм людини призводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може викликати порушення теплового балансу організму. Посилене потовиділення при напруженій м'язовій роботі в умовах підвищеного температурного режиму призводить до втрати кров'ю хлористого натрію, що є основним елементом який утримує в крові воду. Крім того, різке коливання температури призводить до різних простудних захворювань [16].

У електросталеплавильному виробництві використовується весь комплекс заходів з боротьби з перегрівом: механізація робіт, теплоізоляція, аерація, водоповітряне душення, підбір спецодягу з металізованої, покритою тонким шаром алюмінію, тканини, яка добре відбиває променисту енергію, зменшуючи тим самим теплове навантаження на організм. У боротьбі з перегрівом велику роль грає полегшення умов праці, що знижує тепловіддачу організму і загальна кількість теплоти, що накопичується в ньому.

Велику оздоровчу роль відіграють раціональні режими праці та відпочинку. Нормалізація терморегуляції досягається тим, що під час перерви достатньої тривалості (до 20-30 хв) робітники знаходяться в зоні сприятливого мікроклімату - повітряних оазисів, кабін з водяними завісами, кімнат відпочинку.

Важливе профілактичне значення має впровадження фізіологічно обґрунтованого питного режиму: забезпечення робочих підсоленою та охолодженою до 18-20⁰С газованою водою.

При виборі рішень по освітленню в електросталеплавильному цеху були прийняті до уваги наступні чинники:

1) відсутність точних зорових робіт і у край несприятливі умови середовища обумовили вибір як джерела світла виключно лампи розжарювання. Люмінесцентні лампи застосовуються тільки у вбудованих електроприміщеннях;

2) у місцях зручних для обслуговування при великій кількості пилу застосовуються пилонепроникні світильники типу СХ і ПГТ;

3) аварійне освітлення передбачено практично у всіх виробничих і прохідних приміщеннях;

4) для забезпечення можливості виробництва ремонтних робіт, огляду внутрішніх порожнин застосовується переносне освітлення.

Для штучного освітлення в електросталеплавильному цеху застосовуються лампи розжарювання ФРЛ–500М, напругою 500Вт і світильники ГСР–400ВТ [16].

Чистка скла, віконних прорізів і світлових ліхтарів проводиться не рідше двох разів на рік. Чищення ламп і освітлювальної арматури для проводиться не рідше двох разів на рік, а для інших виробничих приміщень - не рідше чотирьох разів на рік.

Виробничі приміщення відповідають вимогам ДБН В.1.1-7-2002, санітарних норм проектування промислових підприємств СН 245-71. Побутові приміщення відповідають вимогам ДБН В.2.2-11-2002. Всі приміщення обладнані засобами пожежогасіння по ГОСТ 12.4.009-83.

Електросталеплавильний цех має приміщення, в яких розміщуються вбиральні, душові, вмивальні і інші служби санітарно-побутового призначення. Санітарно-побутові приміщення розміщуються в прибудовах до виробничих будівель і в окремих будівлях і розташовуються так, щоб

виключити дію на ці приміщення виробничих шкідливостей. Всі санітарно-побутові приміщення регулярно провітрюються. Якщо неможливе природне провітрювання, то влаштовується вентиляція. Санітарно-побутові приміщення опалюються від центральної системи опалювання.

Для постачання питної води у виробничих будівлях встановлені фонтанчики, закриті баки з фонтануючими насадками і інші пристрої, які розміщені в проходах виробничих приміщень, приміщеннях для відпочинку, у вестибулях, а також на майданчиках, території підприємств і поблизу технологічних установок, розміщуваних зовні будівель.

Засоби індивідуального захисту працюючих. Вимоги до персоналу. Робітники та службовці цехів і ділянок для захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів забезпечені спецодягом, спецвзуттям і запобіжними пристосуваннями відповідно з діючими типовими галузевими нормами, встановленими в установленому порядку.

Спецодяг працюючих в цехах і на ділянках слід періодично здавати в прання (хімчистку) і зберігати окремо від верхнього одягу. Хімчистка і прання спецодягу є централізованими, проводиться в міру забруднення, але не рідше двох разів на місяць.

Для захисту шкірного покриву від впливу пилу токсичних металів застосовуються дерматологічні захисні засоби: профілактичні пасти, мазі, креми. При приготуванні розчинів порошкоподібних і гранульованих миючих засобів для промивки систем охолодження, працюючі використовують маски і респіратори.

Усі працюючі проходять інструктаж і навчання відповідно до вимог ГОСТ 12.0.004-90 «Організація навчання працюючих безпеки праці. Загальні положення».

Інженерно-технічні працівники, відповідальні за проведення процесу обробки (майстри, технологи, старші майстри, заступники начальників цехів та начальники цехів), при призначенні на посаду проходять перевірку знань правил, норм і стандартів, основ технологічних процесів, вимог безпеки,

пристроїв і безпечної експлуатації металорізального, підйомно-транспортного та іншого вживаного обладнання виконання вантажно-розвантажувальних робіт, пожежної безпеки та виробничої санітарії відповідно з їх посадовими обов'язками.

2.4 Електробезпека електросталеплавильного цеху

У роботі електропечі можливі неполадки, відмова в роботі. Розвиток можливої аварії може бути локалізоване частково або повністю припинено при правильних діях з усунення виниклої несправності.

Дугові печі могутні споживачі енергії, робоча напруга складає 400-600 В, а сила струму може вимірюватися десятками тисяч ампер. Для зменшення втрат потужності в живлячій лінії енергія подається до підстанції електросталеплавильного цеху напругою 100кВ. Цех складається з двох печей, а безпосередньо біля печі розміщені пульти управління. Вся високовольтна апаратура винесена в окрему будівлю – високовольтний розподільний пристрій. Від розподільного пристрою до трансформатора струм подається підземним високовольтним кабелем.

До основного електроустаткування дугових сталеплавильних печей відносяться автоматичні вимикачі потужності, пічні трансформатори, коротка мережа, автоматичні регулятори пересування електродів і електромагнітні перемешиватели металу.

При нещільному укладанні шихти в печі на початку плавки, коли шихта ще холодна, дуги горять нестійко. В процесі плавлення відбуваються обвали шихти, внаслідок чого виникають експлуатаційні короточасні великі перевантаження трансформатора. Перевантаження можуть вивести трансформатор з ладу, тому необхідно застосовувати масляний автоматичний вимикач.

Все електроустаткування високої напруги розміщується поблизу печі в окремому вогнестійкому ізольованому приміщенні північної підстанції, вхід в яке дозволений тільки спеціально навченому персоналу.

Небезпека електричних поразок в електросталеплавильному цеху також створює різне устаткування: електричний привід (включаючи пускорегулюючу апаратуру), електроустаткування підйомно-транспортних пристроїв, електрифікований внутрізаводський транспорт, зварювальні апарати, освітлювальні установки, електричний ручний інструмент і так далі. На рівень електротравматизму чинить вплив недоліки в конструкції і монтажі устаткування, недоліки в експлуатації, незадовільна організація робочих місць, недостатній інструктаж і тому подібне. Також можливий дотик до струмопровідних частин пускорегулюючих і захисних апаратів. При експлуатації електродвигунів замкнутого типу можливий випадковий дотик до проводів, що підводять електрострум, виводи яких знаходяться на сполучних клеммах клемної коробки на корпусі електродвигуна, у разі її незахищеності. На особливу увагу заслуговують переносні електродвигуни, вживані при експлуатації різних переносних електроінструментів. Якщо корпус такого електродвигуна виявляється під напругою, то унаслідок щільного контакту з великою поверхнею зіткнення створюється небезпека важкої поразки електричним струмом працюючих [18].

На ділянках електросталеплавильного цеху є велика кількість електродвигунів, панелей, електричних приладів, апаратура і тому подібне, комплектна трансформаторна підстанція (містить чотири трансформатори типу ТМЗ). Для роботи електроустаткування необхідна напруга 380 В. Електричний струм використовується також для освітлення приміщень; необхідна напруга 220 В. Таким чином, електросталеплавильний цех відноситься до категорії з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом.

Для безпечної роботи електроустаткування в пожежонебезпечних приміщеннях і зовнішніх установках необхідно правильно вибирати

електроустаткування. Яскріючі частини електродвигунів закривають пилонепроникними ковпаками. Розподільні пристрої укладають в закриті камери або пилонепроникні кожухи. У пожежонебезпечних приміщеннях використовують захищене електроустаткування.

При напрузі до 1000В в електросталеплавильному цеху застосовують чотирипровідну з глухозаземленою нейтральною схемою мереж трифазного струму (напругою 380/220В). При цьому в чотирипровідній мережі заземлення нейтралі джерела струму (генератора, трансформатора) здійснюють з'єднанням її із заземлювачем безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатор струму) [19].

При напрузі вище 1000 В застосовують: трипровідну з ізолюваною нейтраллю схему трифазних мереж. При нормальному режимі роботи безпечніша тридротяна мережа з ізолюваною нейтраллю. При аварійному режимі безпечніша чотиридротяна мережа з глухозаземленою нейтраллю.

Захищене заземлення є ефективним засобом захисту людини від ураження електричним струмом при «замиканні на корпус». Захищене заземлення складається з горизонтальних і вертикальних електродів (заземлювачів), які електрично з'єднані в єдиний контур.

Внутрішньоцехова електрична мережа виконана з ізолюваних проводів і кабелів, захисні оболонки яких по механічній міцності, а також по стійкості відносно хімічних дій відповідають умовам їх експлуатації в електросталеплавильному цеху [18].

Організаційно-технічні заходи щодо забезпечення безпечної роботи при експлуатації електроустановок. Організаційними заходами, що забезпечують безпеку робіт в електроустановках є:

- а) оформлення роботи нарядом-допуском, розпорядженням або переліком робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- б) допуск до роботи;
- в) нагляд під час роботи;

г) оформлення перерв у роботі, переведення на інше місце роботи, закінчення роботи.

Робота в електроустановках проводиться за нарядом, розпорядженням, в порядку поточної експлуатації.

Наряд - це завдання на безпечне виробництво робіт, оформлене на спеціальному бланку встановленої форми і визначає зміст, місце роботи, час її початку і закінчення, умов безпечного проведення, склад бригади і осіб, відповідальних за безпеку робіт.

За нарядом проводяться всі роботи з обслуговування електроустановок, що виконуються зі зняттям напруги, без зняття напруги на струмовідних частинах і поблизу них без зняття напруги вдалині від струмопровідних частин, що перебувають під напругою.

Розпорядження - це завдання на виконання робіт, що визначає її зміст, місце, час, заходи безпеки та осіб, яким отримано її виконання. Розпорядження може бути передано за допомогою засобів зв'язку, з подальшим записом в оперативному журналі або безпосередньо.

Розпорядження має разовий характер, термін його дії залежить від тривалості робочого дня виконавців.

Поточна експлуатація - це проведення оперативним персоналом самостійно на закріпленій за ним ділянці протягом однієї зміни робіт за переліком.

Відповідальними за безпеку робіт є особи, що видають наряд, віддають розпорядження; допускає - відповідальна особа з оперативного персоналу; відповідальний керівник робіт; виробник робіт; спостереження; члени бригади.

Особа, яка видає наряд, віддає розпорядження встановлює необхідність і обсяг робіт і відповідає за безпеку її виконання, достатність кваліфікації відповідального керівника робіт, виконавця робіт і спостерігає.

Право видачі нарядів і розпоряджень надається особам з адміністративно-технічного персоналу підприємства, уповноваженим на це

розпорядженням особи, відповідальної за електрогосподарство підприємства. Зазначені особи повинні мати групу з електробезпеки не нижче 5 в електроустановках вище 1000 В і не нижче 4 в установках напругою нижче 1000 В.

Право давати розпорядження на виробництво ряду робіт, перелік яких визначається особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства, надається також особам з числа оперативного персоналу з групою не нижче 4. Допускає - відповідальна особа з оперативного персоналу, що несе відповідальність:

а) за правильне виконання необхідних для допуску та виконання робіт заходів безпеки, їх достатність та відповідність характеру та місцю робіт;

б) за правильність допуску до роботи, приймання робочого місця після закінчення роботи з оформленням в нарядах або журналах. При виникненні сумніву в можливості безпечного виконання роботи за даним нарядом, розпорядженням або в достатності і правильності зазначених у наряді заходів по підготовці робочого місця, ця підготовка має бути припинена. Допускач повинен мати групу з електробезпеки не нижче 4 при роботі в установках вище 1000 В і не нижче 3 при роботі в установках нижче 1000 В.

Відповідальний керівник відповідає за чисельний склад бригади, визначений з умов забезпечення можливості нагляду за нею з боку виробника робіт, та за достатність кваліфікації осіб, включених до складу бригади. Відповідальному керівнику забороняється брати безпосередню участь в роботі за нарядами, крім випадків, коли він поєднує обов'язки відповідального керівника і виробника робіт.

Відповідальними керівниками призначаються інженери, техніки та майстри, які мають 5 групу з електробезпеки.

Виконавець робіт, приймаючи робоче місце від допускає, відповідає за правильність його підготовки і за виконання необхідних для виконання робіт заходів безпеки. Він зобов'язаний проінструктувати бригаду про заходи безпеки, яких необхідно дотримуватися при роботі, забезпечити їх виконання

членами бригади. Він стежить за справністю інструменту, такелажу та іншого ремонтного оснащення. Він зобов'язаний стежити за тим, щоб встановлені на місці роботи огорожі, плакати, заземлення не знімалися і не переставлялися.

Спостерігач призначається для нагляду за бригадами будівельних робітників, різноробочих та інших осіб з неелектричного персоналу при виконанні ними робіт в електроустановках за нарядами або розпорядженням. Спостерігачеві забороняється поєднувати нагляд з виконанням будь-якої роботи і залишати бригаду без нагляду під час роботи. Спостерігач контролює наявність встановлених на місці роботи заземлень, огорожень, плакатів, замикаючих пристроїв та відповідає за безпеку членів бригади від ураження електричним струмом. Наглядачами призначаються особи з групою з електробезпеки не нижче третьої.

Список осіб, які можуть призначатися відповідальними керівниками та виконавцями робіт за нарядами і розпорядженнями і наглядачами, встановлюється розпорядженням особи, відповідальної за електрогосподарство.

Наряд видається оперативному персоналу безпосередньо перед початком підготовки робочого місця і виписується в двох примірниках. Допускається передача наряду по телефону особою, яка видає наряд, старшій особі з оперативного персоналу даного об'єкта або відповідальному керівнику. При цьому наряд заповнюється в трьох примірниках.

На однотипні роботи, що виконуються під напругою однією бригадою, а також на роботи без зняття напруги може бути виданий один спільний наряд для почергового виробництва їх на кількох приєднаннях, в різних приміщеннях підстанції.

При розширенні робочого місця або зміні числа робочих місць повинен видаватися новий наряд.

При роботі за нарядом бригада повинна складатися не менше ніж з двох осіб. Перед допуском до роботи відповідальний керівник і виконавець

робіт, спільно з допускає, перевіряє виконання технічних заходів з підготовки робочого місця. Після чого проводиться допуск бригади, який полягає в тому, що допускаюча особа:

а) перевіряє відповідність складу бригади і кваліфікацією включених до неї осіб, записаних у наряді;

б) прочитує по порядку прізвища відповідального керівника, виконавця робіт, членів бригади і зміст дорученої роботи, оголошує бригаді, звідки знято напругу, де накладено заземлення, які частини ремонтovanого з сусіднього обладнання залишилися під напругою, вказує бригаді межі робочого місця, переконується, що викладене їм бригадою зрозуміле;

в) доводить, що напруга відсутня, в установках напругою вище 35 кВ - показом накладених заземлень, 35 кВ і нижче - там, де заземлення не видно з місця роботи - дотик до струмоведучих частин рукою після попередньої перевірки відсутності напруги показчиком напруги або штангою;

г) здає робоче місце виробнику робіт, що із зазначенням дати та часу в обох бланках наряду оформляється підписами.

Право вторинного допуску до робіт в наступні дні за цим же нарядом надається відповідальним керівникам, при їх відсутності - виконавцям робіт з групою з електробезпеки не нижче 5 в електроустановках вище 1000 В і не нижче 4 в установках напругою до 1000 В. При перерві в роботі протягом робочого дня (на обід) бригада віддаляється з робочого місця. Наряд залишається на руках у виробника робіт. Плакати, огорожі та заземлення залишаються на місці. Жоден із членів бригади не має права увійти після перерви на робоче місце за відсутності виробника робіт або наглядача. Після закінчення робочого дня, робоче місце приводиться в порядок, плакати, заземлення та огорожі залишаються на місці.

Закриття наряду проводиться після того, як будуть виконані послідовно наступні вимоги:

а) зняття заземлень з перевіркою;

б) видалення тимчасових огорож і зняття плакатів.

Обладнання може бути включено тільки після закриття наряду. Наряди, роботи за якими повністю закінчені, повинні зберігатися протягом 30 діб, після чого знищуються.

При одночасній роботі в електроустановках напругою до і вище 1000 В категорії робіт визначаються стосовно до електроустановок вище 1000 В.

При роботі, не пов'язаній з дотиком до струмопровідних частин електродвигуна або до обертових частин електродвигуна і механізму, що приводиться ним у рух, необхідно зупинити електродвигун і на його пусковому пристрої або ключі керування повісити плакат «Не включати! Працюють люди!».

При роботі на електродвигуні напругою вище 1000 В або механізмі, що приводиться їм в рух, пов'язаної з дотиком до струмоведучих або обертових частин з електродвигуном, має бути знято напругу. При роботі на електродвигуні заземлення накладається на кабелі або його приєднання в РУ.

При роботі на механізмі, якщо вона не пов'язана з дотиком до обертових частин або якщо роз'єднана сполучна муфта, заземлювати кабель живлення не потрібно.

При роботі на електродвигуні напругою до 1000 В або приводиться їм в рух механізмом зняття напруги і заземлення струмоведучих частин кабелю повинно виконуватися згідно розпорядження особи, що видає наряд.

2.5 Характеристика технологічного процесу з погляду пожежної безпеки

У електросталеплавильних цехах можуть відбуватися вибухи і викиди рідкого металу в результаті завантаження в дугові печі вологого металобрухту (шихти). Викиди рідкого металу можуть відбуватися також і у тому випадку, коли в рідкий метал вводять вологі розкислювачі і легуючі матеріали. Крім того, причиною викидів металу із сталеплавильного агрегату може бути попадання в нього з металобрухтом закритих металевих судин з

горючими рідинами, мастилами і водою (льодом, снігом). Окрім небезпеки викиду рідкого металу, існує також небезпека прогару футерування сталеплавильних агрегатів.

Певну пожежну небезпеку представляють машини безперервного лиття заготовок (МБЛЗ). На МБЛЗ можливе виникнення пожежі біля рольгангів на ділянці видачі слябів при розриві гумових шлангів гідросистем з мастилом, що приводить до попадання мастила на розжарені сляби і моментального виникнення пожежі. Необхідно передбачити в районі рольгангів установку стаціонарної дренчерної системи пожежогасіння з ручним і дистанційним пуском.

Пожежна небезпека електросталеплавильного виробництва також визначається наступними основними чинниками [20]:

1. Наявністю кабельного господарства. Короткі мережі (що підводять струм від низької сторони трансформатора до головки електроутримувача) по економічних і електротехнічних міркуваннях робляться мінімальної протяжності, у зв'язку з чим трансформатори розташовуються поблизу печей. При цьому гнучкі стрічки або кабелі струмопроводу слід розташовувати по можливості в стороні від прямої дії теплового випромінювання. Бажано, крім того, захистити їх азбестовими щитами, ще краще застосовувати водоохолоджувані струмопроводи. Найбільш небезпечними місцями струмопідводу є контакти. При недбалому пристрої контактів або поганому нагляді за їх станом виникають великі перехідні опори, що може викликати пожежу. Тому контактні з'єднання, де тільки можливо, слід виконувати за допомогою зварювання.

2. Наявністю пічних трансформаторів і трансформаторно-мастильних господарств. Пічні трансформатори містять велику кількість масла (у одному трансформаторі його може бути до 50 т) і є великою пожежною небезпекою. Небезпека посилюється тим, що трансформація струму найчастіше здійснюється групами, що складаються з трьох однофазних трансформаторів

кожна. На випадок пожежі або аварії в цілях зменшення втрат виробництва слід мати резервний однофазний трансформатор.

Пожежна небезпека таких трансформаторів збільшується при старінні мастила, коли погіршуються його ізолюючі властивості. Це може призвести до пробую ізоляції і до утворення в мастилi великих іскор і дуг. Перегрівання і займання мастила в трансформаторах можуть виникнути при коротких замиканнях, при виникненні великих перехідних опорів в місцях з'єднань в трансформаторі, перегріві магнітодрота, внутрішніх або зовнішніх розрядах з утворенням електричної дуги в мастилi [21].

При визначенні пожежної небезпеки мастильних вимикачів слід мати на увазі, що мастило не тільки горюча рідина, але під дією електричної дуги виділяє газоподібні складові (метан, водень, етилен, ацетилен і ін.), які з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші.

3. Екзотермічні суміші застосовуються при виробництві деяких сталей, сплавів і феросплавів. У їх склад входять легкозаймісті метали (кальцій, барій і ін.) і їх сплави, порошки алюмінію, магнію, алюмомагнієвого сплаву, силікокальція і інших сплавів, що містять активні елементи. Крім того, в такі суміші додають органічні горючі матеріали (тирса, вугілля, торф, кокс і ін.), які активно реагують з окислювачами. Наявність в повітрі пилу вказаних матеріалів при певних концентраціях може привести до вибуху. Особливу небезпеку представляють суміші, що складаються з порошоків горючих матеріалів і активних окислювачів (селітра, бертолетова сіль, перекиси барію і марганцю та ін.).

Горючі речовини, що входять до складу екзотермічних сумішей, повинні зберігатися роздільно з дотриманням тих вимог, які пред'являються до зберігання кожної речовини окремо. Зберігання і транспортування легкозаймістих порошоків допускаються тільки в закритій герметичній тарі, що виключає попадання в порошок вологи, іскор. Забороняється транспортування таких порошоків спільно з селітрою, кислотами, лугами, горючими матеріалами.

Пічний прольот електросталеплавильного виробництва, а також розливний прольот розташовані в приміщеннях, які відносяться до категорії пожежонебезпеки «Г», оскільки характеризується наявністю матеріалу в гарячому, розплавленому стані, процес обробки якого супроводжується виділенням променистого тепла і полум'я. Підсобні приміщення даного виробництва можна віднести до категорії «Д» (пожежонебезпечні), оскільки вони призначені для речовин, що не згорають, і матеріалів в холодному стані.

Кабельні споруди незалежно від виду кабелів (мастилонаповнені чи ні), що прокладаються, по пожежній небезпеці відносяться до категорії В [20].

До будівельних конструкцій пічного прольоту пред'являють певні вимоги, що знижують пожежну небезпеку трансформаторів. Камери необхідно виконувати з матеріалів, що не згорають, з межею вогнестійкості не менше 0,5 год; покриття камери повинне мати таку ж межу вогнестійкості. Ворота трансформаторних камер повинні мати межу вогнестійкості не менше 0,5 год. Несучі конструкції покриттів (ферми, балки, прогони) над трансформаторами також повинні мати межу вогнестійкості не менше 0,5 год. Тому несучі конструкції з незахищеного металу над печами розміщувати не можна. Ці конструкції необхідно захищати цементною штукатуркою по металевій сітці або влаштовувати екрани, що закривають конструкції від безпосередньої дії полум'я, але що не перешкоджають подачі на конструкції пожежних струменів для охолодження металу [20].

Правила пристрою електроустановок допускають розміщувати в одній камері три однофазні масляні трансформатори. За відсутності надійних стаціонарних засобів пожежогашіння, якщо виникає пожежа одного трансформатора, другий буде також знищений вогнем. Тому такі камери обов'язково обладнані системами пожежогашіння.

Всі пічні трансформатори повинні мати бетоновані мастилоприймачі, розраховані на повний об'єм мастила. Мастилоприймач перекривається ґратами з шаром гравію завтовшки 25 см; при заповненні мастилоприймача рівень мастила має бути на 5 см нижче за ґрати [20].

Для гасіння пожеж в електросталеплавильних цехах застосовуються багатократну або високократну повітряно-механічну піну.

У електросталеплавильному цеху передбачена установка пожежної сигналізації, яка призначена для автоматичного виявлення і видачі сигналів про пожежу, включення апаратури аварійної сигналізації, формування управлінських сигналів для системи сповіщення про пожежу, відключення вентиляції технологічних блокувань.

У камерах пічних трансформаторів обов'язково влаштовують автоматичну пожежну сигналізацію і стаціонарне (але не автоматичне) пожежогасіння. Насосна пожежогасіння повинна розміщуватися не далі 250 м від трансформаторів, що захищаються. Об'єм камер пічних трансформаторів, що захищаються, дорівнює 620 м³. Пожежна сигналізація повинна видавати сигнал на пульт управління піччю і в пожежне депо. Система пожежогасіння повинна приводитися в дію натисненням пускової кнопки і мати місцевий і дистанційний пуск. При цілодобовому перебуванні в цеху експлуатаційного персоналу відпадає необхідність застосування автоматичної системи пожежогасіння (при обов'язковому пристрої автоматичної пожежної сигналізації). Якщо піч знаходиться на ремонті і біля неї немає експлуатаційного персоналу, то трансформатори не представляють пожежної небезпеки.

Приміщення сушки трансформаторів і мастила забезпечені первинними засобами гасіння пожежі, телефонним зв'язком з пожежною частиною і пожежною сигналізацією. Не можна допускати нагріву мастила вище 105°C. Як теплова ізоляція дозволяється використовувати тільки негорючі матеріали. Для гасіння пожеж застосовують хімічні пінні вогнегасники ВХП-10 і вуглекислотні вогнегасники ВВ-2, ВВ-5 і ВВ-8, а також пересувні ВВ-25 і ВВ-80 [21].

Кабельні тунелі мають велику протяжність і сполучають ряд виробничих або енергетичних вузлів, що на випадок пожежі може призвести до поширення пожежі з одного об'єкту на іншій. Для забезпечення пожежної

безпеки кабельного господарства електросталеплавильного цеху необхідно передбачати заходи що унеможливають потрапляння рідкого металу в кабельні тунелі і підвали, оскільки це неминуче викличе пожежу, а отже і зупинку всього виробництва.

Гасіння пожежі в кабельних тунелях і підвалах супроводжується значними труднощами у зв'язку із задимленням кабельних споруд на великій протяжності, а також з можливістю поширення полум'я по кабелях і мастилі (при прокладці мастилонаповнених кабелів), що розлилося, що викликає підвищення температури і неможливість проникнення всередину тунелю (підвалу). Пожежі в кабельних приміщеннях розвиваються настільки нестримно, що вже через 10-15 хв після виникнення гасити їх вельми важко (висока температура, велика кількість диму, що містить токсичні речовини).

Пожежі в тунелях гасять за допомогою пересувних засобів – пожежних автомобілів, що подають воду або високократну піну до вогнища пожежі.

При виникненні пожежі одночасно з гасінням організовується евакуація матеріальних цінностей та працівників, для чого використовується обслуговуючий персонал підприємства. У виробничих будівлях передбачаємо евакуаційні виходи, призначені для забезпечення безпечної евакуації людей, що перебувають в будівлі, у разі виникнення пожежі або аварії. Передбачаємо мінімум два евакуаційні виходи. Ширина всіх евакуаційних виходів (дверей) перевищує 0,8 м, що відповідає нормам [22]. Двері відчиняються у напрямі виходу із приміщень і будівель. Сходові марші обладнані пристроями, призначеними для видалення диму, зниження температури і концентрації продуктів горіння в зоні пожежі і суміжних із ним приміщеннях з метою забезпечення необхідних умов для евакуації працівників і роботи пожежних підрозділів. Цими пристроями є вікна і шахти димовидалення.

Пропозиції по організації гасінню пожежі при виникненні надзвичайної ситуації:

- провести розвідку та оцінити обстановку на пожежі;

- встановити наявність людей, яким загрожує небезпека, встановити напрямки та способи евакуації;
- прийняти міри до відключення електромережі;
- при виклику підрозділів пожежної охорони організувати їх зустріч, вказати місце пожежі, пояснити особливості планування будівлі, вказати місце розміщення пожежних гідрантів та пожежних водоймищ;
- допомогти працівникам пожежної охорони в діях по евакуації та захисту матеріальних цінностей.

2.6 Висновки до розділу 2

1. В електросталеплавильному цеху в результаті технологічного процесу, що супроводжується утворенням великих кількостей надмірного тепла, інфрачервоної радіації, пилу і газів, - важкі умови праці. Досліджена безпека електросталеплавильного процесу і устаткування, розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху.

2. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевара електропечі. Умови праці відносяться до III класу 3 ступені. Робоче місце має в наявності 2 чинника I ступеню, 1 чинник II ступеню і 6 чинників III ступеню. За показниками робоче місце слід рахувати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок рівня безпеки електросталеплавильного процесу

Для оцінки зміни безпеці процесу за певний проміжок часу визначають рівень безпеки процесу, під яким розуміється частка часу, при якій процес протікав в межах безпечних параметрів.

Рівень безпеки технологічного процесу може бути розрахований по формулі [11, 12]:

$$U_b' = 1 - \frac{\sum t'_i + \sum \tau'_i + \sum \varphi'_i}{T'}$$

де $\sum t'_i$ – загальна тривалість процесу, протягом якого відбувалися порушення параметрів безпеки, год;

$\sum \tau'_i$ – загальна тривалість екстремальних відхилень процесу, год;

$\sum \varphi'_i$ – загальна тривалість протікання процесу з порушенням параметрів безпеки під впливом зовнішніх чинників або в результаті несправності агрегату або його окремих елементів, год;

T' – час роботи агрегату, год.

Тривалість гарячих і холодних ремонтів 50 годин. Час протікання процесу 1 місяць (870 год) $T' = T - t = 870 - 50 = 820$ год.

Основні порушення і екстремальні відхилення параметрів безпеки електросталеплавильного процесу і їх тривалість, год:

1) Порушення параметрів: переокисленність металу – 50,6; перегрів металу – 21,3; перевищення допустимого рівня металу -18,0; оплавлення склепіння печі (підвищена температура в печі) – 23,8; високий тиск газу в печі – 47. $\sum t' = 160,7$ годин.

2) Екстремальні відхилення параметрів: подача в піч пилоподібних шлакоутворюючих матеріалів – 6,8; подача вологої шихти – 4; подача рудної

шихти (залізняка) в перегрітий метал (викиди металу) – 13,6. $\sum \tau' = 24,4$ годин.

3) Порушення параметрів під впливом зовнішніх чинників або в результаті несправності агрегату або його елементів: завалення не габаритного брухту – 58,8; порушення цілісності поду – 7,4; подача в ківш непросушених феросплавів – 14,2; порушення цілісності системи охолодження печі – 6,6. $\sum \varphi' = 87,0$ годин.

Рівень безпеки технологічного процесу виплавки сталі в дуговій печі в даному випадку складе:

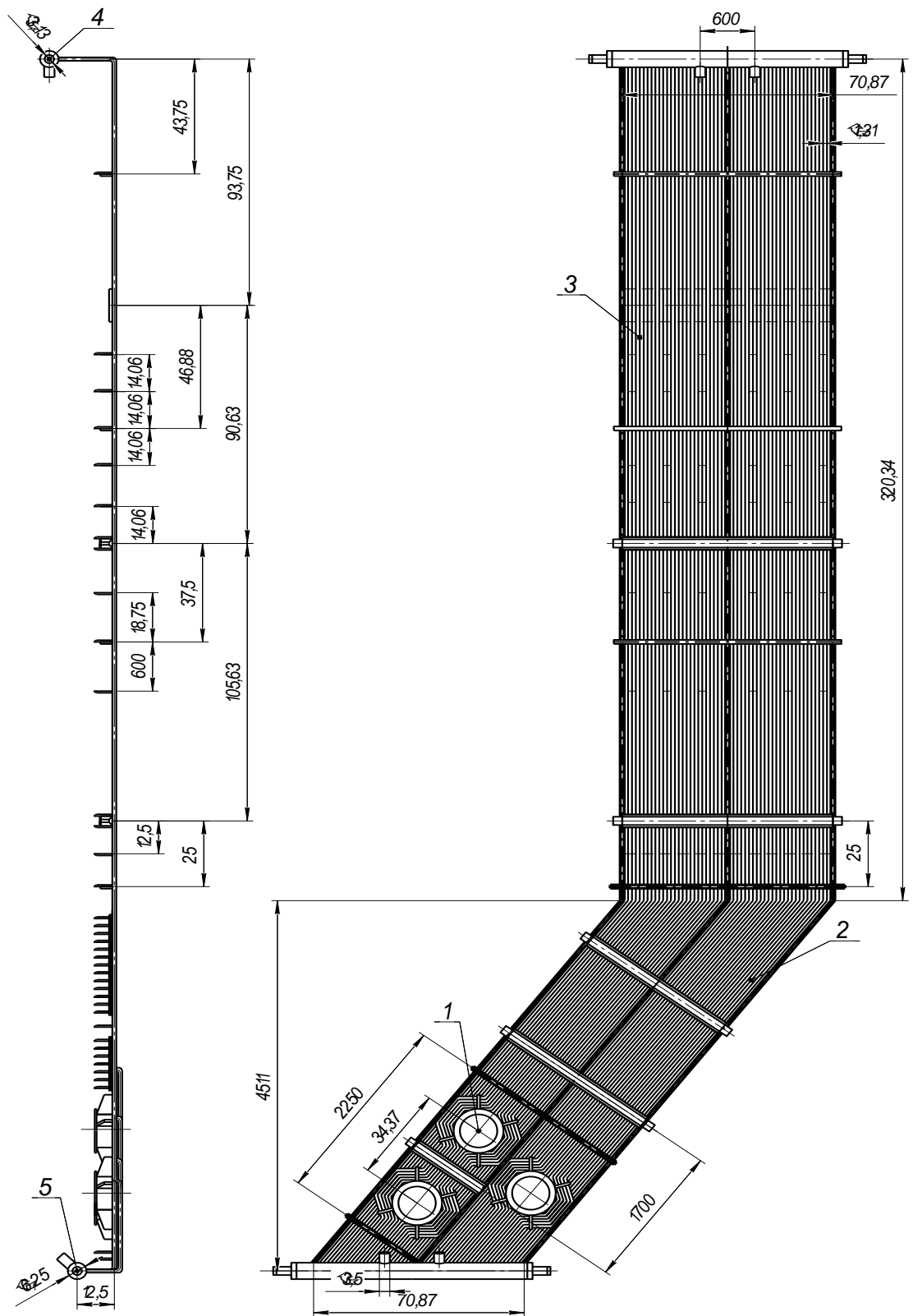
$$U_b' = 1 - \frac{160,7 + 24,4 + 87,0}{820} = 0,67 = 67\%.$$

Рівень безпеки електросталеплавильного процесу, середній, тобто необхідно застосувати додаткові заходи що до його підвищення. Наприклад, для захисту склепіння печі від тепловипромінювання склепіння обладнують тепловідвідними екранами.

3.2 Розрахунок тепловідвідного екрану дугової печі

Кваліфікаційним проектом пропонується застосувати тепловідвідний екран котрий встановлюється на порталну камеру на склепінні електродугової печі, за допомогою якої вловлюються і відводяться на газоочищення технологічні пилогазові викиди печі й викиди через зазори отворів для пропуску електродів. Використання тепловідвідного екрану, в якому циркулює технічна вода і водяно-повітряна суміш (рис. 3.1), забезпечить зменшення оплавлення склепіння печі при підвищенні температури в печі, і захистить його від полум'я, що вибивається через зазори отворів для пропуску електродів, й підвищить термін роботи електродів.

Площа перетину зливної труби на 40% більше живлючої. В разі перебоїв в подачі води плита екрану залишається заповненою, а відкритий злив забезпечує вихід пари, що утворюється.



1 – отвори для електродів; 2 – радіальне охолодження; 3 – трубопроводи теплопередачі; 4 – колектор підвідний; 5 – колектор відвідний

Рисунок 3.1 – Тепловідвідний екран

Екрани встановлюють на відстані 100...400 мм від поверхні склепіння (портальної камери), внаслідок чого теплопередача конвекцією в робочу зону значно знижується. Тепловідвідне екранування поверхні печі повинне забезпечувати температуру зовнішньої поверхні екрану не вище 30...35°C в робочій зоні.

Розрахуємо тепловідвідний екран для захисту від теплового випромінювання склепіння печі, яке має температуру 180⁰. Матеріал екрану – окислена оцинкована сталь. Температура проточної води 18⁰С. Температуру екрану прийmemo 35⁰С.

Кількість тепла, передана випромінюванням 1м² гарячого склепіння воді, Вт/м²:

$$q_u = \varepsilon_{np} \cdot C_0 \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right],$$

де ε_{np} – приведена міра чорноти;

C_0 – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, який дорівнює 5,67 Вт/м²·К⁴;

T_1 – температура гарячого склепіння, з врахуванням зростання її при екрануванні на 30...40%, К; $T_1 = 180 \cdot 1,3 + 273 = 507$ К;

T_2 – температура стінки екрану, $T_2 = 308$ К.

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1},$$

де ε_1 и ε_2 – міра чорноти відповідно гарячого склепіння і сталевго екрану, $\varepsilon_1 = 0,85$, $\varepsilon_2 = 0,276$ [16].

Тоді

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{\frac{1}{0,85} + \frac{1}{0,276} - 1} = 0,26;$$

$$q_u = 5,67 \cdot 0,26 \cdot \left[\left(\frac{507}{100} \right)^4 - \left(\frac{308}{100} \right)^4 \right] = 841,4 \text{ Вт/м}^2;$$

Необхідна кількість води на екран, кг/год:

$$G = \frac{a \cdot q'_u \cdot f}{C \cdot (t_{\text{від}} - t_a)},$$

де a – коефіцієнт поглинання інфрачервоних променів матеріалом екрану і водою $a = 0,9$ [16];

q'_u – кількість тепла, передана випромінюванням з 1 м^2 гарячого склепіння воді, ккал/ $\text{м}^2 \cdot \text{год}$;

f – площа екрану, м^2 ; екран має розміри – $5,6 \times 2,3$ м;

$t_{\text{від}}$ – температура відхідної води, приймаємо $t_{\text{від}} = 35^\circ\text{C}$ [15];

t_a – температура виробничої води, $^\circ\text{C}$.

$$q'_u = 841,4 \cdot 0,001 \cdot 3600 \cdot \frac{1}{4,2} = 721,2 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{год}.$$

Отже:

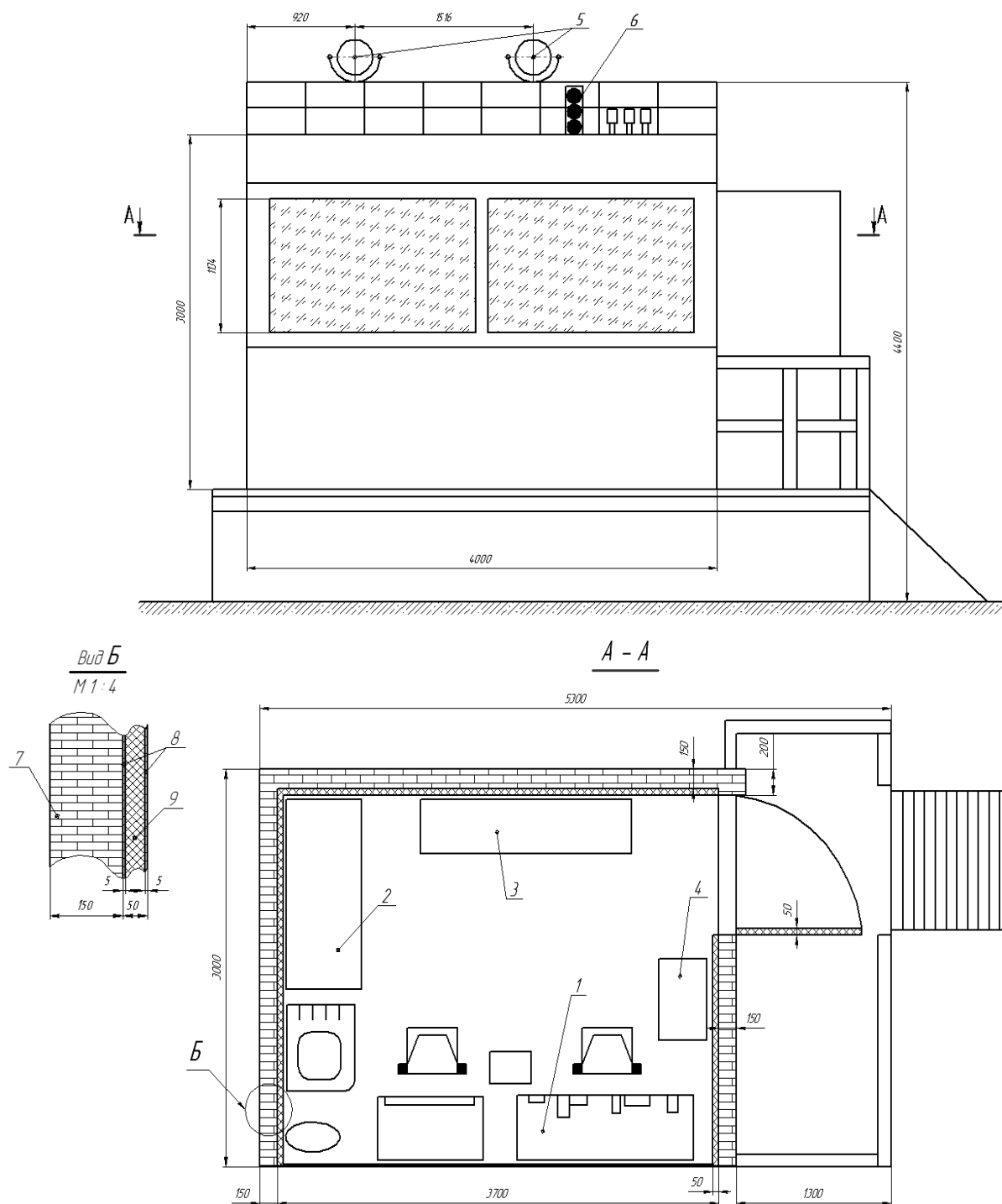
$$G = \frac{0,9 \cdot 721,2 \cdot 5,6 \cdot 2,3}{0,98 \cdot (35 - 18)} = 502 \text{ кг/год}.$$

Тепловідвідний екран вимагає постійного догляду: періодичного чищення коробів від мула, що накопичився, і постійного спостереження за натиском води.

3.3 Інженерна розробка заходів захисту від шуму

На робочому місці сталевара згідно з картою умов праці рівень шуму перевищує нормативне значення на 16 дБА і відноситься к III класу 3 ступеню небезпеки (табл. 2.1), тому необхідно розробити заходи щодо захисту від надмірного шуму.

Пристрій звукоізолюючих кабін є ефективним і найбільш поширеним засобом захисту виробничого персоналу від шуму. Звукоізолююча кабіна має наступну конструкцію (рис. 3.2): кабінні із збірних елементів кріпляться до нерозбірного або сборнорозбірного каркасу з металевих профілів. Такі кабінні відносяться до 3-го або 4-го класу по акустичній ефективності. Кабіна збирається на каркасі з уніфікованих модульних елементів.



- 1 – пульт управління; 2 – шафа електрика; 3 – кондиціонер; 4 – стіл;
 5 – прожектор; 6 – сигналізація; 7 – стіна з цегли; 8 – металевий профіль;
 9 – супертонке скловолокно

Рисунок 3.2 – Звукоізолююча кабіна посту управління
 електросталеплавильною піччю

Каркас складається з підстави і стін. Підстава зварена з швелерів і куточків, на яких кріпляться дошки. До підстави прикріплюються стінки kabіни, на яких встановлюється стеля. Кріплення здійснюється через гумові ущільнення. Стіни і двері виготовляються із спеціальних профілів, які утворюють відсіки для встановлення звукоізолюючих елементів розміром 500x1000 мм і завтовшки 50 мм, заповнених матами з супертонкого скловолокна. Внутрішня поверхня елементів перфорована. Кабіна встановлюється на віброізоляторах ОВ-31. З метою забезпечення оптимальних умов в кабіні встановлюється кондиціонер.

Проведемо розрахунок звукоізолюючої kabіни для досягнення санітарних норм по рівню шуму.

Необхідне зниження шуму kabіною визначимо по формулі:

$$R_{\text{зн.ш.}} = L_{\text{ш}} - L_{\text{доп}}, \text{ дБА},$$

де $L_{\text{ш}}$ – октавний рівень звукового тиску на робочому місці де планується місці установки kabіни, дБА;

$L_{\text{доп}}$ – допустимий рівень звукового тиску на робочих місцях в kabінах, дБА.

$$R_{\text{зн.ш.}} = 96 - 80 = 16 \text{ дБА}.$$

Необхідна звукоізолююча здатність захищаючих конструкцій, вікон і дверей звукоізолюючих kabін [15]:

$$R_{\text{н.і.}} = L_{\text{ср}} - 10 \lg V_i + 10 \lg S_i - L_{\text{доп}} + 10 \lg(n)$$

де $L_{\text{ср}}$ – середній октавний рівень звукового тиску в галасливому приміщенні, дБА;

V_i – відповідно постійні галасливе і ізольоване приміщення в даній октавній смузі частот, м²;

S_i – площа даної огорожі або його елементу, через яких шум проникає в ізольоване приміщення, м²;

$L_{\text{доп}}$ – нормативне значення октавного рівня звукового тиску в розрахунковій точці ізольованого приміщення, дБА;

n – загальна кількість окремих елементів даних огорож, шт.

Постійну приміщення V_i визначають множенням постійною приміщення на середнєметричій частоті 1000Гц на частотний множник ($V_i = V_{1000} \cdot \mu$) [15]. Постійна приміщення V_{1000} визначається по графіку 2.3 [15, стр.13]. Об'єм кабіни дорівнює

$$V = 3,7 \cdot 3,0 \cdot 3,0 = 33,3 \text{ м}^3,$$

тоді $V_{1000} = 2,5 \text{ м}^2$ і $\mu = 1$.

Отже, $V_i = 2,5$. Вибираємо вікно з одинарного силікатного скла завтовшки 6 мм. Кількість вікон $n = 2$, розміром 1134 x 1750 мм, тоді

$$S_{\text{вікна}} = 1,134 \cdot 1,750 = 1,9845 \text{ м}^2.$$

Необхідна звукоізолююча здатність вікон кабіни:

$$R_{\text{н.і.}(вікон)} = 96 - 10 \lg 2,5 + 10 \lg 1,9845 - 80 + 10 \lg(2) = 18 \text{ дБА.}$$

Вибираємо двері із стандартного дверного полотна завтовшки 40 мм. Кількість дверей $n = 1$, розміром 2520 x 1050 мм, тоді

$$S_{\text{двері}} = 2,52 \cdot 1,05 = 2,646 \text{ м}^2.$$

Необхідна звукоізолююча здатність дверей кабіни:

$$R_{\text{н.і.}(двері)} = 96 - 10 \lg 2,5 + 10 \lg 2,646 - 80 = 16,3 \text{ дБА.}$$

Звукоізолююча здатність кабіни визначимо по формулі:

$$R_{\text{н.і.}(кабіни)} = R_{\text{ср}} + 10 \lg V_i - 10 \lg \Sigma S_i,$$

де S_i – площа кожного елемента огорожі, м²;

$R_{\text{ср}}$ – середня звукоізоляція всіх огорож кабіни [19]:

$$R_{\text{ср}} = 10 \lg \frac{S_{\text{заг}}}{\Sigma(S_i \cdot 10^{-0,1R_i})},$$

де $S_{\text{заг}}$ – загальна площа окремих елементів звукоізолюючої конструкції, м².

$$R_{\text{ср}} = 10 \lg \frac{1,9845 \cdot 2 + 2,646}{1,9845 \cdot 10^{-0,1 \cdot 18} + 2,646 \cdot 10^{-0,1 \cdot 16,3}} = 18,5 \text{ дБА.}$$

Тоді, необхідна звукоізолююча здатність кабіни:

$$R_{\text{н.і.}(кабіни)} = 18,5 - 10 \lg 2,5 + 10 \lg (1,9845 \cdot 2 + 2,646) = 22,7 \text{ дБА.}$$

Оскільки $R_{\text{н.і.}(кабіни)} > R_{\text{зн.ш.}}$, то означає що запропонована звукоізолююча кабіна забезпечить захист від підвищеного рівня шуму на посту управління сталевара.

3.4 Розрахунок аерації пічного прольоту цеху

Кількість повітря, необхідного для асиміляції надлишкових тепловиділень у будівлі цеху:

$$G = \frac{4,15\alpha(mQ - Q_p)}{t_{p.з} - t_n}$$

де α – коефіцієнт, що враховує висоту розташування приточних прорізів;

m – коефіцієнт, що враховує вплив площини, що займає тепловиділяюче обладнання;

F_1 – площа, що займає обладнання;

F_2 – площа приміщення;

Q – кількість тепла, яке виділяється у цеху від різних джерел,

$$Q_j = \sum_{j=1}^n Q_i,$$

де Q_1, Q_2, Q_3 – тепловиділення відповідно від бокових поверхонь печей, від нагрітого металу, від нагрітого обладнання, Вт;

n – кількість нагрівальних пристроїв.

Тепловиділення Q_i (теповиділення від кожного типу нагрівальних пристроїв):

$$\begin{aligned} Q_1 &= \left\{ 2,2 \left(\frac{T_B}{10} + 32 \right)^{5/4} + 4 \left[\left(\frac{T_B}{1000} + 3,23 \right)^4 - 2,91 \right] \right\} 1,163 \cdot F_n = \\ &= \left\{ 2,2 \left(\frac{1700}{10} + 32 \right)^{5/4} + 4 \left[\left(\frac{1700}{1000} + 3,23 \right)^4 - 2,91 \right] \right\} 1,163 \cdot 95 \cdot 2 + \\ &+ \left\{ 2,2 \left(\frac{1700}{10} + 32 \right)^{5/4} + 4 \left[\left(\frac{1700}{1000} + 3,23 \right)^4 - 2,91 \right] \right\} 1,163 \cdot 80 = 1664253, \text{кДж}. \end{aligned}$$

де T_B – внутрішня температура печі, К;

F_n – площа бокової поверхні печі, м².

Тепловиділення від нагрітого металу:

$$Q_2 = 33,17 \cdot C \cdot G_m \cdot t_m = 33,17 \cdot 0,5 \cdot 120 \cdot 1650 = 3283830 \text{кДж},$$

де C – питома теплоємність металу, кДж/кгК;

G_m – маса нагрітого металу, що знаходиться у цеху, т;

t_m – температура нагрітого металу, °С.

Тепловиділення від нагрітого обладнання:

$$Q_3 = 58,18 \cdot G_{об} \cdot t_{об} = 58,18 \cdot 150 \cdot 120 = 1047240 \text{ кДж},$$

де G_m – маса обладнання, що контактує з гарячим металом, т;

t_m – температура до якої нагрівається обладнання, °С.

Втрати теплоти через зовні огороження у межах робочої зони.

$$Q_p = 6978 \cdot F_{б.с.} = 6978 \cdot 14400 = 100483,2 \text{ кДж},$$

де $F_{б.с.}$ – площа бокових стін цеху, м².

$t_{p.з.}$ – температура повітря у робочій зоні, °С (по прийнятим значенням);

t_n – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С.

$$t_n = t_{p.з.} - \Delta t = 41 - 8 = 33,$$

$$t_n = t_{p.з.} - \Delta t = 41 - 5 = 36,$$

де $\Delta t = 5$ – для теплого періоду року;

$\Delta t = 8$ – для холодного періоду року.

Отже сумарні тепловиділення складають:

$$Q = 1664253 + 3283830 + 1047240 = 5995323 \text{ кДж}.$$

Кількість повітря, необхідного для асиміляції надлишкових тепловиділень у будівлі цеху, кг:

$$G = \frac{4,15 \cdot 1,04 \cdot (0,25 \cdot 5995323 - 100483,2)}{41 - 33} = 754408 \text{ кг}.$$

$$G = \frac{4,15 \cdot 1,04 \cdot (0,25 \cdot 5995323 - 100483,2)}{41 - 36} = 1207053 \text{ кг}.$$

Визначив кількість повітря G , необхідного для асиміляції надлишкових тепловиділень у цеху, можна розрахувати площини приточних $F_{пр}$ та витяжних $F_{вит}$ прорізів будівлі цеху, м²:

- для теплого періоду:

$$F_{np} = \frac{G}{3600 \cdot \mu_1^2 \sqrt{2 \cdot g \cdot h_n \cdot \rho_n (\rho_n - \rho_y)}} =$$

$$= \frac{1207053}{3600 \cdot 0,56 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 15 \cdot 1,341(1,341 - 1,33)}} = 287 \text{ м}^2.$$

$$F_{вум} = \frac{G}{3600 \cdot \mu_2^2 \sqrt{2 \cdot g \cdot h_y \cdot \rho_y (\rho_n - \rho_y)}} =$$

$$= \frac{1207053}{3600 \cdot 0,57 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 24 \cdot 1,33(1,341 - 1,33)}} = 224 \text{ м}^2.$$

- для холодного періоду:

$$F_{np} = \frac{G}{3600 \cdot \mu_1^2 \sqrt{2 \cdot g \cdot h_n \cdot \rho_n (\rho_n - \rho_y)}} =$$

$$= \frac{754408}{3600 \cdot 0,56 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 10,5 \cdot 1,396(1,396 - 1,385)}} = 210 \text{ м}^2.$$

$$F_{вум} = \frac{G}{3600 \cdot \mu_2^2 \sqrt{2 \cdot g \cdot h_y \cdot \rho_y (\rho_n - \rho_y)}} =$$

$$= \frac{754408}{3600 \cdot 0,57 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 16,5 \cdot 1,385(1,396 - 1,385)}} = 166 \text{ м}^2.$$

де μ_1, μ_2 – коефіцієнти витрати, приймаються $\mu_1=0,56$; $\mu_2=0,57$.

h_n, h_y – відстань від нейтральної зони до центрів відповідно приточних та витяжних прорізів, м:

- для теплого періоду:

$$h_n = H_1 - h_B = 39 - 24 = 15 \text{ м};$$

$$h_B = \frac{H_1}{0,64 \frac{\rho_y}{\rho_n} + 1} = \frac{39}{0,64 \frac{1,33}{1,341} + 1} = 24 \text{ м};$$

- для холодного періоду:

$$h_n = H_1 - h_B = 27 - 16,5 = 10,5 \text{ м};$$

$$h_B = \frac{H_1}{0,64 \frac{\rho_y}{\rho_n} + 1} = \frac{27}{0,64 \frac{1,385}{1,396} + 1} = 16,5 \text{ м};$$

де H_1 – відстань по вертикалі між центрами приточних та витяжних прорізів;

ρ_y, ρ_n – густина повітря відповідно видаляемого та зовнішнього, кг/м^3 ;

- для теплого періоду:

$$\rho_y = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} a_y = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 1,33 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_n = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} a_n = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 13 = 1,341 \text{ кг/м}^3;$$

- для холодного періоду:

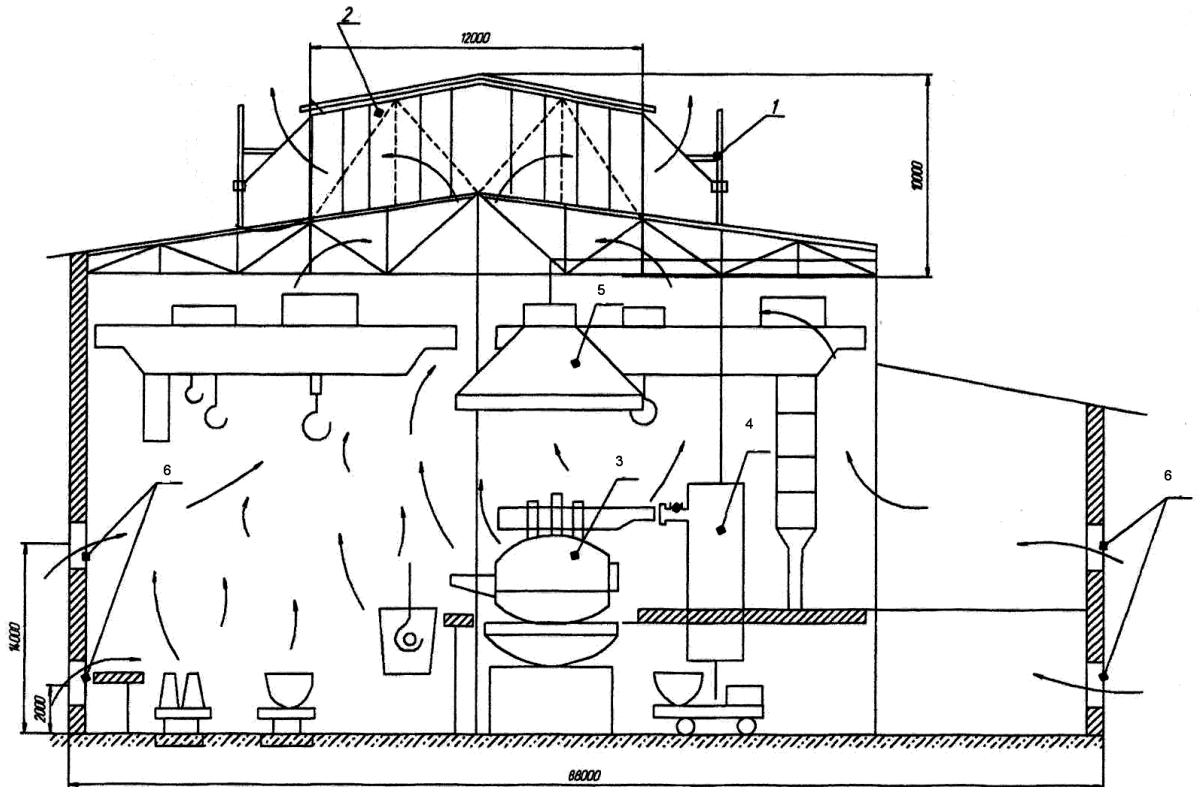
$$\rho_y = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} a_y = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 1,385 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_n = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} a_n = 1,293 + 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot 28 = 1,396 \text{ кг/м}^3,$$

де a_y – коефіцієнт для теплового періоду $a_y=10$, для холодного $a_y=25$;

a_n – коефіцієнт для теплового періоду $a_n=13$, для холодного $a_n=28$.

Для здійснення аерації (рис. 3.3) владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі цеху: перший ряд – на рівні 2 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок –10 м. На даху владнуємо витяжний ліхтар [23].



1 – поворотна панель; 2 – зашивка торця фонаря кровельною сталлю;
3 – електродугова піч; 4 – камера охолодження; 5 – зонт; 6 – приточні проєми

Рисунок 3.3 – Схема аерації електросталеплавильного цеху.

3.5 Розрахунок віброізоляції

Джерела вібрації встановлюють на віброізольовані фундаменти. При роботі з джерелами локальної вібрації використовують подвійні рукавиці, що складаються з тканинного корпусу та внутрішнього пружнодемпфованого елемента.

Послаблення вібрації досягають також конструктивними та технологічними мірами: урівноваженням, балансуванням частин, що обертаються, усуненням розбавтаності, підвищенням жорсткості конструкції.

Для зменшення рівня віброшвидкості пропонується встановлення пружинних амортизаторів. Виконаємо розрахунок віброізоляції димососу марки ДН-26×2 газоочистки електросталеплавильного цеху. Маса агрегату (димососу), $m = 25700$ кг, швидкість обертання $n = 745$ об/хв. Амплітуда обурюючої сили, $P_z = 10$ кН.

Циклічна (колова) частота коливань:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{745}{60} = 78 \text{ с}^{-1}.$$

Необхідна частота власних вертикальних коливань системи:

$$\omega_z = \frac{\omega}{4} = \frac{78}{4} = 19,5 \text{ с}^{-1}.$$

Необхідна поздовжня жорсткість віброізоляторів:

$$C_z = m\omega_z^2 = 25700 \cdot 19,5^2 = 10456875 \text{ Н/м}.$$

Приймаємо кількість віброізоляторів (пружин) $N=26$.

Поздовжня жорсткість однієї пружини:

$$c_z = \frac{C_z}{N} = \frac{10456875}{26} = 402188 \text{ Н/м}.$$

Амплітуда змушених коливань системи:

$$A_z = \frac{P_z}{m\omega^2 - C_z} = \frac{10000}{25700 \cdot 78^2 - 402188} = 0,000064 \text{ м}.$$

Динамічне навантаження на одну пружину:

$$P_d = A_z c_z = 0,000064 \cdot 402188 = 26 \text{ Н}.$$

Розрахункове навантаження на одну пружину:

$$P = \frac{mg}{N} + 1,5P_d = 25700 \cdot \frac{9,81}{26} + 1,5 \cdot 26 = 9736 \text{ Н.}$$

Приймаємо індекс пружини – співвідношення середнього діаметру пружини D до діаметру d :

$$c = \frac{D}{d} = 6.$$

Коефіцієнт, що враховує підвищення напруг у точках перерізу прутка, що лежать на внутрішній поверхні пружини, $k=1,26$.

Вибираємо у якості матеріалу пружини вуглецеву сталь з допущеною напругою $\tau=280$ МПа.

Діаметр прутка:

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{kPc}{\tau}} = 1,6 \sqrt{\frac{1,26 \cdot 9736 \cdot 6}{280 \cdot 10^6}} = 0,026 \text{ м.}$$

Приймаємо діаметр прутка $d = 30$ мм.

Середній діаметр пружини:

$$D = c \cdot d = 6 \cdot 0,03 = 0,18 \text{ м.}$$

Модуль зсуву $G = 80$ ГПа.

Число працюючих витків пружини:

$$i = \frac{Gd}{8c^3c_z} = \frac{80 \cdot 10^9 \cdot 0,03}{8 \cdot 6^3 \cdot 402188} = 3,45.$$

Приймаємо $i = 4$.

Число «мертвих» витків при $i \leq 7$, $i_z=1,5$.

Повне число витків пружини:

$$i_1 = i + i_z = 4 + 1,5 = 5,5.$$

Зазор між витками при максимальному робочому навантаженні:

$$\Delta_p = 0,1d = 0,1 \cdot 0,03 = 0,003 \text{ м.}$$

Осідання пружини при такому навантаженні:

$$\Delta = \frac{P}{c_z} = \frac{9736}{402188} = 0,024 \text{ м.}$$

Крок пружини:

$$h = d + \frac{\Delta}{i} + \Delta_p = 0,03 + \frac{0,024}{4} + 0,003 = 0,039 \text{ м.}$$

Висота ненавантаженої пружини, стиснутої до зіткнення витків:

$$H = (i_1 - 0,5)d = (5,5 - 0,5)0,03 = 0,15 \text{ м.}$$

Висота ненавантаженої пружини:

$$H_o = H + i(h - d) = 0,15 + 4(0,039 - 0,03) = 0,186 \text{ м.}$$

Пружинний віброізолятор повинен бути перевірений на стійкість.

Повинне виконуватися співвідношення:

$$\frac{H_o}{D} \leq 5,1.$$

Підставляючи відповідні значення, отримаємо

$$\frac{0,186}{0,18} = 1,03 \leq 5,1.$$

Віброізолятор стійкий.

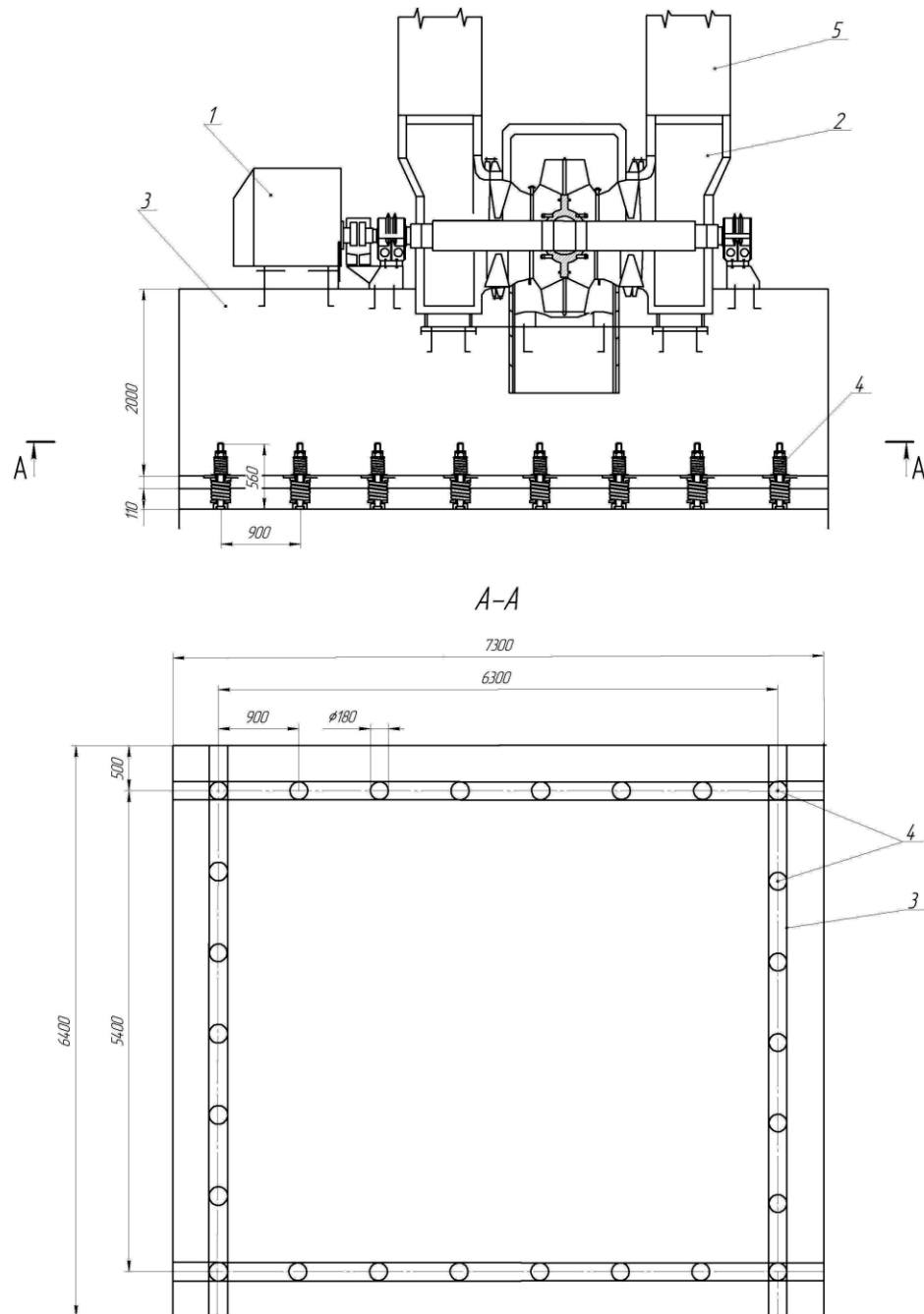
На основі розрахунку обрано 26 амортизаторів з висотою ненавантаженої пружини 0,186 м, встановлення яких забезпечує зменшення рівня віброшвидкості димососу (рис. 3.4).

3.6 Розрахунок захисного заземлення

Трансформаторна підстанція має наступні розміри: ширина – 3,5 м; довжина – 13,5 м. У електросталеплавильному цеху як засіб захисту від електричного струму прийнято захисне заземлення оскільки на підприємстві використовують трифазний змінний струм напругою 380/220 В і трипровідну систему. Електромережі трипровідної системи не мають нульового дроту і захисне заземлення електроустановки здійснюється за допомогою заземлюючих пристроїв.

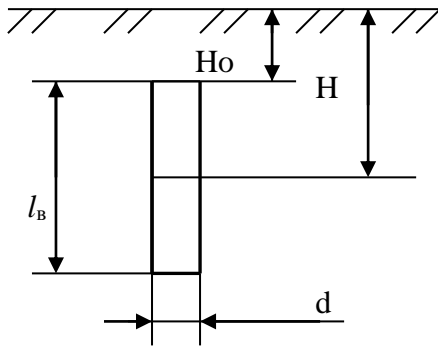
Підбираємо конструкцію комбінованого заземлюючого пристрою і визначимо його опір розтіканню струму замикання на землю для наступних умов: вертикальні електроди із сталевих труб діаметром 63 мм, завдовжки 3 м, верхні кінці яких з'єднуються між собою за допомогою горизонтального

електроду – сталевій смуги перетином 4×40 мм, укладеною в землю на глибині $H_0 = 0,75$ м (рис. 3.5). Грунт – змішаний, питомий опір якого $\rho = 10000$ Ом·см. Кліматичний район розташування об'єкту – II. Потужність трансформатора з ізольованою нейтраллю – 180 кВ·А.



1 – електродвигун; 2 – димосос ДН-26×2; 3 – опорна станина; 4 – пружна опора, що регулюється; 5 – газохід

Рисунок 3.4 – Віброізоляція димососа



$$H = \frac{l}{2} + H_0 = \frac{3}{2} + 0,75 = 2,25 \text{ м.}$$

Рисунок 3.5 – Схема розташування заземлювача в ґрунті

Тип заземлювача вибираємо контурний, розміщений по периметру підстанції. При цьому вертикальні електроди розміщуємо на відстані 6 м один від одного.

Для установок напругою до 1000 В з ізолюваною нейтраллю допустимий опір заземлювача має бути не більш $R_d = 4$ Ом. Для II кліматичної зони для комбінованого заземлителя кліматичний коефіцієнт складає $\psi = 1,6$.

Визначаємо розрахункові опіри розтіканню електродів – вертикального R_B і горизонтального R_G по наступних формулах [17]:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_e} \left(\ln \frac{2 \cdot l_e}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H + l_e}{4H - l_e} \right),$$

де ρ_z – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·см;

l_e – довжина вертикального електрода, см;

d – діаметр електрода, см.

H – заглиблення електроду на середині його довжини (рис. 3.5), см.

Розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_e = \psi \cdot \rho = 1,6 \cdot 10000 = 1,6 \cdot 10^4 \text{ Ом см.}$$

$$R_B = \frac{1,6 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 300} \left(\ln \frac{2 \cdot 300}{6,3} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 225 + 300}{4 \cdot 225 - 300} \right) \approx 41,64 \text{ Ом;}$$

Знаходимо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачей в контурі:

$$n = \frac{R_B}{R_D} = \frac{41,64}{4} = 11 \text{шт.}$$

Приймаємо відстань між заземлювачами:

$$a = 2 l_e = 2 \cdot 300 = 600 \text{ см.}$$

Далі, зважаючи на те, що прийнятий заземлювач контурний і що кількість заземлювачей – 11 шт, а відношення $a/l_e = 600/300 = 2$, визначаємо коефіцієнт використання електродів заземлювача, враховуючий їх взаємне екранування – $\eta_{e.з} = 0,66$. [18].

Визначимо кількість заземлювачей з урахуванням їх взаємного екранування:

$$n_з = \frac{n}{\eta_{e.з}} = \frac{11}{0,66} \approx 17 \text{шт.}$$

Довжина смуги, що сполучає заземлювачі:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot n_з, \text{ см}$$

$$l_n = 1,05 \cdot 600 \cdot 17 = 10710 \text{ см} = 107,1 \text{ м.}$$

Опір горизонтальної смуги:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi \cdot l_n} \ln \frac{2 \cdot l_n^2}{b \cdot H_0},$$

де H_0 – заглиблення смуги, см;

b – ширина сполучної смуги, см;

l_n – довжина сполучної смуги, см.

$$R_z = \frac{1,6 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 10710} \ln \frac{2 \cdot 10710^2}{0,4 \cdot 750} = 3,22 \text{ Ом.}$$

Дійсний опір горизонтального заземлювача з врахуванням взаємного екранування:

$$R_r = \frac{R_z}{\eta_r}$$

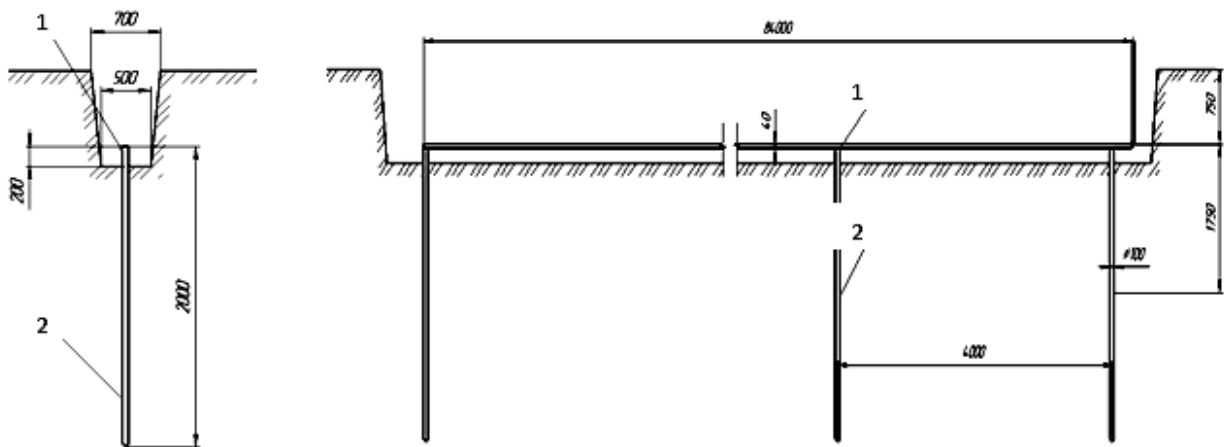
де $\eta_r = 0,34$ – коефіцієнти використання заземлюючого горизонтального провідника [18].

$$R_r = \frac{3,22}{0,34} = 9,5 \text{ Ом.}$$

Знайдемо опір розтіканню прийнятого групового заземлювача:

$$R = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B \cdot \eta_z + R_r \cdot \eta_g \cdot n_3} = \frac{41,64 \cdot 9,5}{41,64 \cdot 0,34 + 9,5 \cdot 0,66 \cdot 17} = 3,3 \text{ Ом.}$$

Цей опір менший, ніж необхідний $R_d = 4 \text{ Ом}$, отже приймаємо цей результат остаточним. Схема заземлення, отримана в результаті розрахунку, показана на рис. 3.6.



1 – сполучна смуга; 2 – заземлювачі

Рисунок 3.6 – Схема заземлення трансформатора трансформаторної підстанції електросталеплавильного цеху

3.7 Розрахунок автоматичної установки пожежогасіння

Автоматичні установки пожежогасіння для кабельних підвалів необхідно передбачати при об'ємі підвалу більше 100 м^3 . Розрахуємо установку парового пожежогасіння для кабельного тунелю електросталеплавильного цеху. Довжина тунелю $L = 130 \text{ м}$, ширина $S = 1,8 \text{ м}$ й висота $H = 2,0 \text{ м}$.

Для гасіння пожежі необхідно понизити концентрацію кисню в повітрі у вогнищі до такої, при якій горіння неможливе. Для гасіння використовують насичену відпрацьовану водяну пару або перегріту пару технологічного призначення. Переважно використовувати насичену пару. Вогнегасильна концентрація водяної пари в повітрі $C_{\text{п}} = 35\%$ [22].

Стаціонарні установки подають пару в кабельний тунель через розподільні перфоровані труби, прокладені на висоті 200...300 мм від підлоги уздовж стін. Діаметр отворів – 5 мм. Отвори розташовують так, щоб струмінь пари був направлений горизонтально всередину приміщення. Трубопроводи, що підводять пару до установки пожежогасіння прокладають з ухилом. У низьких місцях передбачають спускові пристрої для конденсату.

Інтенсивність подачі пари приймають на основі практичних даних. Її значення лежить в межах від $0,002 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ для приміщень із закритими отворами до $0,005 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$ для приміщень з великою площею відкритих отворів [22]. Оскільки тунель велику частину часу закритий, приймаємо інтенсивність подачі пари $i = 0,003 \text{ кг/с}\cdot\text{м}^2$.

Внутрішній об'єм приміщення, що захищається:

$$V = LSH = 130 \cdot 1,8 \cdot 2 = 468 \text{ м}^3.$$

Загальна витрата пари:

$$G = i V = 0,003 \cdot 468 = 1,404 \text{ кг/с}.$$

Приймаючи щільність пари $\rho = 0,804 \text{ кг/м}^3$, знаходимо об'ємну витрату пари:

$$Q = G/\rho = 1,404/0,804 = 1,75 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Зміна концентрації пари в повітрі з часом описується залежністю:

$$C = 100[1 - \exp(-Q\tau/V)],$$

де C – поточна концентрація пари, об. %;

τ – час, за який змінюється концентрація пари в повітрі, с.

З рівняння час, протягом якого припиниться горіння, якщо $C = C_{\text{п}}$, складе:

$$\tau = \frac{V}{Q} \ln\left(\frac{100}{100 - C_n}\right) = \frac{468}{1,75} \ln\left(\frac{100}{100 - 35}\right) = 115 \text{ с.}$$

Отже горіння припиниться менш ніж через 2 хвилини. тоді кількість пари, яку необхідно витратити на пожежогасіння:

$$M = G \cdot \tau = 1,404 \cdot 115 = 161 \text{ кг.}$$

3.8 Розрахунок системи блискавкозахисту

З метою попередження прямого удару і другорядних проявів блискавок при проектуванні цеху, ділянку пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху пропонується обладнати системами блискавкозахисту. Схема будівлі представлена на рис. 3.7. Розміри будівлі: довжина $b = 60$ м, ширина $a = 20$ м, висота $H = 15$ м.

Зона захисту – Б, значить зона захисту має надійність 95 %.

Вибираємо тип громовідводу: одиничний тросовий громовідвід, що встановлений на мачтах, розташованих на подовжній осі будівлі на відстані 4 м від краю будівлі.

На відстані $h_x = 24$ м ширина зони (мінімальна) із запасом 1,5 м з кожного боку будівлі повинна складати:

$$2r_x = a + (2 + 2) = 20 + 4 = 24 \text{ м.}$$

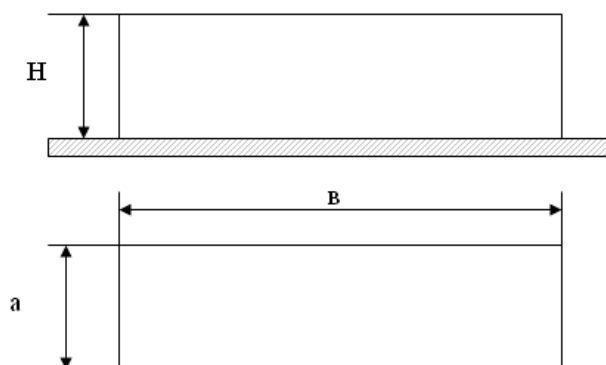


Рисунок 3.7 – Схема ділянки пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху

Висота зони захисту h_0 над землею [21]:

$$h_0 = 0,92 \cdot h,$$

де h – висота троса над землею в точці максимального провалу, м.

Радіус зони захисту на рівні землі, м [21]:

$$r_0 = 1,7 \cdot h.$$

Радіус зони захисту на висоті h_x для такого вигляду громовідводу визначається за формулою [21]:

$$r_x = 1,7 \cdot (h - h_x/0,92).$$

Для зони Б висота одиничного тросового громовідводу при відомих h_x і r_x визначається за формулою [21]:

$$h = (r_x + 1,85 \cdot h_x)/1,7.$$

Тоді отримаємо:

$$h = (12 + 1,85 \cdot 15)/1,7 = 23,4 \text{ м.}$$

Значить

$$r_0 = 1,7 \cdot 23,4 = 39,8 \text{ м;}$$

$$h_0 = 0,92 \cdot 23,4 = 21,5 \text{ м.}$$

Висота сталевого троса h перетином 35-50 мм² над поверхнею землі в точці його найбільшого провисання при довжині прольоту $a < 120$ м дорівнює:

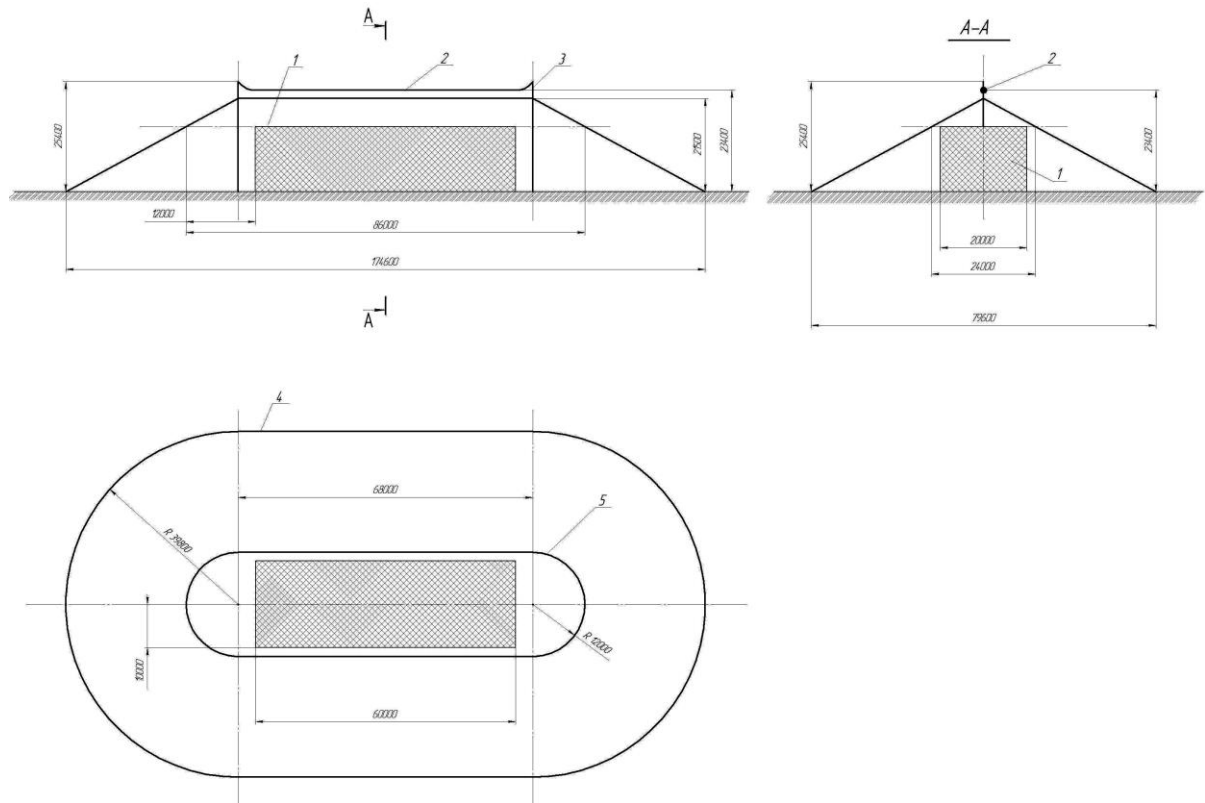
$$h = h_{\text{оп}} - 2,$$

де $h_{\text{оп}}$ – висота опор, м.

Тоді:

$$h_{\text{оп}} = 23,4 + 2 = 25,4 \text{ м.}$$

Будинок входить в зону захисту (це видно з розрахунків), значить обраний одиничний тросовий громовідвід забезпечить необхідний блискавкозахист. На рисунку 3.8 показана розрахункова схема блискавкозахисту.



- 1 – ділянка пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху;
 2 – трос; 3 – опора тросу; 4 – границя зони блискавкозахисту на рівні землі;
 5 – границя зони блискавкозахисту на рівні висоти ділянки

Рисунок 3.8 – Схема блискавкозахисту ділянки пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху

3.9 Висновки до розділу 3

1. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії. Кваліфікаційним проектом пропонується застосувати тепловідвідний екран котрий встановлюється на порталну камеру на склепінні електродугової печі. Необхідна кількість води на екран 502 кг/год. Використання тепловідвідного екрану забезпечить зменшення оплавлення склепіння печі при підвищенні температури в печі, і захистить його від полум'я, що вибивається через зазори отворів для пропуску електродів, а також підвищить термін роботи електродів.

2. Для зниження рівня шуму на робочому місці сталевара дугової печі пропанується встановити звукоізолюваний пост управління, з необхідною звукоізолюючою здатністю $R=22,7$ дБА, що вище необхідного коефіцієнта звукоізоляції $R=16$ дБА, отже запропонована звукоізолююча кабіна забезпечить захист від підвищеного рівня шуму на посту управління сталевара.

3. Для видалення надлишкового тепла з пічного прольоту цеху виконаний розрахунок аерації. Сумарне надлишкове тепло складає 5995323 кДж. Для його видалення спроектовані приточні та витяжні проєми. Площа приточних проємів у теплий період року 287м^2 , у холодний – 210м^2 . Площа витяжних проємів у теплий період – 224 м^2 , у холодний – 166 м^2 . Для здійснення аерації владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі цеху: перший ряд – на рівні 2 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок –10 м. На даху владнуємо витяжний ліхтар.

4. Для зменшення віброізоляції було виконано розробку віброізоляції димососу ДН-26×2 за допомогою встановлення 26 пружинних амортизаторів з висотою ненавантаженої пружини 0,186 м.

5. Розроблені заходи щодо електробезпеки електросталеплавильного цеху. Виконано розрахунок захисного заземлення трансформаторної підстанції електросталеплавильного цеху: проєктований заземлювач – контурний виносний, складається з 17 вертикальних стержневих електродів завдовжки 3 м і діаметром 63 мм і горизонтального електроду у вигляді сталевий смуги перетином 4×40 мм, заглиблених в землю на 0,75 м.

6. Розроблені протипожежні заходи і засоби гасіння пожеж. Виконаний розрахунок установки парового пожежогасіння для кабельного тунелю електросталеплавильного цеху. Горіння припиниться менш ніж через 2 хвилини, кількість пари, яку необхідно витратити на пожежогасіння 161 кг.

7. З метою попередження прямого удару і другорядних проявів блискавок ділянку пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху пропонується обладнати системами блискавкозахисту. Обираємо одиничний

тросовий громовідвід, що встановлений на мачтах, розташованих на подовжній осі будівлі на відстані 4 м від краю будівлі. Ширина зони (мінімальна) із запасом 1,5 м з кожного боку будівлі складає 24 м. Висота зони захисту над землею 21,5 м. Радіус зони захисту на рівні землі 39,8 м.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

4.2 Організація виробництва

Структура управління виробництвом повинна забезпечувати оперативність, надійність, повноту контролю та керівництва ходом технологічного процесу.

На рис. 4.1 представлена схема управління електросталеплавильним цехом.



Рисунок 4.1 – Організаційна структура управління електросталеплавильним цехом

Начальник цеху:

- здійснює керування виробничо-господарчу діяльність цеху;

- забезпечує виконання завдань у встановлені строки, ритмічний випуск продукції, ефективне використання основних та оборотних фондів;

- організує планування, облік, складання та своєчасне представлення звітності о виробничій діяльності цеху, роботу по розвитку та укріпленню господарчого розрахунку, покращенню нормування праці, правильному застосуванню форм та систем заробітної платні та матеріального стимулювання, узагальненню та розповсюдженню новітніх прийомів та методів праці, вивченню та впровадженню новітнього вітчизняного та закордонного досвіду конструювання та технології виробництва аналогічної продукції, розвитку раціоналізації та винахідництва;

- забезпечує своєчасну наладку та технічно вірну експлуатацію обладнання та інших основних засобів, виконання графіків їх ремонту, безпечні умови праці, а також своєчасне представлення працівникам пільг по умовам праці;

- надає працівникам цеху підтримку та забезпечує розповсюдження їх творчої ініціативи;

- проводить виховні роботи в колективі;

- здійснює підбір кадрів цеху, їх розстановку та доцільне використання;

- контролює дотримання працівниками правил та норм охорони праці та техніки безпеки, виробничої та трудової дисципліни, правил внутрішнього трудового розпорядку;

- вносить пропозиції про заохочення працівників, що відрізнялися, накладанні дисциплінарних стягнень на порушників виробничої та трудової дисципліни, застосуванні при необхідності мір матеріального впливу;

Безпосередньо начальнику цеху підкоряються: заступник начальника цеху, заступник начальника по обладнанню, заступник начальника по технологічному процесу, інженер по нормуванню, начальник планово-економічного бюро, інженер-економіст, завідувач конторою.

Заступник начальника цеху керує виробничою діяльністю цеху; йому підкоряються начальники змін та старші майстри.

Заступник начальника по обладнанню здійснює планування технічного розвитку виробництва та модернізації обладнання, в розслідуванні причин аварій та підвищеного зносу обладнання та приймає міри по їх попередженню. Координує роботу майстрів та цехових служб. Створює умови для проявлення творчої ініціативи та активності працівників.

Заступник по технологічному процесу проводить роботу по вдосконаленню організації виробництва, його технології, механізації та автоматизації виробничих процесів, попередженню браку та підвищення якості виробів, економії усіх видів ресурсів, освоєння нової продукції та технологічних процесів, використанню резервів підвищення продуктивності праці, а також по підвищенню рентабельності виробництва, зниженню трудомісткості, та собівартості продукції.

Інженер по нормуванню організує роботу по нормуванню праці, розрахунку норм, аналізу їх якості та своєчасному перегляду, впровадженню технічно обґрунтованих нормативів по праці, розширенню сфери нормування праці робочих – почасових та службовців, вдосконаленню нормування на основі застосування міжгалузевих та галузевих нормативів по праці, методів мікроелементного нормування.

Інженер-економіст виконує роботу по здійсненню економічної діяльності підприємства, направленої на підвищення ефективності та рентабельності виробництва, якості продукції, що випускається, та освоєння нових видів, досягнення високих кінцевих результатів при оптимальному використанні матеріальних, трудових та фінансових ресурсів. Підготовує вихідні дані для складення проектів господарчо-фінансової, виробничої та комерційної діяльності (бізнес-планів) підприємства з метою забезпечення росту об'ємів збуту продукції та збільшення прибутку.

Виконує розрахунки по матеріальним, трудовим та фінансовим затратам, необхідні для виробництва та реалізації продукції, що випускається, освоєння нових видів продукції, прогресивної техніки та технології. Здійснює економічний аналіз господарчої діяльності

підприємства та його підрозділів, розробляє міри по забезпеченню режиму економії, підвищенню рентабельності виробництва, конкурентоздатності продукції, що випускається, продуктивність праці, зниженню витрат на виробництво та реалізацію продукції, усуненню втрат та непродуктивних витрат, а також виявленню можливостей додаткового випуску продукції. Визначає економічну ефективність організації праці та виробництва, впровадження нової техніки та технологій, раціоналізаторських пропозицій та винаходів.

4.2 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму в електросталеплавильному цеху за рік:

- середньооблікова чисельність працюючих, $Ч = 500$ чол.;
- загальна кількість випадків захворювань, $Н_з = 250$;
- кількість виявлених професійних захворювань, $Н_{зп} = 0$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях, $ДН_з = 2500$;
- кількість нещасних випадків, $Н_т = 2$;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами, $ДН_т = 80$.

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 Н_з / Ч.$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 250 / 500 = 50.$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{тз} = ДН_з / Н_з.$$

$$K_{тз} = 2500 / 250 = 10.$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чт} = 1000 Н_т / Ч.$$

$$K_{чт} = 1000 \cdot 2 / 500 = 4.$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{тт} = ДН_т / Н_т.$$

$$K_{тт} = 80 / 2 = 40.$$

Оцінимо економічні наслідки захворюваності і травматизму в електросталеплавильному цеху, виходячи з таких умов:

- середнє денне вироблення, $СВ = 460$ грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції, $З = 0,9$ грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості, $УП = 0,2$;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності, $ВН = 320$ грн.;
- фонд робочого часу на одного працівника в році, $Т_p = 230$ дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника, $Ш = 8500$ грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$ДН = ДН_з + ДН_т.$$

$$ДН = 2500 + 80 = 2580.$$

Скорочення випуску продукції у зв'язку із захворюваністю і травматизмом:

$$СП = ДН \cdot СВ.$$

$$СП = 2580 \cdot 460 = 1\,186\,800 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$С = СП \cdot З.$$

$$С = 1\,186\,800 \cdot 0,9 = 1\,068\,120 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$ЗС = С \cdot УП.$$

$$ЗС = 1\,068\,120 \cdot 0,2 = 213\,624 \text{ грн.}$$

Підприємство оплачує 5 перших днів тимчасової непрацездатності потерпілому від нещасного випадку (далі виплати здійснює Фонд соціального страхування). Тоді виплати по листках непрацездатності травмованим складуть:

$$В_т = 5Н_т \cdot ВН.$$

$$В_т = 5 \cdot 2 \cdot 320 = 3200 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$B_3 = ДН_3 \cdot ВН.$$

$$B_3 = 2500 \cdot 320 = 800\,000 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$B = B_T + B_3.$$

$$B = 3200 + 800\,000 = 803\,200 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$З = ЗС + B + Н_ТШ.$$

$$З = 213\,624 + 803\,200 + 2 \cdot 8500 = 1\,033\,824 \text{ грн.}$$

4.3 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в електросталеплавильному цеху

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності: тепловідвідний екран, звукоізований пост управління, аерація (приточні та витяжні проєми), віброізоляція димососу, захисне заземлення трансформаторної підстанції, установка парового пожежогасіння для кабельного тунелю, система блискавкозахисту.

В результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно втричі, а зниження загальної захворюваності – на 10%. Таким чином, замість 2 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 1.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть: тепловідвідний екран (ОВ₁) – 300 тис. грн.; звукоізований пост управління (ОВ₂) - 400 тис. грн.; аерація (приточні та витяжні проєми) (ОВ₃) - 300 тис. грн.; віброізоляція димососу (ОВ₄) - 300 тис. грн.; захисне заземлення трансформаторної підстанції (ОВ₅) – 100 тис. грн.; установка парового пожежогасіння для кабельного тунелю (ОВ₆) - 150 тис. грн.; система блискавко захисту (ОВ₇) – 75,079 тис. грн. Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 5000 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4 + OB_5 + OB_6 + OB_7.$$

$$OB = 400\,000 + 300\,000 + 300\,000 + 300\,000 + 100\,000 + 150\,000 + 75\,079 = \\ = 1\,625\,079 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 2 - 1 = 1.$$

Зменшення днів непрацездатності:

$$\Delta ДН = \Delta H \cdot K_{\text{гг}} + 0,15 ДН_3.$$

$$\Delta ДН = 1 \cdot 40 + 0,1 \cdot 2500 = 290 \text{ днів.}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ.$$

$$ГСВ = 230 \cdot 460 = 105\,800 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч.$$

$$\Delta T = 290 / 500 = 0,58.$$

Приріст продуктивності праці:

$$П_T = [(T_p + \Delta T) / T_p - 1] 100.$$

$$П_T = [(230 + 0,58) / 230 - 1] 100 = 0,252 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot 3 \cdot П_T \cdot УП.$$

$$E_c = 105\,800 \cdot 500 \cdot 0,9 \cdot 0,00252 \cdot 0,2 = 239\,954,4 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:

$$E_l = (5 \cdot \Delta H_T + \Delta ДН_3) \cdot ВН.$$

$$E_l = (5 \cdot 1 + 290) \cdot 320 = 94\,400 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{\text{ш}} = Ш \cdot \Delta H.$$

$$E_{\text{ш}} = 8500 \cdot 1 = 8\,500 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

$$E_{\text{еф}} = E_c + E_l + E_{\text{ш}} - ТЗ - 0,15 OB.$$

$$E_{\text{еф}} = 239\,954,4 + 94\,400 + 8\,500 - 5000 - 0,15 \cdot 1\,625\,079 = 94\,092,45 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{ок} = E3 / (\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_л + \mathcal{E}_ш - T3).$$

$$C_{ок} = 1\,625\,079 / (239\,954,4 + 94\,400 + 8500 - 5000) = 4,81 \text{ років.}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = (E_c + E_л + E_ш - ПВ) / ОВ.$$

$$E = (239\,954,4 + 94\,400 + 8500) / 1\,625\,079 = 0,21 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в електросталеплавильному цеху

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина
Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях	дні	2500
Кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами	дні	80
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	1 625 079
Додаткові поточні витрати в рік	грн.	213 624
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні	290
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.	0,58
Приріст продуктивності праці	%	0,252
Зниження собівартості продукції	грн.	239 954,4
Річний економічний ефект від пропонованих заходів	грн.	94 092,45
Термін окупності одноразових витрат	років	4,81
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік	0,21

4.4 Висновки до розділу 4

Соціальний ефект від впровадження запропонованих заходів виразиться у зменшенні травматизму та захворюваності. Очікуваний річний економічний ефект від запропонованих заходів за рахунок скорочення виплат по листках непрацездатності травмованим та зниження собівартості продукції складе 94 092,45 грн. Запропоновані засоби захисту з охорони праці в електросталеплавильному цеху окупляться за 4,81 років.

ВИСНОВКИ

1. У теоретичному розділі приведені опис конструкції і принципу дії електродугової печі ДСВ-50, сировина для виплавки сталі, технологія виплавки сталі, опис головної будівлі електросталеплавильного цеху СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» і прольотів, основні вантажопотоки цеху СПЦ-3.

2. У другому розділі досліджена безпека електросталеплавильного процесу і устаткування, розглянуті потенційні небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху. Дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця сталевара електросталеплавильної печі. Умови праці відносяться до III класу 3 ступені. Робоче місце має в наявності 2 чинника I ступеню, 1 чинник II ступеню і 6 чинників III ступеню. За показниками робоче місце слід рахувати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

3. Виконані технічні рішення по виробничій санітарії. Запропоновано застосувати тепловідвідний екран котрий встановлюється на порталну камеру на склепінні електродугової печі. Необхідна кількість води на екран 502 кг/год. Використання тепловідвідного екрану забезпечить зменшення оплавлення склепіння печі при підвищенні температури в печі, і захистить його від полум'я, що вибивається через зазори отворів для пропуску електродів, а також підвищить термін роботи електродів.

4. Для зниження рівня шуму на робочому місці сталевара дугової печі пропанується встановити звукоізований пост управління, з необхідною звукоізолюючою здатністю $R=22,7$ дБА, що вище необхідного коефіцієнта звукоізоляції $R=16$ дБА, отже запропонована звукоізолююча кабіна забезпечить захист від підвищеного рівня шуму на посту управління сталевара.

5. Для видалення надлишкового тепла з пічного прольоту цеху виконаний розрахунок аерації. Сумарне надлишкове тепло складає 5995323 кДж. Для його видалення спроектовані приточні та витяжні проєми.

Площа приточних проємів у теплий період року 287м^2 , у холодний – 210м^2 . Площа витяжних проємів у теплий період – 224 м^2 , у холодний – 166 м^2 . Для здійснення аерації владнуємо два ряди отворів в подовжніх стінах будівлі цеху: перший ряд – на рівні 2 м від підлоги, другий – на рівні підкранових балок –10 м. На даху владнуємо витяжний ліхтар.

6. Для зменшення віброізоляції було виконано розробку віброізоляції димососу ДН-26×2 за допомогою встановлення 26 пружинних амортизаторів з висотою ненавантаженої пружини 0,186 м.

7. Розроблені заходи щодо електробезпеки електросталеплавильного цеху. Виконано розрахунок захисного заземлення трансформаторної підстанції електросталеплавильного цеху: проектований заземлювач – контурний виносний, складається з 17 вертикальних стержневих електродів завдовжки 3 м і діаметром 63 мм і горизонтального електроду у вигляді сталевий смуги перетином $4\times 40\text{ мм}$, заглиблених в землю на 0,75 м.

8. Розроблені протипожежні заходи і засоби гасіння пожеж. Виконаний розрахунок установки парового пожежогасіння для кабельного тунелю електросталеплавильного цеху. Горіння припиниться менш ніж через 2 хвилини, кількість пари, яку необхідно витратити на пожежогасіння 161 кг.

9. З метою попередження прямого удару і другорядних проявів блискавок ділянку пічних трансформаторів електросталеплавильного цеху пропонується обладнати системами блискавкозахисту. Обираємо одиничний тросовий громовідвід, що встановлений на мачтах, розташованих на подовжній осі будівлі на відстані 4 м від краю будівлі. Ширина зони (мінімальна) із запасом 1,5 м з кожного боку будівлі складає 24 м. Висота зони захисту над землею 21,5 м. Радіус зони захисту на рівні землі 39,8 м.

10. Очікуваний річний економічний ефект від запропонованих заходів за рахунок скорочення виплат по листках непрацездатності травмованим та зниження собівартості продукції складе 94 092,45 грн. Запропоновані засоби захисту з охорони праці в електросталеплавильному цеху окупляться за 4,81 років.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кузьменко А.Г., Мазуров Е.Ф., Фролов Ю.Ф. Технологические аспекты повышения эффективности внепечной обработки электросталеплавильного комплекса. *Сталь*. 2006. №4. С. 33-37.
2. Римкевич В.С., Буцкий Е.В., Курасов В.И. Совершенствование технологии выплавки и улучшение качества металлопродукции с применением технологии внепечного рафинирования. *Сталь*. 2002. № 11. С. 30-31.
3. Голос Украины: Концепция развития горнометаллургического комплекса Украины до 2010 года. 1995. № 9. С. 20-28.
4. Гаврилко С.О. Основи проектування металургійних цехів: конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401 «Металургія чорних металів». Запоріжжя, 2006. 92 с.
5. Поволоцкий Д.Я., Рощин В.Е. Электросталеплавильная металлургия стали и ферросплавов. М.: Металлургия, 1984. 488 с.
6. Колосов М.И. Внепечные методы обработки металла. М.: Наука, 1978. 408 с.
7. Галицкий Ю.П. Теория и технология разливки стали. Расчёт МНЛЗ. Запорожье: ЗГИА, 1995. 231 с.
8. Сборник технологических инструкций по разливке стали. 3.: ОАО Днепропеталь, 1999. 253 с.
9. Никольский А.Е., Зиннуров И.Ю. Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов: учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1993. 272 с.
10. Ефанов П.Д., Берг И.А. Охрана труда и техника безопасности в сталеплавильном производстве. М.: Металлургия, 1987. 230с.
11. Ефанов П.Д., Карнаух Н.Н. Безопасность труда в основных производствах черной металлургии. Справочник. М.: Металлургия, 1982. 248 с.

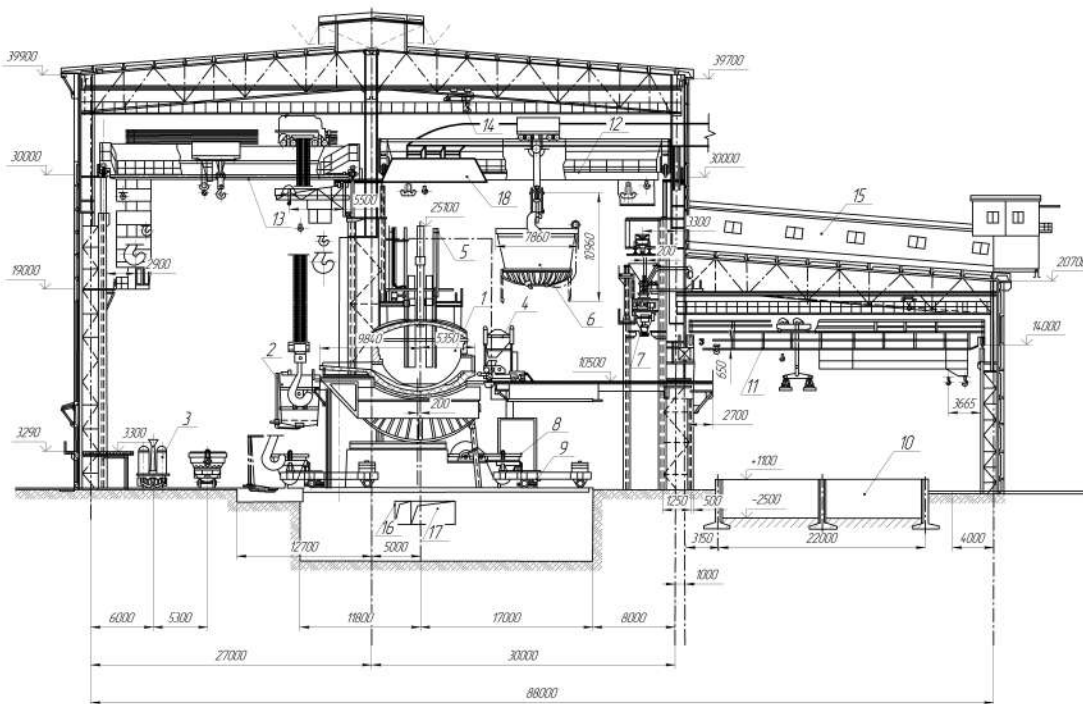
12. Тарасов В.К. Безпека технологічних процесів і устаткування. Запоріжжя, ЗДІА, 2008. 164с.
13. Бринза В.Н., Зиньковский М. М. Охрана труда в чёрной металлургии. М.: Металлургия, 1982. 335с.
14. Трахтенберг А.М., Коршун М.М., Чебанова О.В. Гигиена труда и производственная санитария. К.: Киев, 1997. 462с.
15. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. М.: Металлургия, 1986. 460с.
16. Геврик Є.О. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
17. Юдин Е.Я. Справочник проектировщика. Защита от шума. М.: Стройиздат, 1974. 134 с.
18. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Мн.: Беларусь, 1987. 479 с.
19. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1984. 448с.
20. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии. М.: Металлургия, 1991. 132с.
21. Рожков А. П. Пожарная безопасность на производстве. К.: Охрана труда, 1997. 448с.
22. Собурь С.В. Установки пожаротушения автоматические: Справочник. – 2-е изд. доп. (с изм.). М.: Спецтехника, 2002. 400 с.
23. Белоконь К.В., Цимбал В.А., Андрух І.О. Розробка заходів з охорони праці на підприємствах електросталеплавильного виробництва. XXIV Науково-технічна конференція студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів. Проблеми сучасного будівництва, екологічної безпеки та охорони праці. Запоріжжя: ІІ ЗНУ, 2019. Т. 2 С. 131.
24. Єгупов Ю.А. Організація виробництва на промисловому підприємстві. Навчальний посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2006.

488 с.

25. Беренда Н.В., Малишева І.В. Організація виробництва. Методичні вказівки до виконання організаційної частини дипломного проекту для студентів ЗДІА професійного напрямку “Металургія” денної та заочної форми навчання. Запоріжжя, 2006. 38с.

26. Іващенко О.В. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічної частини дипломного проекту для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401. Запоріжжя, 2004. 32 с.

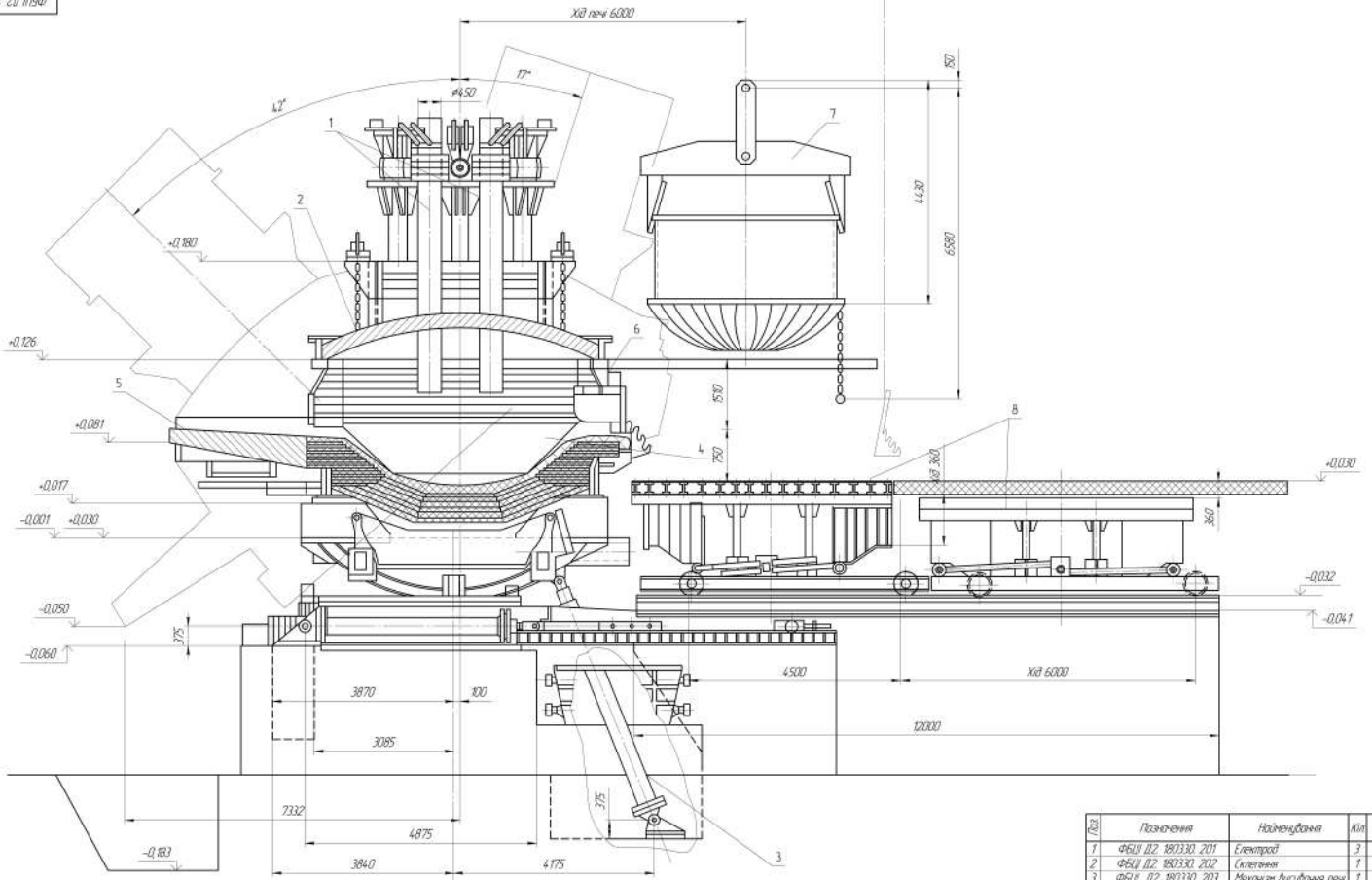
ВЕРХНИЙ ЭТАЖ



Поз.	Позначения	Наименования	Кол.	Прим.
1	ФБШ Д.2 150673 101	Электродревора пч ДВ-50	4	
2	ФБШ Д.2 150673 102	Кран	2	
3	ФБШ Д.2 150673 103	Установка сиромого дозирования	2	
4	ФБШ Д.2 150673 104	Машина для забортания металлов	2	
5	ФБШ Д.2 150673 105	Установка для Медення кислоты в пч	2	
6	ФБШ Д.2 150673 106	Краны для забортания шихты	2	
7	ФБШ Д.2 150673 107	Электрокаран-вазлы	2	
8	ФБШ Д.2 150673 108	Шкафы пч	2	
9	ФБШ Д.2 150673 109	Ванн для пробирания шихты	2	
10	ФБШ Д.2 150673 110	Защита для металлург шихты	4	
11	ФБШ Д.2 150673 111	Магнитно-гравитационный кран	2	
12	ФБШ Д.2 150673 112	Мультидозировочный кран	2	
13	ФБШ Д.2 150673 113	Разливочный кран	2	
14	ФБШ Д.2 150673 114	Тельфер	2	
15	ФБШ Д.2 150673 115	Панельное дерево и Медення кислоты материал на цеху обжигу Вольфа	1	
16	ФБШ Д.2 150673 116	Кабельный тень	1	
17	ФБШ Д.2 150673 117	Шланг тень	1	
18	ФБШ Д.2 150673 118	Полноразмерный зонит	2	

ФБШ Д.2. 180330. 200 3В

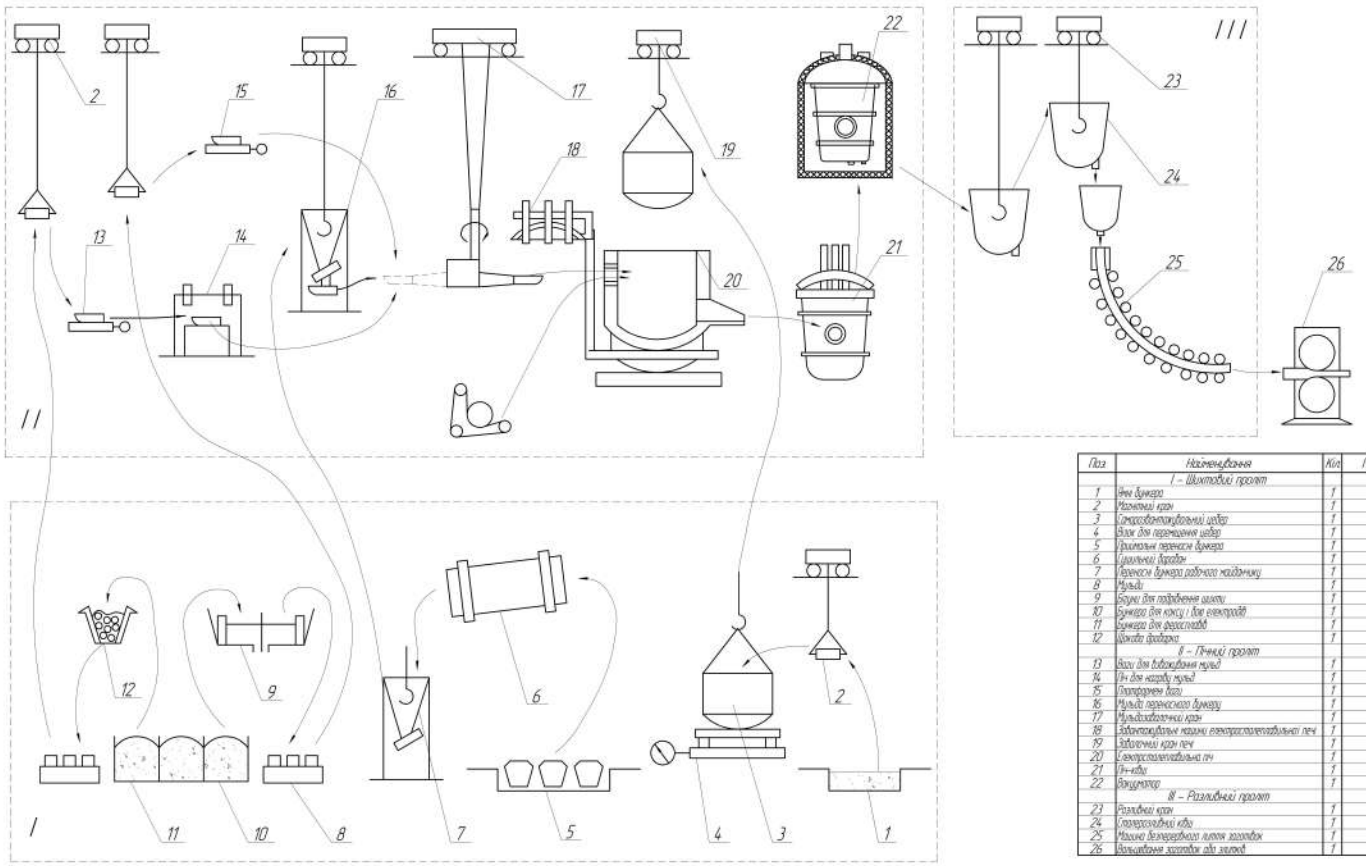
Исполн.	Пр. Инжен.	Инж.	Монтаж.	Провер.	Масштаб
Исполн.	Инженер Д.2				1:200
Проект.	Инженер Д.2				
Деталь.	Инженер Д.2				
Контур.	Инженер Д.2				
Рисунг.	Инженер Д.2				
Контур.	Инженер Д.2				



№ п/п	Позначения	Наименования	Кол	Примеч
1	ФБЦ Д2.180330.201	Электроп	3	
2	ФБЦ Д2.180330.202	Соединит	1	
3	ФБЦ Д2.180330.203	Механизм дисковой печи	1	
4	ФБЦ Д2.180330.204	Ванна	1	
5	ФБЦ Д2.180330.205	Зольный канал	1	
6	ФБЦ Д2.180330.206	Корпус	1	
7	ФБЦ Д2.180330.207	Дополнительно блюдо	1	
8	ФБЦ Д2.180330.208	Воск	2	

ФБЦ Д2.180330.200.3В				
№	Имя	Ф. Имя	Пол	Дата
Проект	Иванов И.			1.50
Конструктор	Иванов И.			
Проверка	Иванов И.			
Издание	Иванов И.			
Лист	Иванов И.			

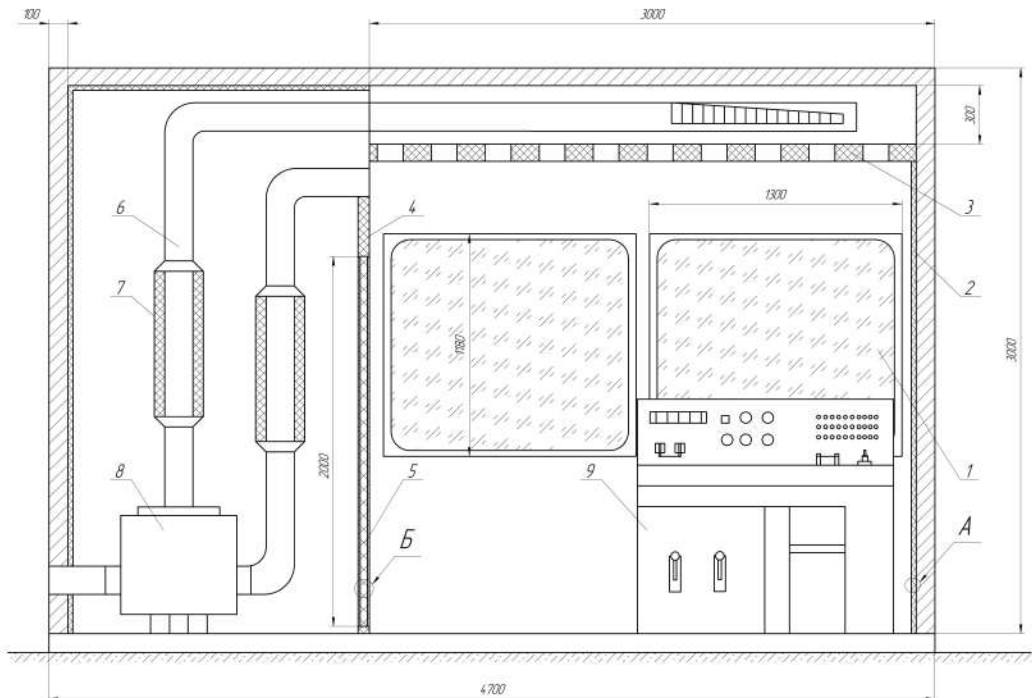
Проект разработан в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р 50370-2008. Проект выполнен в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р 50370-2008.



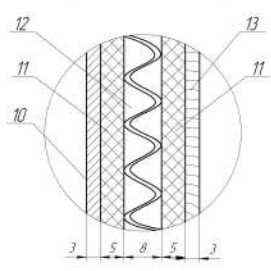
Поз	Наименование	Кол	Примечание
1	Лин. бункер	1	I - Шихтовое горел
2	Раздатный кран	1	
3	Саморазогреваемый ведро	1	
4	Вилы для перемещения ведер	1	
5	Раздатный переключатель бункера	1	
6	Раздатный бункер	1	
7	Поршневый бункер рабочей машины	1	
8	Мельница	1	
9	Бункер для подброски шихты	1	
10	Бункер для кокса и для электродов	1	
11	Бункер для древесных опилок	1	
12	Кранчик для шихты	1	
13	Вилы для выгрузки шихты	1	II - Печное горел
14	Пл. для загрузки шихты	1	
15	Газорегулирующий вентиль	1	
16	Мельница для шихты	1	
17	Мельница для кокса	1	
18	Саморазогреваемый кран	1	
19	Саморазогреваемый кран	1	
20	Саморазогреваемый пч	1	
21	Пч-кран	1	
22	Получатель	1	
23	Раздатный кран	1	III - Раздатный горел
24	Саморазогреваемый ведро	1	
25	Мельница для древесных опилок	1	
26	Мельница для древесных опилок	1	

ФБЦН Д2. 180330. 300 СХ			
Исполн.	Провер.	Дата	Место
Исполн.	Провер.	Дата	Место
Исполн.	Провер.	Дата	Место
Исполн.	Провер.	Дата	Место

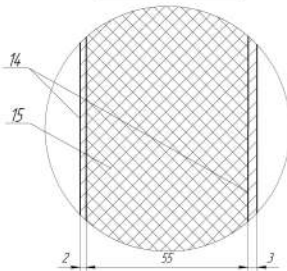
ВЕС ОБОИ ДИ ПРШФ



A (2,5 : 1)



B (4 : 1)



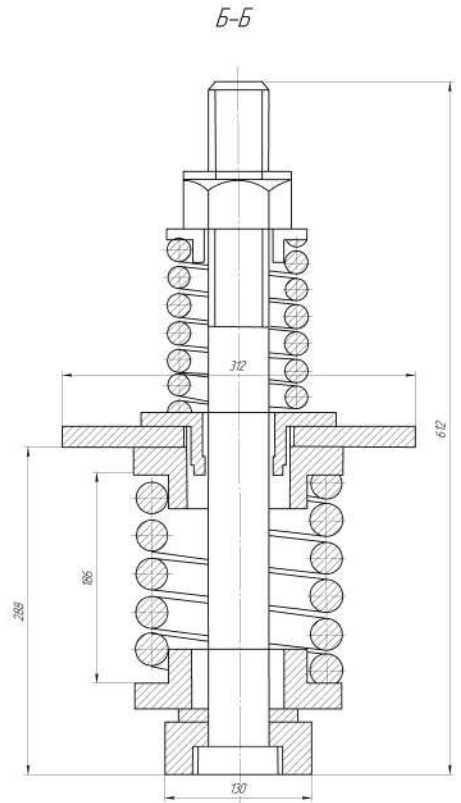
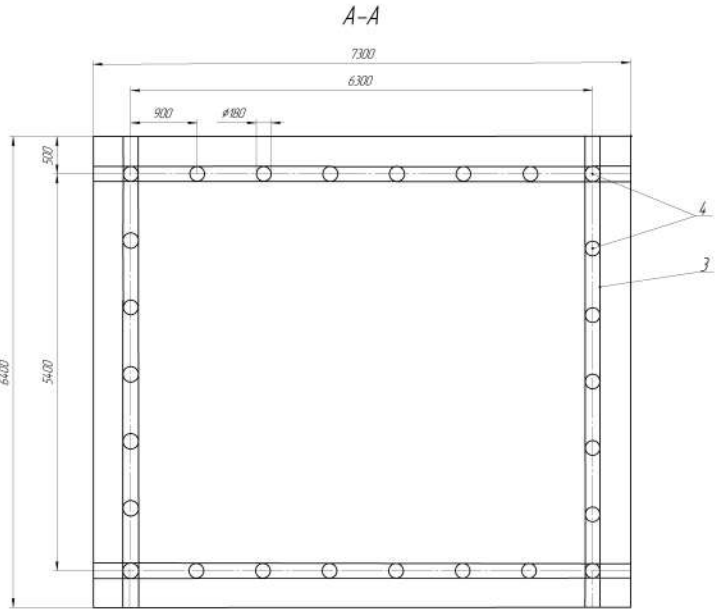
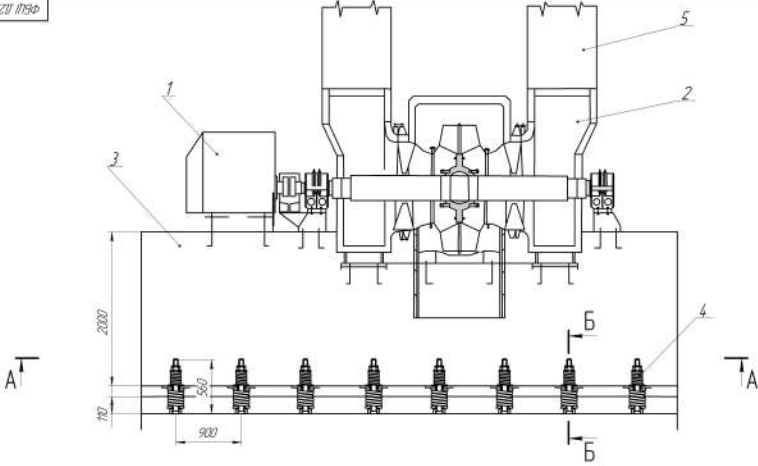
Поз	Позначение	Наименование	Кол	Примеч
1	ФБЛ Д2 880330 501	Полное сечение	2	См. табл. 1
2	ФБЛ Д2 880330 502	Экранирующая обшивка	1	
3	ФБЛ Д2 880330 503	Экранирующая обшивка	1	
4	ФБЛ Д2 880330 504	Панель	1	
5	ФБЛ Д2 880330 505	Экранирующая обшивка	1	См. табл. 1
6	ФБЛ Д2 880330 506	Панель	2	
7	ФБЛ Д2 880330 507	Панель	2	
8	ФБЛ Д2 880330 508	Кнопка	1	
9	ФБЛ Д2 880330 509	Панель	1	
10	ФБЛ Д2 880330 510	Алюминий лист	1	
11	ФБЛ Д2 880330 511	Лист алюминия	2	
12	ФБЛ Д2 880330 512	Лист алюминия	1	
13	ФБЛ Д2 880330 513	Лист алюминия	1	
14	ФБЛ Д2 880330 514	Лист алюминия	2	
15	ФБЛ Д2 880330 515	Микроэлемент	1	

ФБЛ Д2 180330 500 3В

Исполн	Пр. Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Инж.

Примечание: 1. Все размеры указаны в миллиметрах.
2. Размеры указаны в миллиметрах.
3. Размеры указаны в миллиметрах.

10 000 000000 001 00000



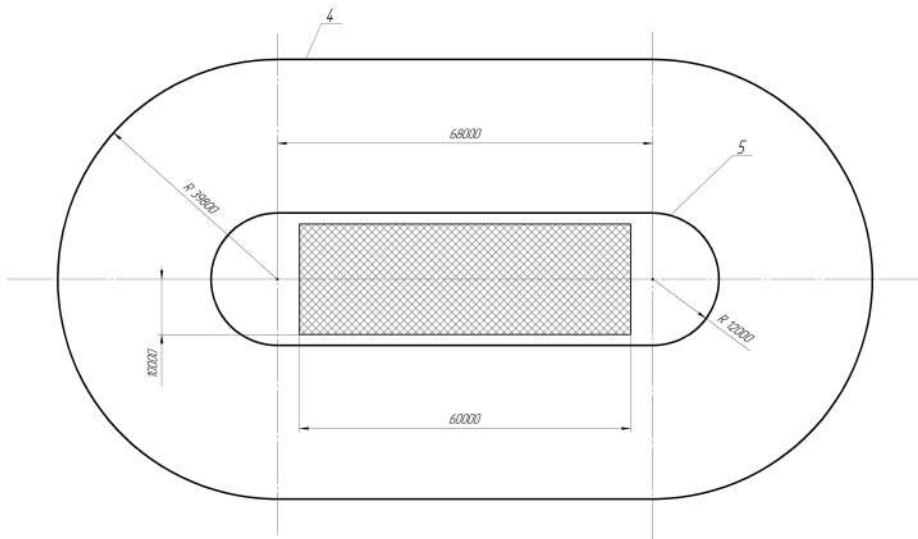
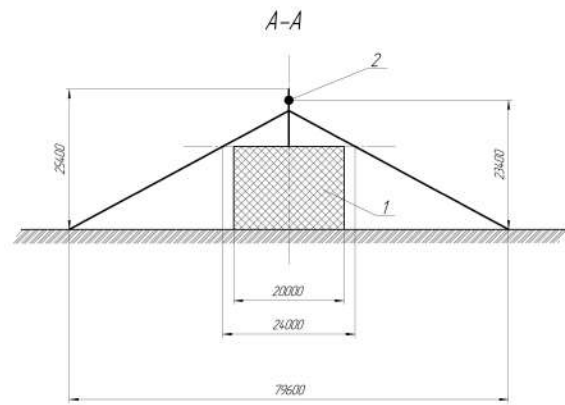
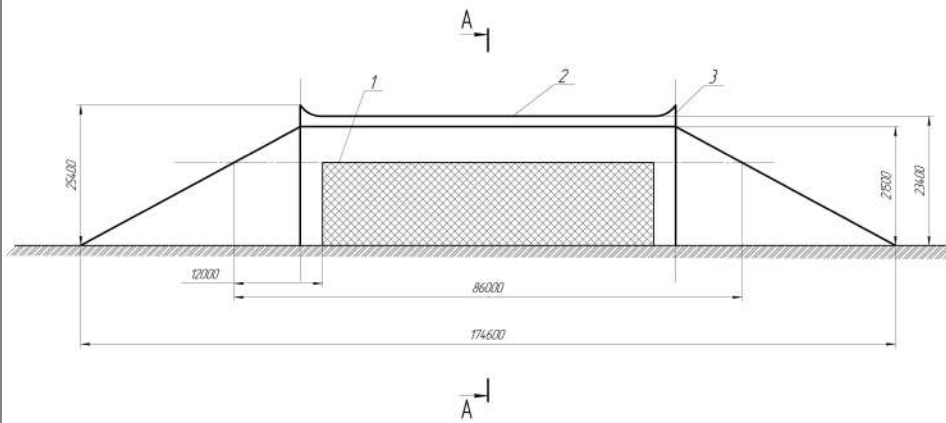
№ п/п	Позначение	Наименование	Прим.
1	ФБЦЦ Д2 180330 701	Электрообмотка	
2	ФБЦЦ Д2 180330 702	Диаметр ДН-26х2	
3	ФБЦЦ Д2 180330 703	Опорная станина	
4	ФБЦЦ Д2 180330 704	Пружина опоры, шаг резьбы 1,5	
5	ФБЦЦ Д2 180330 705	Гайка	
6	ФБЦЦ Д2 180330 706	Опорная рама	

ФБЦЦ Д2 180330 700 СК			
Исполн.	Провер.	Дата	Место
Состав.	Авторы	Дата	Место
Ввод.	Утвердил	Дата	Место
Гендир.	Директор	Дата	Место
Проектант	Утвердил	Дата	Место
Маст.	Мастер	Дата	Место

Всего листов 11

Видеоиздание документа

ВЕС ОДЕЖДА ИЛИ ПИЯТ



№ п/п	Наименование	А/л	Примечание
1	Длина линии профнастила в направлении уклона	1	
2	Шаг	1	составил
3	Ширина листа	2	
4	Разница длины кровельного материала на одну волну	1	
5	Разница длины кровельного материала на одну длину волны	1	

ФБЦ Д.2. 180330. 900.3В			
Исполн.	Р. Мухом.	Провер.	М. Мухом.
Проект.	А. Мухом.	Дата	15.09.2011
Ввод.	18.09.2011	Масштаб	1:100
Состав.	А. Мухом.	Лист	1 из 1
Примеч.	Указан Р. М.	Система кровельного материала	Профнастил
Мат.	Классификация Г. М.	Длина линии профнастила в направлении уклона	174600
		Шаг	27500
		Ширина листа	12000
		Разница длины кровельного материала на одну волну	20000
		Разница длины кровельного материала на одну длину волны	24000

