

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

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка заходів та засобів з охорони  
праці у доменному виробництві

Виконав: студент II курсу, групи УБ-18-1мз  
спеціальності 263 «Цивільна безпека»

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Охорона праці

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

Самий К. А.

(ініціали та прізвище)

Керівник К. Ф. Н. Манюгина С. А.

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

Рецензент Доч. К. Ф. Н. Цимбал В. А.

(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 \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)**

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Розробка заходів та засобів з охорони праці у дотеплому виробництві

керівник роботи Мандишак Євгенія Анатоліївна, к.т.н.

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

затверджені наказом ЗНУ від «10» 09 2019 року № 1543-С

2 Строк подання студентом роботи 28.12.19









3 Вихідні дані до роботи  $V_n = 35000 \text{ м}^3$ ;  $Q_n = 1000 \text{ кВт}$ ;  
 $t' = 25^\circ\text{C}$ ;  $t_p = 26^\circ\text{C}$ ;  $H = 31,8 \text{ м}$ .

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз технології виробництва з точки зору виділення шкідливих та небезпечних факторів, дослідження мігаль електроенергії, потужності у дотеплому виробництві, розробка заходів та засобів з охорони праці, техніко-економічне обґрунтування заходів з охорони праці.

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

План цехового струму, шкідливі та небезпечні фактори цехового виробництва, розріз цехової пелі поверхню 2300 м<sup>2</sup>, аспірація мивального струму, висвітлений зоні над та вузькими ковшами, аспірація бункерної естакади, висвітлений зоні над та вузькими ковшами, Задачі системи електрообладнання системи аспірації мивального струму.


6 Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Манаїдіна Е. А., год	 1.10.19	 11.11.19
2	Манаїдіна Е. А., год	 1.10.19	 09.11.19
3	Манаїдіна Е. А., год	 1.10.19	 12.12.19
4	Манаїдіна Е. А., год	 1.10.19	 20.12.19

7 Дата видачі завдання 01.10.19

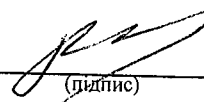
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичний розділ	1.10 - 1.11.19	
2	Дослідницький розділ	1.11 - 1.12.19	
3	Проектний розділ	11.11 - 12.12.19	
4	Екологічний розділ	13.12.19 - 20.12.19	
5	Графічна частина	1.11. - 20.12.19	

Студент  (підпис) Саміт К. А. (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  (підпис) Манаїдіна Е. А. (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  (підпис) Ратков В. Т. (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Санін К.А. Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 263 – Цивільна безпека, освітня програма – Охорона праці, науковий керівник Є.А. Манідіна. Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2020.

Встановлено основні джерела шкідливих та небезпечних факторів доменного виробництва. Проведено аналіз зміни калорійності доменного газу в залежності від різних технологій доменної плавки. Встановлено залежність вибухонебезпечності доменного газу в залежності від вибраної технології доменної плавки. Розроблено засоби та заходи з охорони праці впровадження яких на виробництві дозволить поліпшити умови праці робітників в доменному цеху. Розраховано капітальні та експлуатаційні витрати, наведено оцінка економічної ефективності запропонованих рішень з охорони праці.

Ключові слова: ДОМЕННИЙ ЦЕХ, ДОМЕННА ПІЧ, ШКІДЛИВІ ЧИННИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА, ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

## SUMMARY

Sanin K. A. The Development of Labour Protection Measures and Means in Blast Furnace Production

Qualification work for the Master's degree higher education in the specialty 263 – Civil Security, educational program - Occupational Health, scientific director E. A. Manidina. Zaporizhzhya National University. Institute of Engineering. Faculty of Building and Civil Engineering, Department of Applied Ecology and Occupational Health, 2020.

The main sources of harmful and dangerous factors of blast furnace production have been identified. The analysis of the change of calorific value of blast furnace gas depending on different blast furnace technologies. The dependence blast furnace gas explosion on the selected blast furnace technology is established. Means and measures for labour protection have been developed which will allow to improve working conditions of workers in the blast furnace shop. Capital and operating costs have been calculated, and the cost-effectiveness of the proposed occupational health and safety solutions is estimated.

Keywords: BLAST FURNACE SHOP, BLAST FURNACE, HARMFUL FACTORS, OCCUPATIONAL SAFETY, BLAST FURNACE SAFETY, SAFETY REQUIREMENTS

## АННОТАЦИЯ

Санин К. А. Разработка мероприятий и средств по охране труда в доменном производстве.

Квалификационная работа на получение степени высшего образования магистра по специальности 263 – Гражданская безопасность, образовательная программа Охрана труда, Научный руководитель Е. А. Манидина. Запорожский национальный университет, Инженерный институт. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра прикладной экологии и охраны труда, 2020.

Установлены основные источники вредных и опасных факторов доменного производства. Проведен анализ изменения калорийности доменного газа в зависимости от разных технологий доменной плавки. Проведен анализ изменения калорийности доменного газа для разных технологий доменной плавки. Установлена зависимость взрывоопасности доменного газа в зависимости от выбранной технологии доменной плавки. Разработаны средства и мероприятия по охране труда, внедрение которых на производстве позволит улучшить условия труда работников в доменном цехе. Рассчитаны капитальные и эксплуатационные расходы (затраты), приведена оценка экономической эффективности предложенных решений по охране труда.

Ключевые слова: ДОМЕННЫЙ ЦЕХ, ДОМЕННАЯ ПЕЧЬ, ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОХРАНА ТРУДА, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

## РЕФЕРАТ

84 с., 6 табл., 12 рис., 1 дод., 35 джерел

Пояснювальна записка до кваліфікаційного проекту магістра

### ДОМЕННИЙ ЦЕХ, ДОМЕННА ПІЧ, ШКІДЛИВІ ЧИННИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ, БЕЗПЕКА ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА, ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

Об'єкт проектування – доменний цех.

Мета проекту – дослідити шкідливі та небезпечні фактори доменного виробництва та розробити заходи щодо поліпшення умов праці робітників даного цеху.

В теоретичній частині для встановлення основних джерел шкідливих та небезпечних факторів доменного виробництва проведено аналіз технології отримання чавуну в доменних печах.

В дослідницькій частині проведено аналіз зміни калорійності доменного газу в залежності від різних технологій доменної плавки. Встановлена залежність вибухонебезпечності доменного газу в залежності від вибраної технології доменної плавки.

В проектній частині розроблені засоби та заходи з охорони праці впровадження яких на виробництві дозволить поліпшити умови праці робітників в доменному цеху.

В економічній частині наводиться розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат, дається оцінка економічної ефективності запропонованих рішень з охорони праці. Оцінюється зниження рівню травматизму та професійних захворювань, рівню загальної захворюваності за рахунок впроваджених заходів.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Характеристика технологічного процесу доменного виробництва	9
1.2 УЛАШТУВАННЯ ДОМЕННОГО ЦЕХУ	20
2. Дослідницький розділ	23
2.1 Дослідження процесу безпеки технологічного процесу та обладнання доменного виробництва	23
2.1.1 Аналіз рівня безпеки доменного виробництва	25
2.1.2 Безпека обладнання доменного виробництва	27
2.2 Дослідження шкідливих та небезпечних факторів доменного виробництва	28
2.3 Характеристика приміщень цеху по небезпеці поразки електричним струмом	36
2.4 Дослідження пожежної небезпеки доменного виробництва	38
3. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	41
3.1 Заходи по попередженню небезпечних та шкідливих факторів	41
3.1.1 Розрахунок укриття барабану зволожувача	54
3.1.2 Розрахунок аерації ливарного двору	55
3.1.3 Розрахунок пилопридушення викидів з чавуновозного ковшу	60
3.2 Розробка заходів та засобів захисту від поразки електричним струмом	64
3.3 Розробка заходів та засобів захисту з пожежобезпеки	68
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	75
4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму	75
4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в доменному цеху	77
ВИСНОВОК	80
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	81

## ВСТУП

Металургійне виробництво належить до категорії небезпечних виробничих об'єктів, які характеризуються підвищеною небезпекою виникнення техногенних аварій, що призведе до підвищення виробничого травматизму. Аналіз статистичних даних показує, що від загальної кількості аварій, що сталися в металургійній галузі промисловості, найбільше число аварій доводиться на доменне (25 %), киснево-конвертерне (14 %) і електросталеплавильне (11 %) виробництва [13].

Одночасно зі збільшенням одиничної потужності основних агрегатів доменного цеху, вдосконаленням технологічного процесу доменної плавки, модернізацією конструкцій і обладнання доменних печей потрібне забезпечення промислової безпеки доменних печей, стабільності виробничого процесу і максимальної тривалості кампанії доменної печі. [1, 2].

Основним продуктом доменної плавки є чавун: передільний та ливарний. В якості побічних продуктів в доменному процесі отримують: доменний газ, доменний шлак, колошниковий пил.

Основною безпеки доменного процесу є безпека виробничого обладнання, забезпеченість засобами колективного та індивідуального захисту, організація лікувально-профілактичних заходів, організація навчання робітників підприємств питанням охорони праці, поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці. [3,4].

Таким чином, метою магістерської роботи є дослідити шкідливі та небезпечні фактори доменного виробництва та розробити заходи щодо поліпшення умов праці робітників даного цеху. Поставлена мета досягається розв'язанням наступних завдань:

- 1) провести аналіз технології виплавки чавуну з визначенням основних джерел шкідливих та небезпечних факторів доменного



виробництва;

2) розробка засобів та заходів з поліпшення умов праці в доменному виробництві;

3) економічне обґрунтування розроблених заходів та засобів з охорони праці.

## 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Характеристика технологічного процесу доменного виробництва

Метою доменного виробництва є одержання чавуну із залізних руд шляхом їхньої переробки в доменних печах. В якості сирих матеріалів доменної плавки виступають паливо, залізні й марганцеві руди та флюси [5, 6]. Паливом для доменної плавки є кокс. Його роль полягає в забезпеченні процесу не тільки паливом, але і відновлювальною енергією. Крім того, кокс розпушує стовп шихтових матеріалів і полегшує проходження газового потоку в шихті доменної печі.

Із залізними рудами в доменну піч вноситься хімічно пов'язане з іншими елементами залізо. Відновлюючись і науглецовуючись у печі, залізо переходить у чавун.

Початковою сировиною для виплавки чавуну є: агломерат, окатиші, залізна руда, кокс, вапняк і інші добавки [5,6]. Залежно від характеру руди, що добувається, застосовують наступні методи її підготовки: дроблення і сортування по класах крупності; збагачення; усереднювання; кускування. Підготовка залізної руди до плавки має велике значення, оскільки від цього залежить потрапляння до пічі залізорудної сировини певної крупності, рівномірного хімічного складу, доброї відновлюваності, високим вмістом заліза. Чим ретельніше підготавлюють руду до доменної плавки, тим вище продуктивність доменної печі, нижче витрата палива і вище якість чавуну, що виплавляється.

Підготовлені шихтові матеріали в строгому співвідношенні завантажують у доменну піч зверху за допомогою засипного апарата.

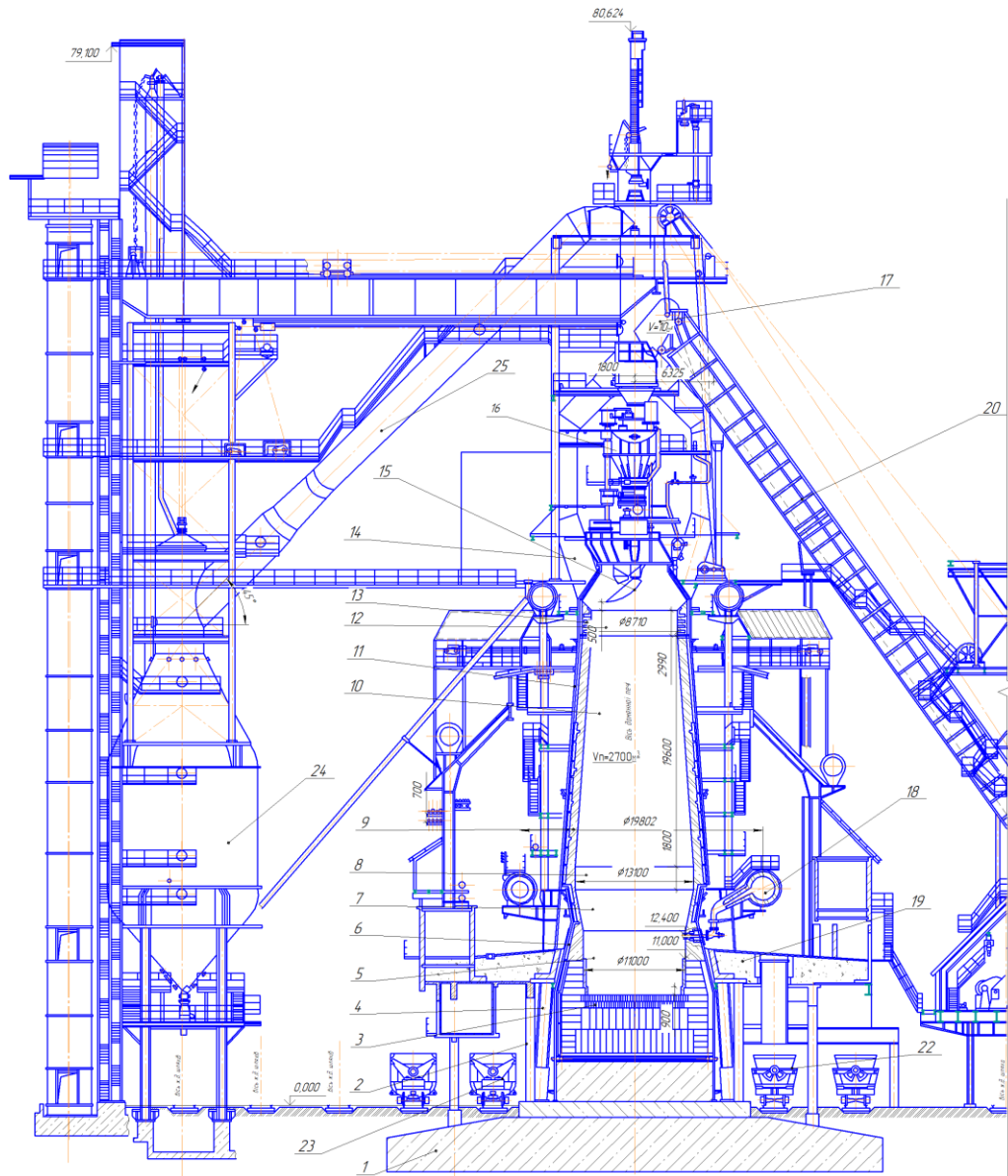
У потрібну частину доменної печі – горн через фурми подають повітродувною машиною стисле повітря. Для зменшення витрати коксу й підвищення продуктивності доменної печі повітря нагрівають до 1000-1200 °С, збагачують киснем, а в горн вдмухують природний газ, мазут або пиловугільне паливо. У результаті протікання в доменній печі складних фізико-хімічних процесів між вихідними матеріалами й дуттям утворюються чавун, шлаки й газ [5,6].

Чавун виплавляють у печах шахтного типу (рис.1.1). Процес доменної плавки є безперервним. Зверху в піч завантажуються сирі матеріали (офлюсований агломерат, кокс), а в нижню частину через фурми подають нагріте повітря й рідке, газоподібне або пилоподібне паливо (в залежності від технології ведення процесу, яка використовується на підприємстві). Отримані від спалювання палива гази проходять через стовп шихти й віддають їй свою хімічну й теплову енергію.

У сучасній доменній печі тривалість перебування в ній матеріалів становить 4-6 год, а газу - близько 1-3 с. Високі показники плавки можуть бути отримані при гарному розподілі газів по перетину печі. Тільки в цьому випадку гази в максимальному ступені віддають фізичне тепло матеріалам і найбільше повно буде використовуватися їх відновлювальна здатність. Розподіл газового потоку по перетину печі значно залежить від розподілу шихти по її перетину. [5, 6].

Шихту завантажують у піч окремими порціями – колошами. Рудну частину колоші можна завантажувати окремо або одночасно з коксом. Величину колоші й спосіб її завантаження вибирають так, щоб розподіл газів у печі був найкращим. Ідеальним з погляду найкращого використання тепломісткості й відновлювальної здатності газів був б такий їх розподіл, при якому процеси нагрівання шихти й відновлення окислів заліза протікали так, щоб у будь-якому поперечному перерізі

печі кожній одиниці оброблюваного матеріалу відповідала певна кількість газу. [5,6].



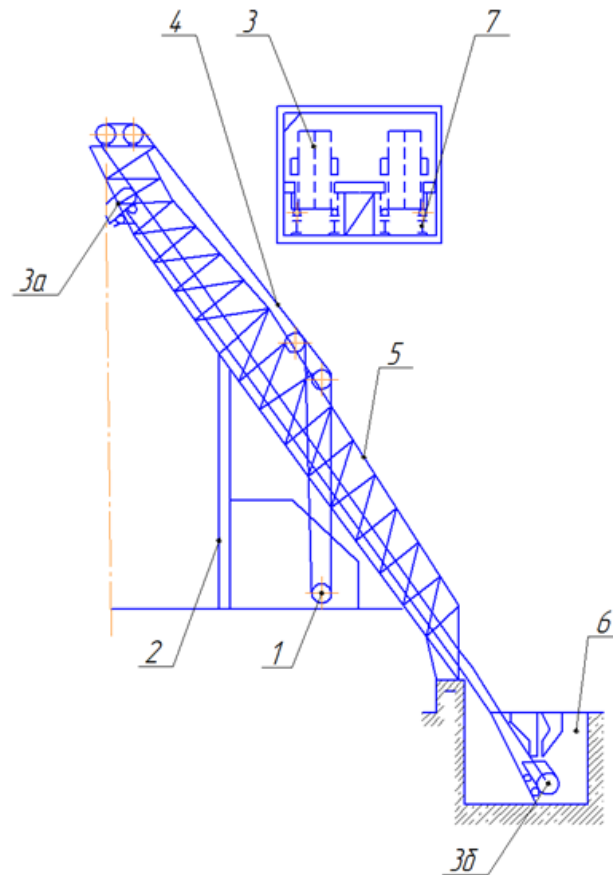
1 – пень доменної печі; 2 – колони ливарного двору; 3 – вогнетривка кладка; 4 – опорні колони; 5 – горн; 6 – холодильники; 7 – заплічники; 8 – розпар; 9 – бокова кладка профелю печі; 10 – шахта; 11 – кожух печі; 12 – колошник; 13 – металеві плити; 14 – газовідводи; 15 – розподільник шихти; 16 – колошникове обладнання; 17 – скип; 18 – фурмені прилади; 19 – робоча площадка ливарного двору; 20 – скиповий підіймач; 21 – машзал; 22 – шлаковіз; 23 – чавуновіз; 24 – пилевловлювач; 25 – газопровід

Рисунок 1 – Доменна піч

У цьому випадку по всьому перетину печі окисли заліза й усі сирі матеріали повинні бути рівною мірою нагріті й відновлені, а температура та склад газів повинні бути однакові. Дуття надходить в піч у стін, а газовий опір шару шихти у стін менше, ніж у центрі, і тому газу прагнуть іти уздовж стін. Тому практично потрібно, щоб розподіл газів по перетину печі забезпечувало рівний схід матеріалів від колошника до горна.

Основним залізородним матеріалом є агломерат, шар якого менш газопроникний, ніж шар коксу. Тому доцільно, щоб шар агломерату у стін був товстіше, ніж у центрі печі, а шар коксу – навпаки. Завантаження шихти з конуса й здатність коксу розташовуватися в печі з меншим кутом укосу, ніж кут укосу агломерату або руди, забезпечують цю вимогу. Крім того, вибираючи відповідним чином зазор між конусом і колошником і змінюючи величину колоші, рівень насипу й порядок завантаження шихти, можна перерозподіляти шихту й регулювати газовий потік у печі.

Завантаження всіх доменних печей здійснюється за допомогою двохшляхових похилих скіпових підйомників 9 (рис.1.2) [5,6]. До основних елементів скіпового підйомника відносять: похилий міст 5, два, що переміщуються по мості скіпа 3, скіпова лебідка 1 та система канатів 4 і блоків для підвіски й переміщення скіпів. Похилий міст являє собою зварену просторову металоконструкцію, усередині якої прокладені два рейкових шляхи 7, по яких рухаються скіпи. Кут нахилу мосту до обрію становить  $47 - 54^\circ$ , а на ділянці скіпової ями 6 досягає  $60^\circ$ . Похилий міст має дві опори – фундамент у скіпової ями й колону 2 (пілон), що опирається на фундамент доменної печі.



1 – скіпова лебідка; 2 – пілон; 3- скіп; 4 – система канатів; 5 – похилий міст; 6 – скіпова яма; 7 – рейкові шляхи

### 1.2 – Скіповий підйомник

Скіп являє собою зварену сталеву коробку прямокутного перетину з відкритим переднім торцем і закругленим дном. Для переміщення по рейках він має передні й задні скати (колеса). Переміщення скіпів забезпечує скіпова лебідка 1, розташована в машинному залі під похилим мостом. Скіпи з'єднують канатами з барабаном скіпової лебідки в такий спосіб, що забезпечується зрівноважування скіпів; при русі навантаженого матеріалами скіпа нагору порожній скіп опускається вниз, у скіпову яму. [5, 6]

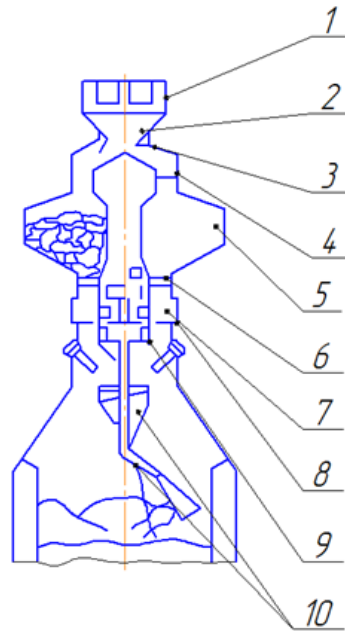
Завантаження матеріалів у скіп 3б відбувається в скіповій ямі 6, розвантаження – на колошнику в прийомну лійку засипного апарата шляхом перекидання (нахилу) скіпа 3а. Перекидання скіпа відбувається внаслідок того, що передні скати скіпа рухаються по рейках, що загинаються донизу, а задні переходять на більше широку колію, що

загинається догори. Час підйому (опускання) скіпа звичайно становить 35 – 45 с., швидкість руху по мосту досягає 3 – 4 м/с [5,6].

В якості засипного устаткування можливо використовувати дво-трьох конусні засипні апарати або без конусні засипні апарати. Так, наприклад, на ПАТ «Запоріжсталь» на доменних печах ДП-2, ДП-3 и ДП-4 встановлені трьохконусні засипні апарати, а на ДП-5 безконусний. Розглянемо безконусний засипний апарат. Безконусний засипний апарат складається із прийомних воронок-бункерів із клапанами, що дозують, шихтових затворів і розподільників. Розподільник цього засипного апарата забезпечує розташування гребеня завантажувальних матеріалів на будь-якій відстані від стінок і осі печі, що відповідає вимогам, які пропонують до завантажувальних пристроїв сучасного доменного виробництва.

Контроль наявності матеріалів у бункерах здійснюється ізотопними датчиками. Зважування їх не передбачене. Верхній і нижній газовідсічні клапани відокремлюють бункера від атмосфери й робочого простору печі. У верхній частині бункерів установлені зрівняльні й запобіжні клапани. Шихтові затвори, що перекривають розвантажувальні отвори бункерів, регулюють інтенсивність висипання матеріалів.

По похилих тічках останні подаються в обертову воронку розподільника й далі надходить на опуклу поверхню розподільного обладнання - сковзала.



1- головний барабан похилого конвеєра або скіп; 2 - приймальна воронка; 3 - заслінка воронки; 4 - верхній газовідсічний клапан; 5 - проміжний бункер; 6 - шихтовий затвор; 7 - нижній газовідсічний клапан; 8 - листова засувка; 9 - редуктор обертового розподільника; 10 - елементи обертового розподільника

Рисунок 1.3 - Безконусний завантажувальний пристрій

Для поліпшення окружної рівномірності розподілу робота воронки передбачена з нагромадженням шихти, рівень якої контролюється ізотопним датчиком. Поверхня сковзала являє собою поверхню конуса з кутом нахилу утворюючої до обрїу  $40^\circ$ , вісь якого сполучається з віссю печі і є віссю обертання. Максимальний радіус сковзала 2,5 м. Він обертається синхронно з лійкою й може повертатися щодо її вікна для регулювання радіального розподілу шихти. Чим більше радіус сковзала напроти вікна воронки, тим далі від центру розташовується гребінь завантаженого матеріалу. Керування розподільником засноване на обертанні лійки з постійною швидкістю й підтримці заданого кутового положення сковзала відносно її шляхом автоматичного регулювання швидкості його обертання. Зміна розподілу здійснюється зміною співвісності воронки й сковзала за рахунок кута їх



неузгодженості, при якому положення вершин гребенів змінюється по заданій програмі, причому перехід з однієї позиції на іншу проводять у функції часу. Особливістю конструкції апарата є обертання воронки й сковзала за допомогою двох концентричних штанг. Редуктор привода винесений за межі печі [5, 6].

Для підтримки комплексу механізмів, призначених для завантаження шихти в доменну піч, обладнань для їхнього монтажу й ремонту призначене колошникове обладнання.

Крім сирих матеріалів, при виробництві чавуну більшу роль відіграють і допоміжні матеріали: вогнетриви, повітря, вода, кисень, природний газ і пар.

Вогнетривкими матеріалами викладають (футерують) робочий простір доменних печей і повітронагрівачів, жолоба, ковші, трубопроводи й інші обладнання. Їхнє призначення полягає в тому, щоб зменшити теплові втрати доменної печі, охоронити кожух печі від впливу високої температури, хімічної дії газів, рідкого чавуну й шлаків.

У більших кількостях доменне виробництво споживає стиснене повітря для технологічних цілей (у якості дугтя) і для привода в дію різного роду пневматичних механізмів, що працюють у доменному цеху.

Не менш важлива роль приділяється в доменному виробництві й воді, яка безупинно витрачається у величезних кількостях на технологічні цілі (охолодження чушок на розливній машині, грануляцію шлаків і тонке очищення газу), а також для охолодження самої доменної печі й обслуговуючих її машин і механізмів.

Для підвищення продуктивності доменних печей застосовують дугтя, збагачене киснем. Більша економія коксу, що завантажується в доменні печі, виходить при введенні в дугтя природного газу.

Пара в доменному виробництві використовують для зволоження дуття, що вводиться в горн доменних печей, що сприяє підвищенню їх продуктивності. Пару також використовують для ущільнення.

В доменній печі відбуваються фізико-хімічні процеси, основні з них наведені на рис. 1.4.

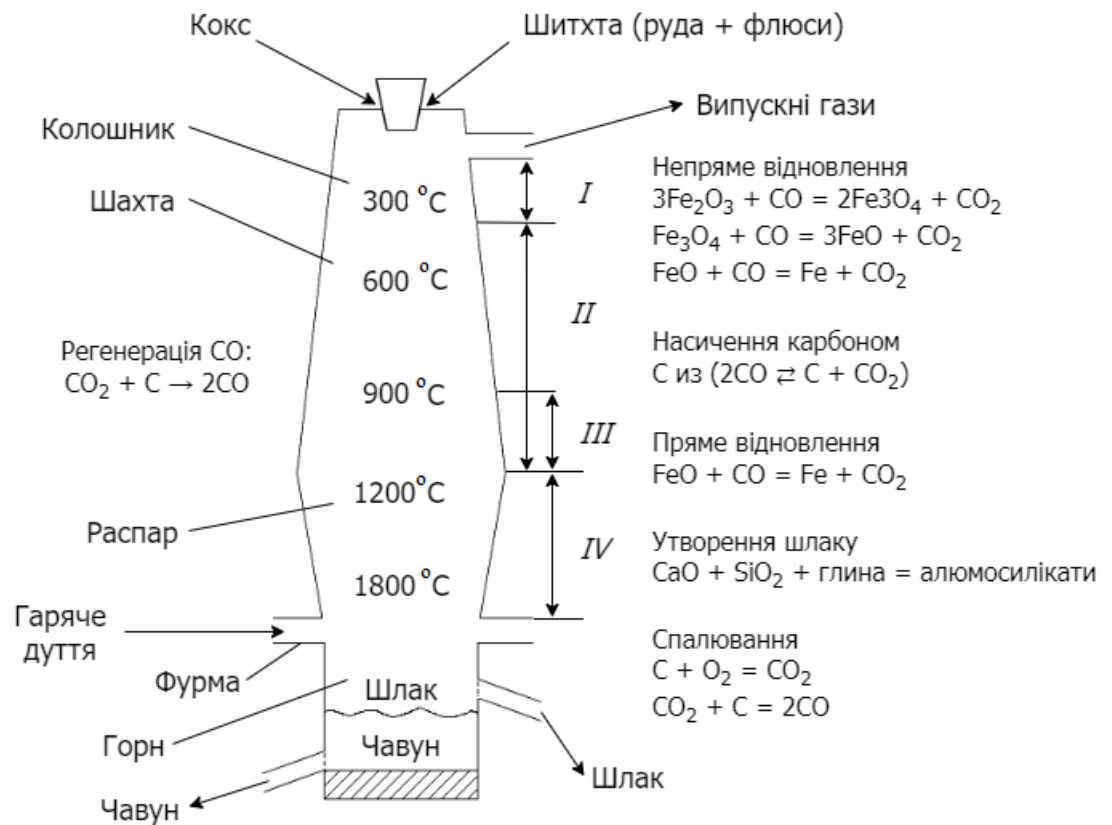


Рисунок 1.4 - Фізико-хімічні процеси в доменній печі [7]

Для відновлення заліза й створення високої температури, що доходить до  $1700\text{—}1900^\circ\text{C}$ , яка необхідна для плавки шихти й одержання рідкого чавуну, використовують кокс, а порожня порода за допомогою флюсів переходить у шлак [5,6].

Доменний процес заснований на взаємодії спадного потоку шихти й висхідного потоку газів. Шихта, що завантажується зверху через колошник, під дією власної ваги поступово рухається в нижню частину печі ( горн, у якому в результаті спалювання палива звільняється об'єм печі, безупинно заповнюваний зверху плавильними матеріалами шихти, що назустріч опускається, подається під тиском через повітряні фурми

гаряче повітря, яке, стикаючись із розпеченим коксом, утворює окис вуглецю CO, що спрямовується з великою швидкістю до колошника печі.

Утворення газу окису вуглецю супроводжується виділенням величезної кількості тепла. Доменні газу перебувають у печі дуже недовго. Однак за цей час газу роблять велику корисну роботу. Вони прогривають усю шихту, що перебуває в печі, і вступають із нею у взаємодію, сприяючи утворенню чавуну й шлаків. Відповідно до рис. 1.4 в доменній печі у кілька етапів протікають фізико-хімічні процеси): розкладання плавильних матеріалів I, відновлення окислів заліза II, обезвуглецювання заліза III, плавлення чавуну й шлакоутворення IV.

Поступове розкладання плавильних матеріалів починається з моменту їх вступу в доменну піч. У верхній частині печі температура вихідних газів рівна 150-300 °C. Під дією цього тепла з коксу віддаляється волога, а потім летучі органічні речовини; залізна руда також віддає свою вологу. У цій верхній зоні, що володіє невисокою температурою, відбувається додаткова підготовка сирих матеріалів до плавки — їх просушка. При подальшому просуванні шихти вниз при температурі зустрічного газу 400—450 °C починається відновлення окислів заліза (тобто відділення кисню від заліза за допомогою вуглецю газу або коксу й частково водню). Основним відновлювачем заліза є вуглець. Цей процес відновлення відбувається у дві стадії, у першій з яких бере участь окис вуглецю, а в другий — твердий вуглець самого коксу.

Перша стадія протікає в інтервалі температур 400 - 950 °C у шахті печі. Відновлення руди супроводжується поступовим відібранням від неї кисню в результаті сполуки його з окисом вуглецю. Однак окис вуглецю здатний відновити тільки близько 50% закису заліза FeO. Інша частина FeO відновлюється в другій стадії твердим вуглецем коксу при температурах 950 - 1100 °C. Цей процес починається в області розпару й

закінчується в області заплечиків доменної печі. У результаті відновлення руди утворюється тверде губчате залізо, температура плавлення якого  $1140^{\circ}\text{C}$ . При подальшому опусканні залізо починає науглецьовуватися внаслідок взаємодії з вуглецем газу й коксу. У процесі науглецювання й поступового переміщення карбїду заліза  $\text{Fe}_3\text{C}$  в область високих температур, що перевищують його температуру плавлення, відбувається оплавлення шматків металу й поява перших рідких крапель. Це явище спостерігається при температурі  $1250\text{—}1300^{\circ}\text{C}$  у області розпару або верхньої частини заплечиків.

Поряд з відновленням заліза відбувається відновлення й інших елементів шихти. Так, більша частина марганцю й фосфору, взаємодіючи з окисом вуглецю або вуглецем коксу, відновлюється й переходить у залізо. Відновлення більш стійких окислів кремнію й сірки відбувається лише частково. Дуже стійкими окислами є окисли кальцію, магнію й алюмінію, що входять до складу порожньої породи. Ці окисли особливо тугоплавкі й не відновлюються при взаємодії з вуглецем або окисом вуглецю навіть при максимальних температурах у печі. Так, наприклад, температура плавлення окисла алюмінію (глинозему) рівна  $2050^{\circ}\text{C}$ , а максимальна температура в печі досягає  $1900^{\circ}\text{C}$ . Тому для зниження температури плавлення тугоплавких сполук, їх розкладання й перекладу в шлаки в піч завантажують кислі або основні флюси.

Утворення рідкого шлаку у печі належить до складних фізико-хімічних процесів. [5, 6]

У якості флюсів найчастіше застосовують вапняк, який у верхній частині печі проходить випал і розкладання у результаті чого утворюється оксид кальцію  $\text{CaO}$ . Цей оксид вступає в хімічне сполучення із глиноземом, а також частково із кремнієм і сіркою, і переводить їх у шлаки. Доменні шлаки містять у собі порожню породу шихти, флюси, невідновлені окисли заліза й окисли матеріалів футеровки печі.

Велике значення шлаки виявляють на склад чавуну, його температуру й забруднення шкідливими домішками. Утворення шлаків починається приблизно в нижній частині шахти, а закінчується в області заплечиків при температурі більш 1400 °С.

Краплі науглецованого заліза, що стікають у горн печі, ще не є чавуном. Під час перебування в горні сплав заліза з вуглецем перетерплює хімічну зміну, що полягає в тому, що до складу сплаву починають входити й інші відновлені окисли, що не ввійшли в шлаки. Чавун, що випускається з печі, містить близько 4% вуглецю, більшу частину марганцю, що зробив у піч, уся кількість фосфору, а також кремній і сірку. Що утворювалися в горні два шари: верхній - шлаки й нижній - чавун періодично випускають через шлакові й чавунну льотки [5,8].

## **1.2 Улаштування доменного цеху**

Доменні цеха в своєму складі мають: рудний двір , ливарний двір, бункерну естакаду і підбункерне приміщення. План доменного цеху представлений на рис. 1.5.

Рудний двір використовується для створення запасу сировини постійної якості і усереднення його [5.6,8]. Руда розвантажується вагоноперекидачем в рудну траншею, звідки мостовим грейферним краном укладається в штабель висотою до 17м. По довжині рудний двір займає весь фронт пічей. Далі сировина з рудного двору надходить в підбункерного приміщення кожної печі, де відбувається його дозування і навантаження в скіпи для завантаження доменної печі. Шихтові матеріали в певній послідовності за допомогою скипового підйомника через спеціальне засипне обладнання завантажують у доменну піч.

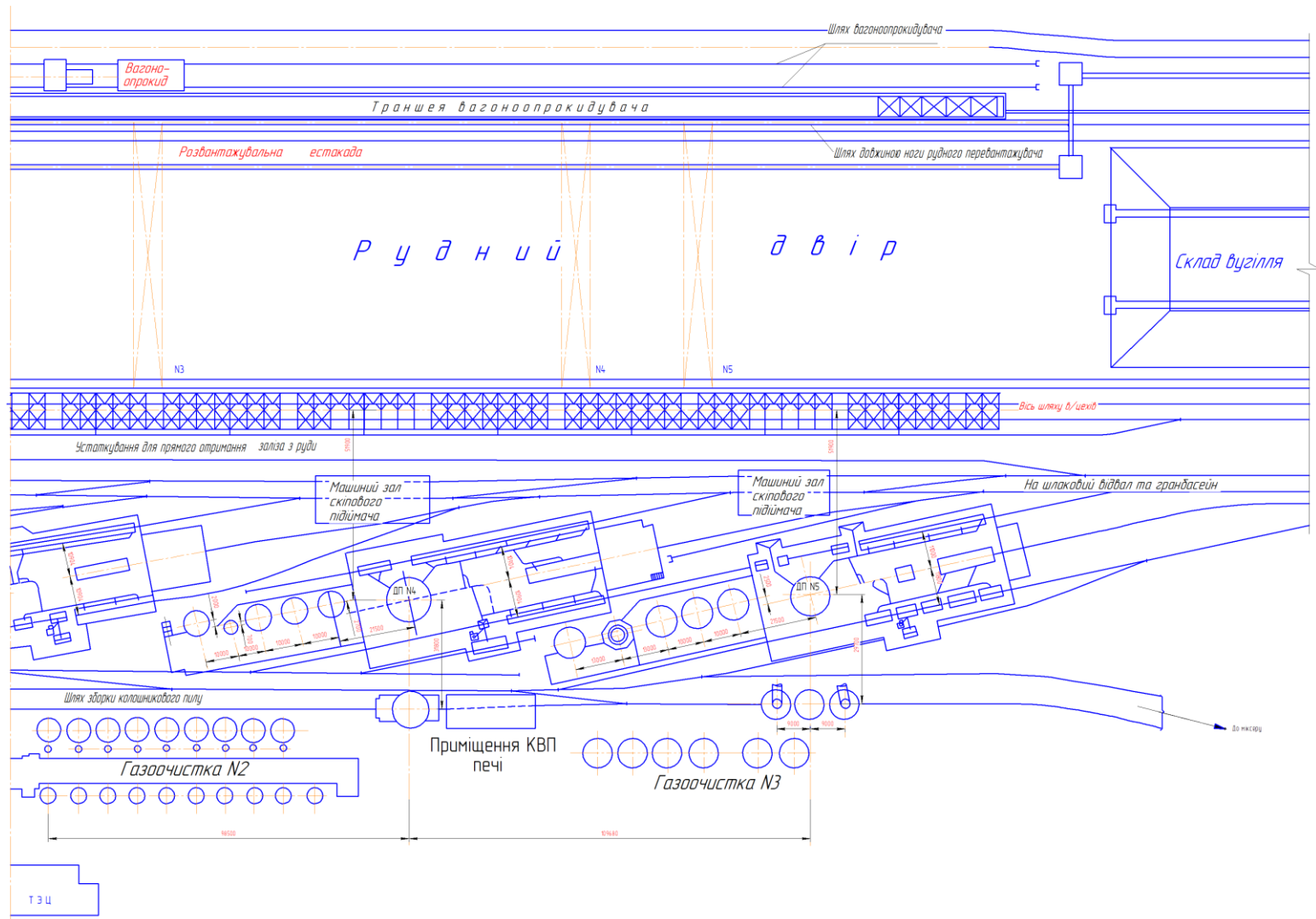


Рисунок 1.5 – План доменного цеху

Завантажувальні пристрої доменної печі призначені для розподілу шихтових матеріалів на колошнику також забезпечують герметичність робочого простору на колошнику (що запобігає викидам доменного газу в атмосферу і засмоктуванню повітря в піч при зупинках печі) [10,11].

Бункерні естакади - металеві, залізобетонні або змішаного типу споруди, що складаються з ряду бункерів для зберігання оперативного запасу шихтових матеріалів. Зверху бункера перекриваються ґратами з отворами 200 x 200 мм, через які проводиться завантаження, а знизу вони обладнані затворами для вивантаження матеріалів. Споруджуються естакади вздовж фронту доменних печей з дворядним розташуванням бункерів. Бункерна естакада розташована між доменними печами і рудним двором.

Випуск чавуну з печі проходить по жолобах, що розташовані на майданчику ливарних дворів. На ливарних дворах, крім розміщення жолобів для випуску чавуну і шлаку, розміщують механізми, які обслуговують горн доменної печі, змінне обладнання, запасні частини засобів механізації горнових робіт і складування оперативного запасу допоміжних матеріалів. Перед випуском чавунні льотки і жолоби обробляються вогнетривкими масами. Розлитий по ковшам переробний чавун перед подачею в мартенівський цех при необхідності проходить процес знесірчення. Ковші з товарним чавуном надходять на розливні машини [5,6].

Для розкриття чавунної льотки служить свердлильна машина, а для забивання гармата. Шлаки з шлакової льотки по жолобах через пристрої для одноноскового розливання зливають в чашу шлаковоза і подають на установку для грануляції шлаку. Шлакову льотку закривають шлаковим штопором.

## 2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Дослідження процесу безпеки технологічного процесу та обладнання доменного виробництва

Згідно теоретичного аналізу, в доменному виробництві можливе виникнення наступних аварійних ситуацій: прогари горна і поду з виходом чавуну; прогари рам і холодильників чавунних льоток; неполадки на випусках, заливка шляхів; прогари і винос шлакових приладів; винос фурмених пристроїв з викидом матеріалів; заливка фурмених пристроїв; прогари фурм і несправності елементів фурмених пристроїв; прогари і розриви кожухів в шахті і заплічок з викидом матеріалів; розриви і тріщини кожухів печей; вихід з ладу холодильників, їх ремонт і заміна; сход і несправності скіпів, руйнування похилого мосту; несправності завантажувальних пристроїв (обриви конусів, штанг і ін.); несправності обладнання підбункерних приміщень; несправності на тракті забрудненого газу; несправності на трактах холодного і гарячого дуття; вихід з ладу і заміна клапанів гарячого дуття; несправності в системах енерго-, паро- та водопостачання. [8,16,17].

Таким чином, нормованими параметрами безпеки доменного процесу є: маса, склад і швидкість руху шихтових матеріалів, тиск, склад і температура дуття [13].

Найбільш небезпечними з точки зору виникнення аварій є періоди роботи печі в нестационарних умовах, коли відбувається різка зміна технологічних параметрів і персонал повинен вжити відповідних заходів по контролю і стабілізації ходу плавки. Ці заходи відносяться до так званого «кризового менеджменту» і повинні виконуватися за спеціальними технологічними інструкціями. До «кризового менеджменту» повинні бути віднесені і роботи в нестационарних умовах роботи печі в



період її задування і видування [1].

Доменні печі відносяться до категорії вибухопожежонебезпечних виробничих об'єктів, в яких використовуються, утворюються і транспортуються вибухонебезпечні і легкозаймісті речовини - рідини, гази, пил, а також рідкі чавун і шлак з температурою 900-1500 °С. Тому неодмінною умовою високопродуктивної та безаварійної їх роботи має бути чітке дотримання технології плавки в конкретних умовах.

Доменне виробництво відноситься до техногенно і екологічно небезпечних об'єктів металургії. За кількістю аварій, що відбулися в чорній металургії на першому місці стоять системи доменних печей, газоочистки і газопроводи. За останній час на доменних печах України і Росії почастишали випадки аварій при їх роботі в нестационарних режимах, якими є пуско-зупинкові операції. Вивчення вибухів промислових газів на підприємствах чорної металургії показує, що 28% від загальної кількості вибухів доводиться на технологічні комплекси доменних печей, які включають повітрянагрівачі, пиловловлювачі і скрубери з прилеглими газопроводами, причому близько 90% цих вибухів доводиться на пуско-зупинні операції, в тому числі: до 60% вибухів на доменних печах виникає при виконанні пускових операцій і близько 40% - при виконанні операцій по зупинці печей. [1].

При аналізі частоти розподілу кількості аварійних ситуацій в доменному виробництві по шести позиціях [13] встановлено (табл. 2.1), що на прогари і несправності елементів повітряних фурм; розриви, тріщини, прогари кожуха доменної печі доводиться 34% аварій.

Окремі операції доменного процесу супроводжуються небезпечними виробничими факторами. Випуск чавуну з доменної печі завжди становить небезпеку травмування горнового навіть при вкрай незначних відхиленнях процесу від заданих норм. Це постійно повторюваний фактор.

Періодично відбуваються прогари повітряних фурм на доменних печах. Такий фактор називають випадково-періодичним.

Таблиця 2.1 – Таблиця розподілу аварій в доменному цеху [13]

Причини аварій	Кількість випадків, %
Несправні механізми та електрообладнання системи шихтопадавання	17
Пошкодження або відмова вузлів завантажувального апарату	15
Прогарання та несправні елементи повітряних фурм, розриви, тріщини, прогари кожуху доменної печі	34
Прогарання елементів чавунних льоток, пошкодження електропушек та бормашин	14
Неполадки обладнання при розливці чавуну та шлаку	14
Несправності повітрянагрівачів, трактів холодного, гарячого дуття	6

Таким чинном, основними причинами виникнення аварійних ситуацій в доменному виробництві є: порушення технологічного режиму роботи обладнання і агрегатів, недостатній рівень професійних знань персоналу та організації виробництва, порушення технологічних інструкцій, незадовільний контроль технологічного процесу, порушення регламенту ревізії технічних пристроїв, неякісний ремонт і налагодження обладнання [13].

### 2.1.1 Аналіз рівня безпеки доменного виробництва

Для кількісної оцінки безпеки того або іншого виробничого процесу зручно застосовувати показник рівня безпеки  $U_{\Pi}$ . Його розрахунок ведеться за формулою:

$$U_{\Pi} = 1 - (\Sigma t' + \Sigma \tau' + \Sigma \varphi') / T',$$

де  $\Sigma t'$  - загальна тривалість часу, коли процес протікає з порушеннями параметрів безпеки, відповідно в зоні високої або низької інтенсивності процесу, год.;

$\Sigma \tau'$  - загальна тривалість часу екстремальних відхилень процесу, год.;

$\Sigma \varphi'$  - загальна тривалість часу, коли процес протікав з порушеннями параметрів безпеки під впливом зовнішніх чинників або поломки агрегату або його окремих елементів, год.;

$T'$  - час роботи агрегату, год.

Розрахуємо рівень безпеки доменного процесу для печі об'ємом 1513 м<sup>3</sup>.

Загальні порушення і екстремальні відхилення параметрів безпеки доменного процесу і їх тривалість в годинах (відповідно до завдання до кваліфікаційної роботи):

Загальні порушення і екстремальні відхилення параметрів безпеки доменного процесу і їх тривалість в годинах:

1. Порушення параметрів  $t'$ :

зниження температури дуття	- 12
зниження якості коксу	- 28
зниження витрати природного газу	- 30

Всього  $\Sigma t' = 70$

2. Екстремальні відхилення параметрів  $\tau'$ :

погіршення дренажу продуктів плавки в горні	- 10
зменшення довжини чавунної льотки	- 9

Всього  $\Sigma \tau' = 19$

3. Порушення параметрів під впливом зовнішніх чинників або унаслідок поломки агрегату, його частин  $\varphi'$ :

прогар рами чавунної льотки	- 60
-----------------------------	------

Всього  $\Sigma \varphi' = 60$

Час безперервної роботи печі за місяць  $T' = 720$

Тоді рівень безпеки доменного виробництва буде становити:

$$U_{\text{п}} = 1 - (70 + 19 + 60)/720 = 0,79$$

Відповідно до розрахунку, рівень безпеки доменного виробництва – середній, тобто 21 % від загального часу роботи буде процес йде з тими або іншими відхиленнями. Для підвищення рівня безпеки доменного виробництва необхідне використовувати заходи безпеки його ведення: посилення контролю температури дуття і якості коксу, стану льоток.

### **2.1.2 Безпека обладнання доменного виробництва**

Безпека праці при веденні доменного процесу залежить від безпеки виробничого обладнання, до якого відносяться: саморозвантажувальні вагони, вагон-ваги, скіпи, грохоти, що обертаються, воронки малого конуса, розливні машини, свердлильні машини, пристрої для одноноскового розливання, гармати для забивання льотки, установки для грануляції шлаку. [8,16,17]

Конструктивні частини обладнання виключають можливість їх випадкового пошкодження, що викликає небезпеку. Тому конструктивні матеріали не небезпечні й не шкідливі.

Рухомі частини обладнання становлять небезпеку для працюючих і тому захищаються або забезпечуються іншими засобами захисту. Конструкція обладнання виключає можливість випадкового дотику робітників до гарячих (більше 45 ° С) і переохолодження частинам, а також до елементів, які мають гострі кромки і кути [14]. Устаткування забезпечено засобами сигналізації про порушення нормального режиму роботи, засобами аварійної зупинки і відключення. Розрахунок рівня безпеки обладнання наведено нижче.

Рівень безпеки обладнання визначають за формулою:

$$U_o = 1 - \frac{\sum t + \sum \tau}{T},$$

де  $\sum t$  - загальна тривалість роботи устаткування з порушеннями, при яких з'являються шкідливі та небезпечні фактори, год;

$\sum \tau$  – час роботи в умовах екстремальних відхилень параметрів при наявності шкідливих і небезпечних факторів, год;

$T$  – час роботи агрегата, год.

Відповідно до завдання до магістерської роботи, для обладнання доменної печі вищенаведені параметри приймають наступні значення:

$$\sum t = 55 \text{ год}; \quad \sum \tau = 90 \text{ год}; \quad T = 720 \text{ год}.$$

Тоді

$$U_o = 1 - \frac{55 + 90}{720} = 0,799$$

Таким чином, рівень безпеки обладнання доменного виробництва - середній, тому необхідно прагнути до зниження часу прояви небезпечних і шкідливих факторів та екстремальних відхилень параметрів.

## **2.2 Дослідження шкідливих та небезпечних факторів доменного виробництва**

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами доменного процесу є: пил (перевантажувальні вагони, рудні і коксові бункера, вагон - ваги, воронка, грохот, воронка-ваги, скіп, газопровід газу доменного, чавунна й шлакова льотки, чаша шлаковоза, малий конус); шум (перевантажувальні вагони, рудні і коксові бункера, вагон - ваги, воронка, грохот, воронка - ваги, скіп, газопровід газу доменного, гармата, малий конус); вібрація (скіп); теплове випромінювання (чавунна і шлакова льотки, чаша шлаковоза, ківш-чавуновоз); інфрачервоне випромінювання

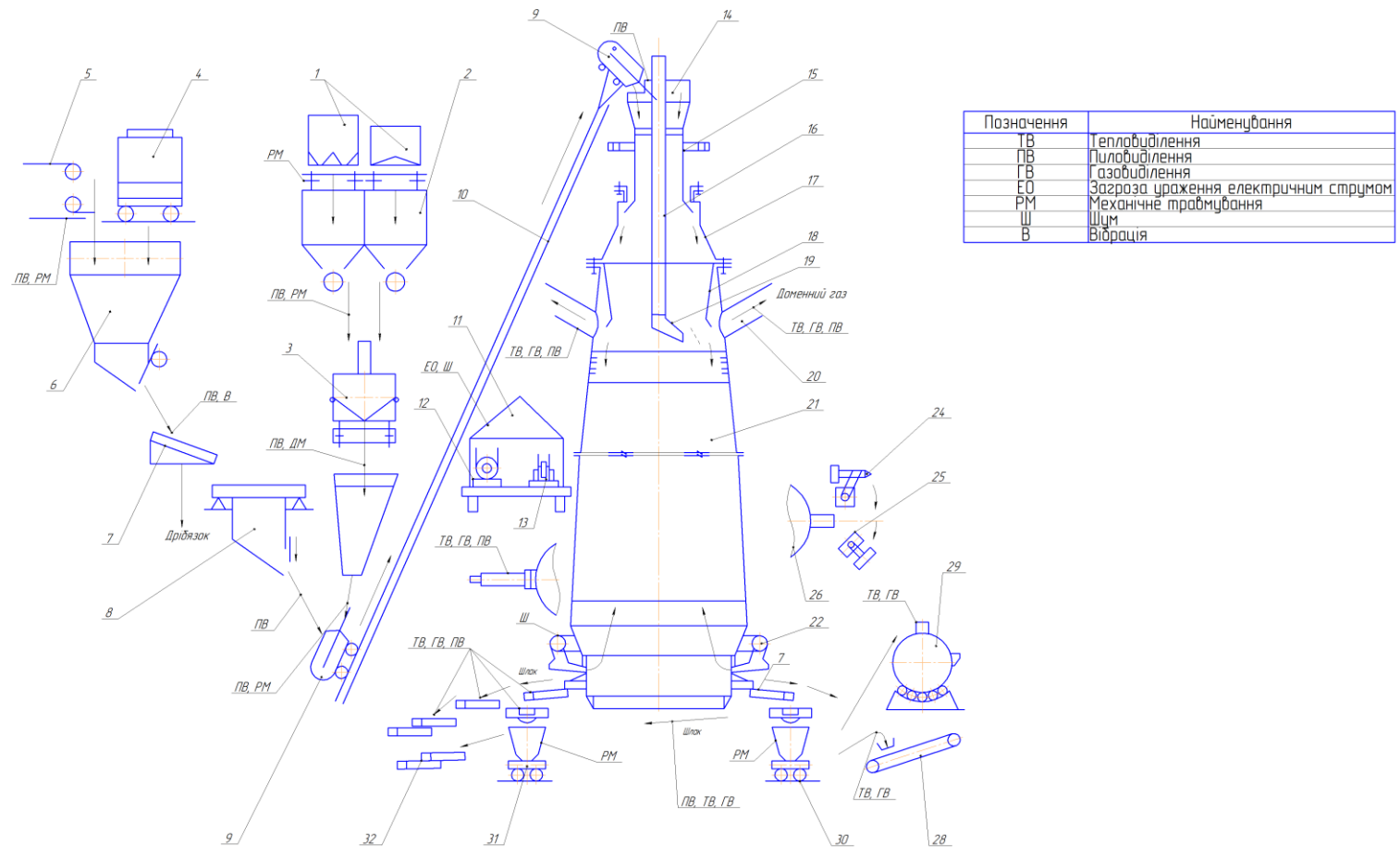
(чавунна лютка); тиск (газопровід доменного газу); газ (малий конус, газопровід доменного газу, чавунна й шлакова лютки, кільцевої повітропровід, ківш-чавуновоз); механічна небезпека (рухомі і обертові частини машин і механізмів: лебідка, скіпи, інші; незахищені рухомі елементи виробничого обладнання (гармата)) [8,16,17]. Апаратурно-технологічна схема доменного виробництва із зазначенням вредніх і небезпечних факторів представлена на рис. 2.1.

Таким чином, доменне виробництво нерозривно пов'язане з високими температурами, тисками, з утворенням великих кількостей вибухонебезпечних і токсичних газів, рідких продуктів плавки, з рухомими механізмами. У цих умовах значення набувають питання підвищення надійності роботи і безаварійності експлуатації доменних печей [8].

Ливарний двір.

На робочому майданчику доменної печі присутні такі шкідливі і небезпечні фактори [8,16,17]: випромінювання великої кількості надлишкового тепла в процесі доменної плавки, при випуску чавуну і шлаку; інтенсивне інфрачервоне випромінювання від продуктів плавки, а також від розігрітих поверхонь технологічного обладнання; забруднення повітряного середовища окисом вуглецю, оксидом сірки (IV) в основному при випуску чавуну і шлаку, а також в процесі плавки; запиленням повітряного середовища при прибиранні ливарного двору, підготовці чавунних і шлакових жолобів, а так  $\neg$  в результаті конденсації випаровуються з поверхності розплавлених продуктів плавки частинок металу і графіту.

Оцінка факторів виробничого середовища трудового процесу горнового представлена в табл. 2.2.



1 – саморозвантажуючий вагон; 2 – рудний дункер; 3 – вагон – ваги; 4 – коксовий перевантажувальний вагон; 5 – конвеєр з розвантажувальною теліжкою; 6 – коксовий дункер; 7 – грохот; 8 – воронка-ваги; 9 – скіп; 10 – міст скіпового підйомника; 11 – Машзал; 12 – скіпова ледідка; 13 – ледідка; 14 – прийомна воронка завантажувального пристрою; 15 – обертальна воронка розподільвача шихти; 16 – дезконусний засипний апарат; 17 – газовий затвор засипного апарату; 18 – чаша засипного апарату; 19 – засипний апарат; 20 – Газопровід доменного газу; 21 – доменна піч; 22 – кільцевий повітровод; 23 – фурменний прилад; 24 – пушка для заливки чавунної льотки; 25 – машина для взкриття шлакової льотки; 26 – чавунна льотка; 27 – ківш чавуновозу; 28 – розливна машина; 29 – міксер; 30 – шлакова льотка; 31 – чаша шлаковозу; 32 – устаткування для грануляції шлаку

Рисунок 2.1 – Апаратурно-технологічна схема доменного виробництва

Таблиця 2.2 – Оцінка небезпечних факторів виробничого процесу горнового доменного цеху

№ п/п	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Норм. знач.	Факт. знач.	III клас – шкідливі і небезпечні умови праці та характер праці			Час дії фактора, %, за зміну
				Іст.	Іст.	ІІст.	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м <sup>3</sup> II клас безпеки Марганцю оксиди III клас безпеки Азота диоксид Ангидрид сірчистий Монооксид вуглецю	0,3   2,0 10,0 20,0	1,28   2,6 16,8 23,5			4,26	80
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup>	4,0	18,5		4,63		80
3	Вібрація (загальна та локальна), дБ						
4	Шум, дБА	80	86	6			80
5	Мікроклімат в приміщенні: - температура, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість, % - інфрачервоне випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	24 0,5 55 140	31 0,45 41 3000		5		80
6	Важкість та напруженість праці	III, напружена					

Тепловиділення від доменних печей, комунікацій і жолобів, які остигають, становлять для печі об'ємом 1513 м<sup>3</sup> близько 8 млн. ккал/год. [8,16,17]. Інтенсивність теплового випромінювання від рідкого шлаку вище, ніж від рідкого чавуну, що пояснюється більш високою температурою шлаку. [8,16,17].

Інтенсивність інфрачервоного випромінювання від розплавленого чавуну коливається від 2 до 18 ккал/см<sup>2</sup>/хв. Це випромінювання обумовлює нагрівання до 50-80 ° С конструкцій, підлоги, стін, які в свою чергу перетворюються у вторинні джерела тепловипромінювання. [8,15,16].



До найбільш небезпечний факторів доменного виробництва відносять також запліненість та загазованість [8].

Під час випуску чавуну концентрація пилу біля жолоба досягає  $270 \text{ мг/м}^3$ . У своєму складі пил містить: оксиди заліза (до 57%), діоксид кремнію (до 29%), вуглець у вигляді графіту (до 7%). Даний пил має фіброгенну дію [8,15,16].

Під час роботи доменної печі на колошниковому майданчику спостерігається наявність у повітрі робочої зони оксиду вуглецю. Питомі виділення оксиду вуглецю залежать від продуктивності печі і коливаються в межах  $0,5 \dots 4 \text{ кг/т}$  чавуну [8,16]. Максимальна концентрація CO спостерігається на колошнику під час роботи засипного апарату. Колошникові майданчики відносяться до газонебезпечних місць I групи. На горновому майданчику концентрація CO досягає  $30 \text{ мг/м}^3$ , що перевищує ГДК ( $20 \text{ мг/м}^3$ ) [8,16]. Збільшення концентрації оксиду вуглецю також спостерігається на чавунній стороні ливарного двору. CO потрапляє до приміщення ливарного двору і піддоменнику під час випуску чавуну і шлаку, через нещільність в кожусі доменної печі і газових комунікаціях, а також утворюється при згоранні коксу, що закидається в жолоби і в ковші з чавуном.

Шум на ливарних дворах є наслідком проходження повітряних та газових потоків по шахті доменної печі, фурмам, газо- та повітроводам [8]. Відповідно до наведених даних табл. 2.2-2.3. рівень шуму на ливарних дворах не перевищує або незначно перевищує допустимий рівень.

Бункерна естакада. Одним з основних джерел виділення шкідливих речовин в доменному цеху є бункерна естакада [8].

При складуванні, усередненні і транспортуванні руди та інших складових шихти для доменних печей виділяється значна кількість пилу.

Верх бункерної естакади. Пил виділяється при розвантаженні шихти [8,15-17] вагонами, розвантаження шихти, що пилить, транспортерами і укритою галереєю. Концентрація пилу в повітрі галереї реверсивного

конвеєра під час вивантаження сипучих матеріалів з вагонів взимку (температура 6 °С, вологість 58%) становить 200-421 мг/м<sup>3</sup>, а в теплий період (температура 32°С, вологість 70%) 589 мг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 2.3– Оцінка факторів трудового процесу машиніста мостового крана

№ п/п	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Норм. знач.	Факт. знач.	III клас – шкідливі і небезпечні умови та характер праці			Час дії фактора, %, за зміну
				Iст.	IIст.	IIIст.	
1	Шкідливі хімічні речовини , мг/м <sup>3</sup> II клас безпеки Марганцю оксид III клас безпеки Азота диоксид Ангидрид сірчистий Монооксид вуглецю	0,3  2,0 10,0 20,0	0,36  0,85 39,0 23,5	1,2  . 1,18р.	   3,9р	     	80
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup>	4,0	24			6 р	80
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ	92	94	2			80
4	Шум, дБА	80	86	6			80
5	Мікроклімат у приміщені: - температура, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість, % - інфрачервоне випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	24 0,5 55 140	31 0,4 37 2560	   18	    2560	7	80
6	Важкість і напруженість праці	Середньої важкості ІІб, напруженна					

Матеріалами, які особливо пилять, є агломерат і окатиші. Температура агломерату, що завантажується в бункера, коливається в межах 300-600 °С. Зміст дріб'язка (розміром до 3 мкм) доходить до 15-20%. [8,15-17].

Підбункерні приміщення. Повітря підбункерних приміщень забруднене пилом, особливо сильне забруднення відбувається під час роботи вагон-ваг. Пил, що потрапляє в підбункерне приміщення, осідає на будівельних конструкціях та обладнанні. Кількість осілого пилу досягає 3

кг/(м<sup>2</sup>·добу), а над кишенями ваго-ваг доходить до 20 кг/(м<sup>2</sup>·добу). Питомі викиди пилу в підбункерному приміщенні, обладнаному вагон-вагами, складають в середньому 2,5-3,5 кг/т чавуну. Так само ще і агломерат, який має температуру до 100 ° С є джерелом пилоутворення і погіршення мікроклімату в підбункерних приміщеннях (через виділення тепла - 500 ккал/год на тонну агломерату). Іншим джерелом пилоутворення є транспортери. Так в галереї транспортерної подачі відбувається пиловиділення, при розвантаженні, і відбувається виділення тепла від агломерату, що має температуру до 100 ° С (1000 ккал/год на тону агломерату, температура повітря 19-21 ° С). [8,15-17].

Значним джерелом запиленості є вузол завантаження шихти в скіпі. [8,15,16]. У підбункерних приміщеннях, обладнаних вагон-вагами, запиленість повітряного середовища вище, ніж при транспортерній шихтоподачі. Особливо великі пиловиділення відбуваються при завантаженні шихтових матеріалів з бункера в вагон-ваги і при вивантаженні з вагон-ваг в скіп підйомника.

Так як агломерат має підвищену температуру, то він є джерелом забруднення повітря токсичними газоподібними речовинами (окисом вуглецю, сірчистим газом). Оксид вуглецю і сірчистий газ присутні в незначних кількостях, що не перевищують, як правило, гранично допустимої концентрації, і не можуть істотно вплинути на умови праці працюючих. Однак в комплексі з іншими несприятливими факторами вони можуть посилювати їх дії. [8,15,16].

Таким чином, мікроклімат підбункерних приміщень формується під впливом двох чинників - тепловиділень від агломерату і неорганізованого надходження зовнішнього повітря. У теплу пору року в підбункерних приміщеннях створюється нагріваючий мікроклімат. У зимний період надходження мас холодного повітря часто переважає над теплонадлишками, в результаті чого приміщення вихолоджується і в ряді випадків спостерігаються негативні температури повітря [8,15,16].

Теплове опромінення, якому піддається персонал доменних печей, коливається в широких межах. Джерелом випромінювання [8,16] є розплавлені маси чавуну і шлаку, гарячий агломерат, нагріті елементи конструкцій і т.п. Рівень опромінених ( $\text{кВт/м}^2$ ) · на ливарних дворах доменних печей становить: при підготовці шлакової льотки і жолоба від 0,35 до 7,0; і під час випуску шлаку до 14,0; при підготовці головного жолоба і під час розтину чавунної льотки від 2,1 до 6,3; у головного горнового жолоба під час випуску чавуну до 15,4, в пульті управління електропушкою від 0,18 до 3,3; на майданчику під час наповнення ковша чавуном від 0,7 до 4,9; під час спостереження за роботою фурми випромінювання від 0,35 до 2,8. [8,15-17].

Одним з найбільш шумонебезпечних обладнань в доменному виробництві є інерційні грохоти [17]. Інерційні грохоти працюють в режимі вимушених коливань з амплітудою 3-6 мм і швидкістю обертання валу вібратора 800 - 1500 об / хв. Основною причиною виникнення шуму грохоту на низьких і середніх частотах є вібрації бічних стінок його короба і тічок. Що обумовлено дією відцентрових сил, які виникають при обертанні дебалансів приводу, ударним характером взаємодії деталей підшипникових вузлів вібратора, а так само аналогічним характером дії шматків матеріалу, який сортується на поверхні, що просіює. Високочастотний діапазон спектра шуму визначається випромінюванням звуку металевими ситами [8,16,17]

У зонах обслуговування дробильного обладнання рівні звуку в ряді випадків перевищують допустимі значення на 10-25. Рівні звуку залежать від фракції дробленого матеріалу, розмірів падаючих шматків і рівномірності завантаження [17]. Під час завантаження дробарки рівень звукового тиску підвищується на 8 -10 дБА у порівнянні з рівнем при сталому режимі роботи під навантаженням. При падінні шматків матеріалу з завантажувального пристрою на розподільну плиту рівень

звукового тиску на 4 -5 дБА менше, ніж при падінні з розподільною плити на завантажувальний пристрій [17].

Розливні машини. Галерея розливних машин відноситься до приміщень з надлишками тепла, що перевищують 20 ккал/(м<sup>2</sup>· год). [8]. Мікроклімат в приміщенні галереї формується під впливом як тепловиділень при розливанні чавуну, так і неорганізованого надходження зовнішнього повітря через відкриту частину галереї з розвантажувальної боку розливної машини. Тепловипромінювання при розливанні чавуну досягають 5-9 кал/(см<sup>2</sup>-хв). Тому приміщення поста керування розливної машини повинно бути теплоізолювані.

Надходження тепла в приміщення кантувальних лебідок незначне (тільки від електродвигунів).

При розливанні чавуну виділяються також окис вуглецю і пил (частки графіту і металу), тому розливні машини повинні бути обладнані установками для їх уловлювання [15-18].

### **2.3 Характеристика приміщень цеху по небезпеці поразки електричним струмом**

Доменний цех є крупним споживачем електроенергії і має розвинене електрогосподарство. Велика кількість електроенергії йде на привід різних агрегатів: скіпового підйомника, вагон-ваг, механізмів колошника, мостових і козлових кранів, вентиляторів системи аспірації, вентиляторів, що подають повітря на пальники повітрянагрівачів і так далі

Приміщення доменного цеху мають наступні характеристики [29]. Ливарний двір і піддоменник - сухі, жаркі, пильні. Відносна вологість повітря менше 60%, температура повітря 32...40°C, струмопровідний пил (містить в основному оксиди заліза і графіт), виділяється в основному при випуску і розливанні чавуну і шлаку.

Підбункерні приміщення - пильні. Це обумовлено тими технологічними процесами, які тут відбуваються (дозування, вантаження сировини до скіпів і так далі)

Приміщення пультів управління доменною піччю і пультів управління газоочисткою можна віднести до приміщень з нормальним середовищем.

По небезпеці поразки струмом всі виробничі приміщення згідно ПБЕ [29] підрозділяють на три категорії: з підвищеною небезпекою поразки струмом; особливо небезпечні; без підвищеної небезпеки.

До приміщень без підвищеної небезпеки відносяться в доменному цеху приміщення пультів управління, кімнати відпочинку.

До приміщень з підвищеною небезпекою відносяться приміщення майстерень (струмопровідні підлоги).

До особливо небезпечних відносяться ливарний двір і піддоменник (висока температура повітря і струмопровідний пил), підбункерні приміщення (струмопровідний пил, можливість одночасного дотику до металевих корпусів електроустаткування з одного боку і до металоконструкцій, що мають контакт із землею, з іншого боку).

Зони, в яких розміщується електроустаткування, можуть відноситися до вибухо- і пожежонебезпечних класів. Вибухонебезпечні зони підрозділяються на класи: В-1, В-1а, В-1б, В-1г, В-ІІ, В-ІІа. Пожежонебезпечні зони підрозділяються на класи: П-1, П-ІІ, П-ІІа, П-ІІІ [35].

У доменному цеху до пожежонебезпечної зони класу П-ІІ відносяться підбункерні приміщення, оскільки тут виділяється горючий пил (коксівний) з нижньою концентраційною межею займання більше 65 г/м<sup>3</sup>.

До зони класу П-ІІа відносяться кабельні галереї, приміщення пультів управління (зони, розташовані в приміщеннях, в яких обертаються тверді горючі речовини - пластмаси, дерево, гума).

Простір в зовнішніх установок очищення доменного газу відноситься до вибухонебезпечної зони класу В-1г. Для зовнішніх технологічних апаратів, що містять горючі гази (до них відносяться сухий радіальний пиловловлювач, рукавний фільтр) вибухонебезпечна зона класу В-1г вважається в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі.

Зони, розташовані в ливарному дворі і піддоменнику не відносяться до вибухо- і пожежонебезпечних, оскільки тут звертаються речовини в розплавленому стані і використовується кокс як паливо.

Для виробничих процесів у доменному цеху використовують змінний струм напругою 380/220 В і напругою 6000 В. При використанні напруги до 1000 В в Україні застосовують мережі змінного трифазного струму з частотою 50 Гц. Чотирипровідна мережа трифазного струму з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 використовують для живлення основної кількості обладнання доменного цеху.

У доменному цеху для живлення електродвигунів потужністю більше 200 кВт використовується напруга 6000 В (трифазні асинхронні короткозамкнуті вибухозахищені двигуни серії ВАО).

При організації штучного освітлення в доменному цеху застосовується мережа з напругою до 220 В [17].

При виконанні робіт з використанням ручного електрифікованого інструменту, переносних світильників для забезпечення безпеки при користуванні переносними світильниками застосовують знижену напругу. У приміщеннях без підвищеної небезпеки використовують напругу 42 В, а в приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних застосовують напругу 12 В.

#### **2.4 Дослідження пожежної небезпеки доменного виробництва**

Основними причинами виникнення пожеж доменному виробництві є: несправність або неправильна експлуатація електроустаткування;

попадання рідких продуктів плавки на горючі матеріали; вибухи доменного газу при його витоках.

Під час проведення плавки чавуну в доменних печах на виробництві застосовують наступні речовини, які небезпечні в пожежному відношенні:

- доменний газ - утворюється в процесі доменної плавки, застосовується в суміші з природним для опалювання повітрянагрівачів; область займання 46...68 %, температура самозаймання 500...600 °С [20].

- природний газ - застосовується для опалювання повітрянагрівачів, додається в доменне дуття; область займання 5...17%, температура самозаймання 530 °С [20].

- мінеральні масла - застосовуються в системах змащення і гідроприводу різних механізмів; температура спалаху 150...180°С , температура самозаймання 250...400 °С [20].

- кокс - використовується в доменному процесі як паливо і відновник; температура займання 400°С , температура самозаймання 550°С [20, 21].

- ацетилен – використовується для зварювання і різання металу; область займання 2,5...81%, температура самозаймання 335°С [21, 20].

- електроізоляція – бавовняна, гумова, пластикова.

- деревина, з якої виготовлені окремі предмети робочих меблів; температура займання 270...300 °С , самозаймання – 330...470°С [20,21].

Певну пожежну небезпеку представляє наявність рідкого чавуну і шлаку.

У доменному виробництві до категорії А (вибухопожежонебезпечна) відносяться газорозподільні і газорегуляторні пункти. До категорії Б (вибухопожежонебезпечна) відносяться приміщення подачі пиловугільного палива в піч, закриті галереї для транспортування вугілля. До категорії В (пожежонебезпечна) відносяться підбункерні приміщення, склади масел, приміщення масляних трансформаторів, маслотунелі гідравлічних систем, електрокабельні приміщення. До категорії Г



відносяться ливарний двір і піддоменник. До категорії Д відносяться склади руди, приміщення щитів управління, механічні і електроремонтні майстерні.

Ступінь вогнестійкості будівлі доменного цеху - Ша (будівлі переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса - із сталевих незахищених конструкцій. Конструкції, що захищають, - із сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з важкогорючим утеплювачем [22]).

Допускається в будівлі застосовувати гіпсокартонні листи для облицювання металевих конструкцій з метою підвищення їх межі вогнестійкості. Для виділення робочих місць в межах приміщення допускається застосовувати перегородки з ненормованими межами вогнестійкості і межами поширення вогню. Ці перегородки можуть бути заклені або з сіткою при висоті глухої частини не більше 1,2 м, збірно-розбірні і розсувні.

### 3. ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Заходи по попередженню небезпечних та шкідливих факторів

Захист від пиловиділення. З моменту початку випуску, джерелом пиловиділення є льотки доменної печі, поблизу льотки споруджено відсмоктування за допомогою якого видаляють запилені гази. У напрямку руху чавуну від льотки відбувається взаємодія повітря з рідким металом, в результаті чого утворюються запилені гази. Для запобігання виділенню запилених газів в простір ливарного двору головний жолоб від льотки до скиммера на період випуску чавуну накривається укриттями, яке знімається. В кінці головного жолоба на скиммері відбувається поділ чавуну і шлаку. Гази, що утворилися при цьому відбираються відсмоктувачем в районі скиммера. Чавун і шлак по транспортним жолобах направляється на жолоби, які колихаються, для чавуну і шлаку. Пройми цих жолобів укриті рухливими кришками. Відсмоктування від жолобів, що колихаються, проводиться двома збірними отворами, виконаними в стінках пройому. З жолобів, які колихаються, продукти плавки потрапляють в чавуновозні і шлаковозні ковші. Рисунок аспірації ливарного двору представлено в п. 3.1.1.

Велика кількість пилу виділяється на рудному дворі і бункерній естакаді. Зниження шкідливого впливу пилу на організм людини на сучасних рудних дворах здійснюється головним чином за рахунок комплексної механізації робіт на рудному дворі, установки вагоноперекидачів, обладнаних пристосуваннями для очищення вагонів від шихтових матеріалів, доставки шихти на бункерну естакаду в саморозвантажних вагонах, подачі шихти з рудного двору на бункерну естакаду конвеєрами.

Таким чином, основним напрямком поліпшення умов праці на рудних дворах є ліквідація ручної праці, механізація важких і

трудомістких робіт. Хороші результати дає застосування дрібнодисперсної води для придушення пилу в місцях його утворення. Тому місця вантажно-розвантажувальних робіт із пиловими матеріалами слід обладнати водорозпилювачами [8, 16].

Поліпшення умов праці на бункерних естакадах сприятиме постачання доменних печей відсіяним від дрібних фракцій (0-10 мм) охолодженого агломерата і залізородного окатиша. В галереях конвеєрів для подачі шихтових матеріалів слід передбачати укриття перевантажувальних вузлів і інших місць пилоутворення з пристроєм аспірації, зрошення водою місць пиловиділення [8,15,16].

На бункерних естакадах, де кокс подається транспортерами, а агломерат - залізничними вагонами, галерея коксоподачі повинна бути ізольована від залізничних колій, щоб запобігти доступ пилу в приміщення галереї під час розвантаження вагонів з агломератом на бункера.

У підбункерних приміщеннях, обладнаних вагон-вагами, запиленість повітряного середовища вище, ніж при транспортерній шихтоподаванні [8]. Особливо великі пиловиділення відбуваються при завантаженні шихтових матеріалів з бункера в вагон-ваги і при вивантаженні з вагон-ваг в скіп підйомника. Герметизація кабіни керування вагон-ваг, подача в кабіну очищеного повітря, охолодженого в теплий період року і підігрітого в холодний період, сприяє поліпшенню умов праці машиніста вагон-ваг. Оскільки робота машиніста вагон-ваг відбувається в умовах значної запиленості повітряного середовища, а при застосуванні гарячого агломерату - також під впливом високих температур, доцільно повністю автоматизувати вагон-ваги.

У підбункерних приміщеннях з транспортерною подачею шихти основні джерела пиловиділення розташовані уздовж тракту подачі агломерату. Тракт транспортерної шихтоподачі обладнується укриттями з

аспірацією. Хороші результати дає застосування централізованої колекторної аспіраційної системи.

У підбункерних приміщеннях є й інші джерела виділення пилю (живильники, грохоти), які збільшують валові викиди пилю. Всі джерела пиловиділення повинні бути укриті і обладнані аспірацією.

Рекомендується для подачі шихтових матеріалів використовувати скребкові конвеєри типу КПС(2м) з системою аспірації. Скребкові конвеєри переміщують вантаж рухомими по жолобу або трубі скребками. Такі скребкові конвеєри використовують для переробки сипких або кускових вантажів, що надходять в жолоб через завантажувальну воронку. Робочою гілкою є нижня. Контур перетину жолоба і конфігурація скребків - прямокутна. Скребки скребкового конвейера штамповані зі листової сталі, а жолоба – металеві. Скребкові конвеєри в порівнянні з пластинчастими мають меншу масу, можуть завантажуватися і розвантажуватися в будь-якій точці по всій довжині жолоба. Швидкість робочого органу скребкових конвеєрів 0,16 м/с. Скребкові конвеєри зазвичай застосовуються для переміщення вантажу на відстані до 100 м. Скребкові конвеєри забезпечують пилонепроникність внутрішньої порожнини, можливість дистанційного керування, можливість завантаження і розвантаження в будь-яких точках траси, можливість охолодження гарячого вантажу, можливість самодозування, мінімальне подрібнення вантажу.

Захист від надлишкових тепловиділень. Мікроклімат виробничих приміщень - це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається діючими на організм людини температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь [8,15,16]. Оптимальний мікроклімат в приміщенні забезпечує підтримку теплового рівноваги між організмом і навколишнім середовищем. Метеорологічні умови робочого середовища впливають на процес теплообміну і характер роботи. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує його самопочуття, знижує

продуктивність праці і призводить до захворювань. Висока температура повітря сприяє швидкій стомлюваності працюючого, може привести до перегріву організму, теплового удару. Низька температура повітря може викликати місцеве або загальне охолодження організму, може стати причиною простудного захворювання або обмороження [8,16]. Підтримка на заданому рівні параметрів, що визначають мікроклімат, температури, вологості і рухливості повітря може здійснюватися кондиціонуванням або вентиляцією.

Заходи захисту від теплового випромінювання, які мають особливе значення в доменному цеху, можна розділити на наступні чотири групи: ті що усувають джерело тепловиділень; ті що захищають від теплового випромінювання; полегшують тепловіддачу тіла людини і заходи індивідуального захисту. Джерела тепловиділень можуть усуватися при зміні технології, при автоматизації та механізації ручної праці, скорочення довжини паропроводів і газопроводів [8,15,16]. Захист від прямої дії теплового випромінювання здійснюється в основному екрануванням установкою термічного опору на шляху теплового потоку. Екрани, які відображають виконуються з цегли, алюмінію, жерсті, азбесту, алюмінієвої фольги (альфоль) на азбестовій або металевій. Екрани можуть бути одно- і багатошаровими, причому вільне підсмоктування повітря між шарами збільшує ефективність екранування [8].

Своєрідним тепловідвідними прозорим екраном служить так звана водяна завіса, яку влаштовують у технологічних отворів промислових печей і через яку вводять всередину печей інструменти, оброблювані матеріали, заготовки. Краще застосовувати екранів відображення, так як екрани поглинання при нагріванні стають тепловипромінювачами.

Для підтримки нормальних параметрів мікроклімату в робочій зоні застосовують: механізацію та автоматизацію технологічних процесів, захист від джерел теплового випромінювання, пристрій систем вентиляції, кондиціонування повітря і опалення. Важливе місце має і правильна

організація праці та відпочинку працівників, що виконують трудові роботи в гарячих цехах.

Теплозахисні засоби повинні забезпечувати теплову опроміння на робочих місцях не більше  $350 \text{ Вт/м}^2$  і температуру поверхні обладнання не вище  $35^\circ \text{C}$  при температурі всередині джерела тепла до  $100^\circ \text{C}$  і не вище  $45^\circ \text{C}$  при температурі всередині джерела тепла вище  $100^\circ \text{C}$  [8, 16, 17].

В якості теплоізоляційних матеріалів для трубопроводів пари і гарячої води, а також для трубопроводів холодопостачання, використовуваних в промислових холодильниках, можуть бути використані матеріали мінеральної вати.

Захист від шуму. Надмірний шум обмежує можливе підвищення потужності обладнання. Це заважає правильній організації і проведенню виробничих процесів, негативно позначається на продуктивності праці. Тривала дія шуму може привести до зниження слуху, а іноді до глухоти. Шум чинить негативний вплив на серцево-судинну і центральну нервову систему. На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємств гранично допустимий рівень звуку встановлено 80 дБА, для якого ймовірність пошкодження слуху практично дорівнює нулю при будь-якому етапі роботи. [17]

Найбільш шумоопасним обладнанням в доменному цеху є клапан «Снорт», газові пальники повітрянагрівачів, віброживильники, фурми доменних печей [8, 17].

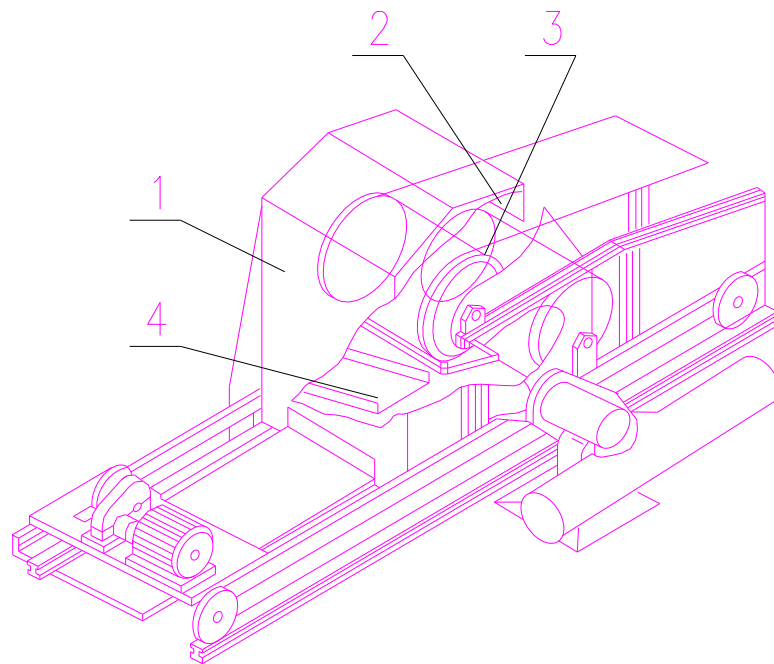
Для зниження шуму від клапана «Снорт» рекомендується застосувати глушник. Він складається з стінки перфорованої сталеві труби з закритим виходом і зовнішнього сталеві циліндра, облицьованим шаром сталеві войлоку.

Вентиляція і кондиціонування. Зі збільшенням потужності доменних печей відповідно зростає повітрообмін, який здійснюється механічною вентиляцією. Аналіз досвіду проектування і експлуатації вентиляційних систем підтверджує доцільність централізації систем вентиляції, що

забезпечує підвищення надійності, довговічності і спрощує їх ремонт і обслуговування [8,15,16]. Централізація вентиляційних систем дозволяє використовувати технологічні вентилятори, що володіють високою надійністю. На підставі ряду досліджень встановлено, що повітрязабір необхідно видаляти від доменного цеху в зони, де концентрація пилу в повітрі стабілізується і знаходиться на рівні, близькому до середніх значень вмісту пилу в атмосферному повітрі металургійного підприємства. Під час визначення необхідного місця розташування повітрязабору необхідно враховувати стан повітряного середовища за вмістом токсичних газів, а також переважний напрямок вітру. У підбункерних приміщеннях доменних цехів для розвантаження матеріалів з конвеєра в бункера широко застосовуються візки, які скидають, і реверсивні конвеєри. Візки, які скидають, працюють в режимах завантаження і перепуску шихти, причому обидві ці технологічні операції супроводжуються інтенсивним виділенням пилу. Тут спостерігаються точкові джерела пиловиділення - місця падіння матеріалу на жолоб, на дно бункера і завантажений матеріал, а також на транспортерну стрічку (режим перепуску) і одне лінійне вторинне джерело пиловиділення – холоста гілка стрічки конвеєра, з якої стряхиваються прилип частинки, що транспортується. Пил і просипання не тільки погіршують санітарно-гігієнічні умови праці на ділянці, а й призводять до передчасного зносу устаткування, особливо барабана, який відхиляє, візка, що скидає і роликів конвеєра.

Для боротьби з пиловиділенням і прокидаючись є ряд технічних рішень. Найбільш прийнятна для гарячих матеріалів аспираційна система, що включає відсмоктування запиленого повітря від укриття барабана, який скидає, патрубок якого стикується з одним з патрубків магістрального колектора, що розташовано уздовж конвеєра. На кінцях патрубків для зменшення підсосів встановлюються диски. Така схема дозволяє об'єднати відсмоктувачі від автостелли і відповідного бункера в

мережі безпосередньо у місця установки візка і здійснювати їх одночасне підключення одним дросель-клапаном. На рис. 3.1 наведено пристрій знепилювання візка, що скидає [8]. Аспіраційне укриття виконано у формі камери з взаємодіючими з транспортерною стрічкою навісними ущільненнями, що охоплює барабани, які скидають і відхиляють і встановлене між барабанами, що відхиляють і пристроєм, що скидає для очищення стрічки, забезпечене лотком для направлення знятого з стрічки матеріалу.



1 - аспирационное укритие; 2 – навесные уплотнения; 3 – сбрасывающий барабан; 4 – верхняя часть желоба

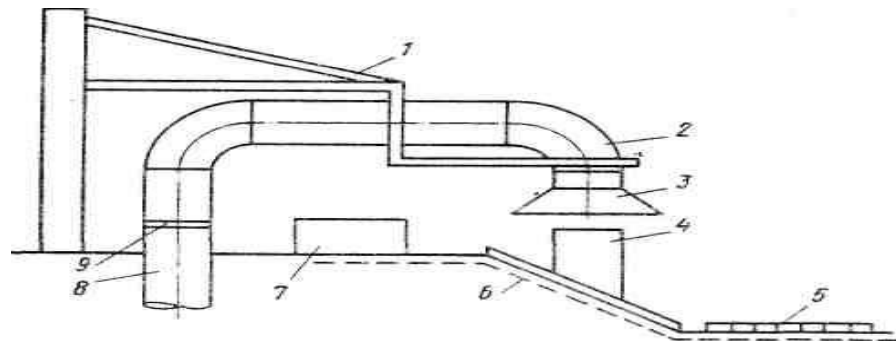
Рисунок 3.1 - Аспирационное укритие сбрасывающей тележки

Для поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці на майданчику, де працює горновий і ливарному дворі в основному застосовуються аерація і аспірація. Джерела пилегазовиділення специфічні, тому системи аспіраційних укриттів відрізняються різноманітністю конструкцій. Аспіраційні системи ливарних дворів по призначенням і розміщенням можна умовно розділити на наступні групи: аспіраційні пристрої, розміщені під льоткою доменної печі і головним жолобом; аспіраційні пристрої, розміщені над чавунними і шлаковими жолобами, аспіраційні



пристрої, розміщені над місцем зливу чавуну та шлаку в ковші; аспіраційні пристрої, розміщені над ливарними дворами [8,15,16]. Схема аспірації ливарного двору представлена на рис.3.3.

Пристрої, що передбачають укриття джерел газопилевиделень і установку місцевих відсмоктувачів безпосередньо над місцями викидів, дозволяють поліпшувати санітарний стан в робочій зоні і відводити на очистку порівняно невеликі обсяги газів (рис. 3.2 [8]). Аспіраційні укриття жолобів поєднуються з футерованими кришками жолобів. Кришки бувають знімними або виконуються з приводом для їх відводу в сторону при ремонті жолобів. Пристрій для відсмоктування газів над скіммером і чавунним жолобом показано на рис.3.2.



1— консольно-поворотная опора; 2 — газоход; 3 — вытяжной зонт; 4 — крышка с выводной трубой; 5 — плоские крышки; 6 — желоба для чугуна; 7 — крышка над скиммером; 8 — газоход к коллектору; 9 — подвижное соединение

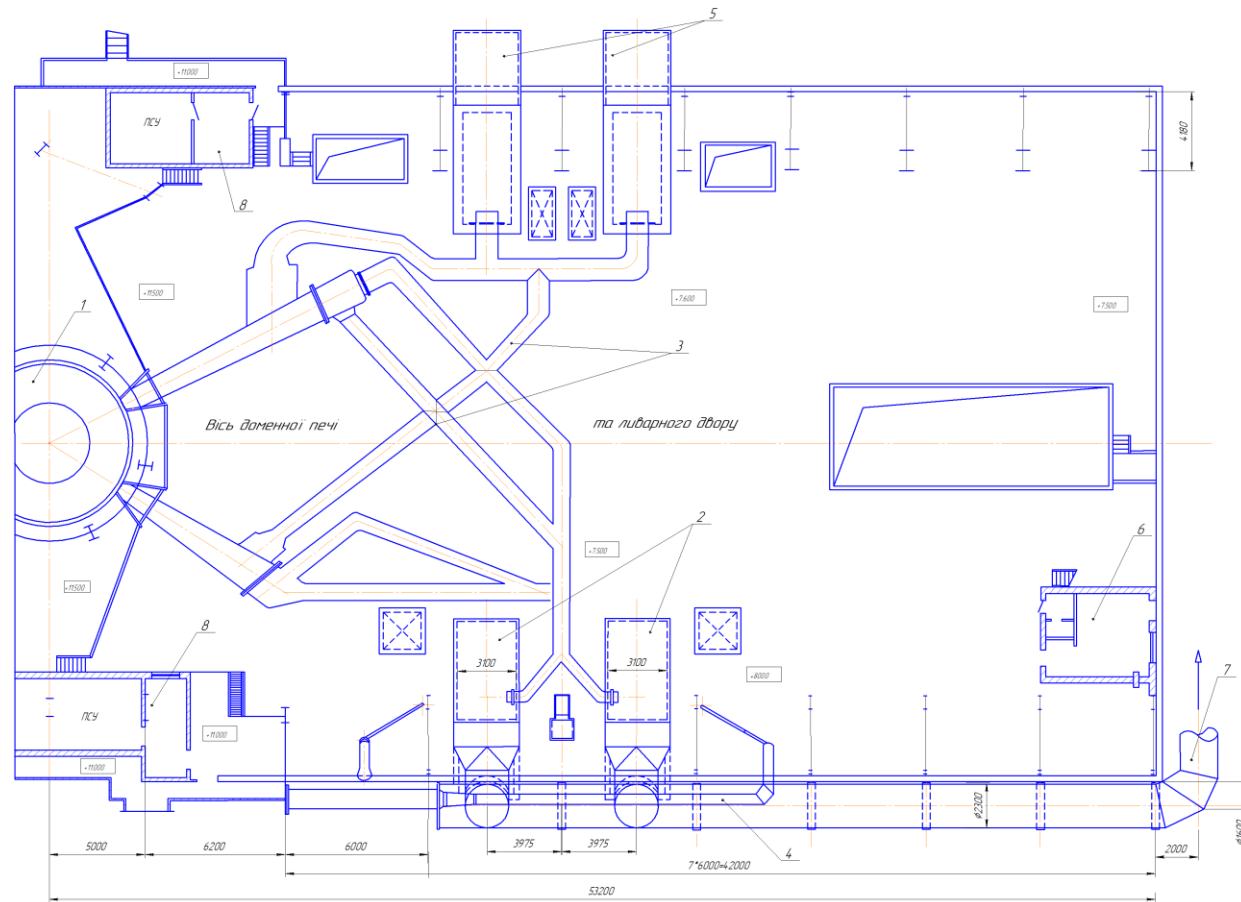
Рисунок 3.2 - Устройство для отсоса газов над скиммером и чугунным желобом

Запилене повітря аспіраційної системи бункерної естакади, скіпової ями і приймальної воронки засипного апарату надходить на газоочистку. Очищення від пилу протікає в рукавних фільтрах. Вловлений в фільтрах пил дозується шлюзливим живильниками на скребковій конвеєрі КПС-200. Потім перевантажуються на скребковий конвеєр КПС-250. Вивантаження

пилу з конвеєра проводиться в бункер. З нього пил дозується в барабан-зволожувач, де відбувається зволоження уловленої пилу для зменшення пиловинесення. Зволожений пил по жолобу перевантажується в вагон. З метою запобігання попадання пилу в атмосферу цеху, місце розвантаження барабана обладнується укриттям з витяжним зонтом [8,17].

Вентиляція ділянок розливання чавуну. Під час розливання чавуну на розливній машині відбувається інтенсивне виділення пари, тепла, а також пилу. Видалення тепла і пари відбувається природним шляхом через аераційні пристрої. Для уловлювання пилу в зоні розливання чавуну необхідно передбачати аспірацію. Рекомендується влаштовувати витяжні зонти над ковшем і над місцем зливу чавуну. Зонт над місцем зливу необхідно захищати від попадання в нього пари, так як це може привести до заростання пилом повітроводів і фільтрів. Для видалення пара з приміщення розливних машин влаштовують витяжні шахти великого перерізу.

Аерація. Ефективним засобом у боротьбі з тепловиділеннями, забрудненням повітря робочих зон газами і пилом є аерація. Аерація будівель здійснюють за допомогою витяжних ліхтарів в покрівлі будинку і припливних отворів в нижній частині його стін. У якості припливних отворів використовують вікна зі стулками або отвори, що закриваються жалюзійними ґратами. Виділення пилу, газів, тепла на робочій майданчику ливарного двору і в будівлі піддоменників коливаються в значних межах через циклічності випуску чавуну і шлаку. Зі збільшенням обсягу доменних печей зростає число випусків, тобто має місце тенденція до безперервності процесу, що слід враховувати в теплогазовоздушном балансі. Аерація забезпечує значний повітрообмін в будівлях при малих експлуатаційних витратах. Природна загально обмінна вентиляція проектується для наступних об'єктів доменного цеху: ливарного двору доменних печей, будівлі повітронагрівачів і розливної машини. Для аерації в цеху влаштовані три ряди отворів в поздовжніх стінах будівель:



1 – доменна піч, 2 – укриття коливаючих жолодів; 3 – жолоба для зливу чавуну та шлаку; 4 – трубопровід вентиляції;  
 5 – коливаючий жолод; 6 – приміщення відпочинку горнових; 7 – трубопроводи відсосу диму; 8 – приміщення керування електрогазарматою

Рисунок 3.3 – Аспірація ливарного двору

перший ряд - на рівні 1 м від підлоги, другий - 4,2 м і третій - на рівні підкранових балок. Видалення повітря здійснюється з верхньої зони, так як мають місце надлишки тепла [8,15,16,30].

Повітряний душировання. Ефективною і обов'язковою мірою захисту робітників, що знижує вплив випромінювання на робочих місцях, слід вважати повітряне душировання. Система подачі потоку повітря і обдування поверхні тіла працюючого повинна сприяти нормальному теплообміну між тілом людини і навколишнім середовищем. Повітряний душ може забезпечити створення на робочому місці певної температури і вологості, що відповідають гігієнічним і фізіологічним вимогам, без організації загальної вентиляції в цеху [8,15,16]. Крім того, в рухомому потоці повітря тепловіддача зростає, завдяки чому при обдуванні поліпшується теплообмін тіла з повітрям. Тому обдування і повітряне душирування набули широкого поширення як метод зниження впливу від випромінювань.

При обдуванні на робочого направляються потік необробленого навколишнього повітря за допомогою пересувних агрегатів. Душирування використовує подачу обробленого повітря. Так, в місцях постійного перебування робітників при температурі повітря 28 °С і більше слід влаштувати повітряне душирування, причому швидкість руху повітря при охолодженні і його температура при важкій роботі повинні відповідати нормам. Швидкість руху повітря вище 5-6 м/с неприпустима, так як викликає неприємні відчуття в очах, шум у вухах і погіршення загального стану працюючих [33,35].

У разі влаштування душа безпосередньо у робочого місця слід застосовувати насадку конструкції В. В. Батурина. Агрегат складається з вентилятора з вісьмома лопатками типу ЦАГІ і електродвигуна типу СТ-4, змонтованих на одному валу. Для вирівнювання повітряного потоку агрегат має 24 лопатки.

Опалення основних виробничих приміщень передбачається повітряне, сполучене із припливною вентиляцією [33]. Приплив здійснюється великими установками, розташованими групами.

Внаслідок виділення великої кількості надлишкового тепла на ливарному дворі доменному цеху потрібен значний повітрообмін, особливо в літню пору. Природня вентиляція на ливарному дворі доменному цеху здійснюється завдяки різниці температур повітря в приміщенні й поза його (тепловий напір) і впливу вітру (вітровий напір). Для аерації влаштовують отвори в поздовжніх стінах будинку: нижній ряд (для припливу повітря в теплий період року) - на рівні не більш 1,8 м; верхній ряд (для припливу повітря взимку та улітку) - на рівні не менш 4 м. На покрівлі будинку встановлюють аераційний ліхтар.

Відповідно до вимог санітарних норм параметри повітряного середовища для робочої зони виробничих приміщень доменного цеху наведено в табл. 3.1 (ДСНЗ.3.6.042-99).

Одним з важливих параметрів виробничої обстановки є раціональне освітлення. Незадовільне освітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці й може стати причиною нещасних випадків і захворювань очей. Розрізняють природне й штучне освітлення.

Таблиця 3.1 – Значення нормованих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень

Характеристика	Категорія	Період року (теплий, холодний)						Температура повітря поза постійних робочих місць, Т, °С	
		На постійних робочих місцях							
		Температура повітря, t, °С		Відносна вологість повітря, φ, %		Швидкість руху повітря, W, м/с		Опт.	Доп.
		Опт.	Доп.	Опт.	Доп.	Опт.	Доп.		
		Холодний період							
		16-18	13-19	40-60	75	0,3	Не більш є 0,4	19-22	12-20
		Теплий період							
		18-20	15-26	40-60	75	0,4	0,2-	22-24	13-28

Природне освітлення в приміщенні створюється сонячним світлом через світлові прорізи, і підрозділяється на бічне (через прорізи в стінах), верхнє (через світлові прорізи в аераційних ліхтарях), комбіноване (одночасно через світлові прорізи в стінах і аераційних ліхтарях).

Штучне освітлення необхідне для проведення робіт у темний час доби або в місцях без достатнього природнього освітлення (ДБН В.2.5-28-2006) [23].

Штучне освітлення характеризується номінальними значеннями напруги, потужності, світлового потоку, лінійними розмірами.

У гарячих цехах особливістю є наявність у полі зору працюючих самосвітних предметів (полум'я, розплавленого й нагрітого металу та шлаку). Яскравість полум'я розплавлених металу й шлаків звичайно значно вище яскравості навколишнього фону й шкідлива для очей. Умови роботи вимагають розглядання поверхонь, які світяться, для спостереження за ходом процесу, визначення на око температури, якості металу й шлаків та ін. Необхідність постійної адаптації ока при перекладі їх зі поверхонь, які світяться, на навколишній більш темний фон й назад може викликати зниження зорових функцій, засліпленість, виникнення послідовного образу, утруднити розрізнення інших предметів.

Для забезпечення ясного розрізнення після фіксації очима поверхонь, які світяться, необхідно створювати певну яскравість поля адаптації ( тобто забезпечити певний рівень освітленості навколишнього фону), уникати різкої відмінності на робочих поверхнях і в полі зору, що оточує робочі поверхні.

Відповідно до цього для робіт із предметами, які самі світяться, (VII розряд) установлена мінімальна загальна освітленість лампами розжарювання 150 лк (ДБН В.2.5-28-2006). Застосування ламп без захисної арматур не допускається. У доменному цеху використовуються лампи розжарювання НГД 127-100 (напруга на лампі 127 В, потужність 100 Вт), світильник «Універсаль». Їх коефіцієнт запасу становить  $K = 1,3$  [24].

Аварійне освітлення влаштовують із незалежним джерелом живлення. Аварійне освітлення для продовження робіт створює на робочих поверхнях освітленість не менш 5% від прийнятих норм для загального освітлення. Для евакуації людей аварійне освітлення створює освітленість на підлозі основних проходів і ступенях сходів у приміщеннях не менш 0,5 лк і на відкритих територіях не менш 0,2 лк [23].

### 3.1.1 Розрахунок укриття барабану зволожувача

Для організації аспірації бункерної естакади необхідно запроектувати укриття барабана-зволожувача. Обсяги повітря, що видаляється при повних укриттях визначаються виходячи з умови повного видалення повітря, що нагнітається в укриття матеріалом і працюючим обладнанням, а також створення в укритті розрідження, щоб повітря з приміщення підсмоктуватиметься в укриття.

Кількість повітря, що видаляється з укриття визначається за формулою, м<sup>3</sup>/год:

$$L = L + L_n,$$

де  $L$ — кількість повітря, яке потрапляє в укриття за рахунок ежекції матеріалів, м<sup>3</sup>/год;

$L_n$ — кількість повітря, яке поступає в укриття за рахунок розрідження, м<sup>3</sup>/год;

$$L = 0,04 \cdot K \cdot G_m \cdot V_k^2,$$

де  $G_m$  — кількість матеріалу, який завантажується, приймаємо рівним продуктивності барабана, м<sup>3</sup>/год,  $G_m = 40$  м<sup>3</sup>/год ;

$K$  — коефіцієнт, який залежить від конструкції укриття та умов надходження матеріалу (приймаємо рівним 2,25);

$V_k$ — швидкість руху матеріалу при вході до укриття, м/с.

Розраховуємо швидкість руху матеріала при вході до укриття, м/с:

$$V_k = 0,0963 \cdot D_b / t,$$

де  $D_b$  — діаметр барабана, м,  $D_b = 1,2$  м;

$t$  — час одного обертання барабана, год,  $t = 0,008$  год;

$$V_k = 0,0963 \cdot 1,2 / 0,008 = 14,5 \text{ м/с}$$

Відповідно, кількість повітря, яке надходить до укриття за рахунок ежекції матеріалів становить,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L = 0,04 \cdot 2,25 \cdot 40 \cdot 14,5^2 = 746,9$$

Кількість повітря, яке поступає в укриття через нещільності за рахунок розрядження, яке створюється в укриття,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L_n = 3600 \cdot F_n \cdot V_n,$$

де  $F_n$  — сума поверхні нещільностей,  $\text{м}^2$ , становить  $0,3 \text{ м}^2$ ;

$V_n$  — мінімальна швидкість повітря в нещільностях,  $\text{м/с}$ , становить  $3 \text{ м/с}$ ;

Розраховуємо кількість повітря, яке потрапляє в укриття,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L_n = 3600 \cdot 0,3 \cdot 3 = 1080$$

Кількість повітря, яке видаляється з укриття,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$L = 1080 + 746,9 = 1826,9$$

Таким чином, для забезпечення нормальних умов роботи на бункерній естакаді необхідно видаляти  $1826 \text{ м}^3/\text{год}$  запиленого повітря від барабана-зволожувача. На рис.3.5 наведена аспірація бункерної естакади

### 3.1.2 Розрахунок аерації ливарного двору

Визначимо необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року на ливарному дворі.

Внутрішній об'єм приміщення

$$V_{\text{п}} = 35\,000 \text{ м}^3$$

Тепловиділення від доменної печі

$$Q_{\text{п}} = 1000 \text{ кВт}$$

Температура припливного повітря

$$t' = 25^\circ\text{C}$$

Температура повітря робочої зони

$$t_p = 26^\circ\text{C}$$



Висота приміщення

$H = 31,8$  м

Приймаємо, що вступ тепла від інших джерел (рідкий чавун і шлак під час випуску з печі, трубопроводи гарячого дуття, фурмена зона, сонячна радіація) складає 25% від тепла печі. Тоді загальна кількість тепла, що поступає в приміщення, складе, кВт:

$$Q = 1,25Q_{\text{п}} = 1,25 \cdot 1000 = 1250$$

Приймаємо градієнт температури по висоті приміщення  $k = 1^{\circ}\text{C}/\text{м}$  за практичними даними, тоді температура повітря, що видаляється,  $^{\circ}\text{C}$ :

$$t'' = t' + k(H - 2) = 26 + 1(31,8 - 2) = 55,8$$

Масова теплоємність повітря, кДж/кгК [15]:

$$C = 1,0$$

Таблиця 3.2 – Допустимі нормативні параметри повітряного середовища [16,17].

Період року	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура на непостійних роб. місцях, $^{\circ}\text{C}$
холодний	13...19	75	$\leq 0,5$	12...20
теплий	15...26	55-75	0,2...0,6	13...28

Необхідний повітрообмін, кг/с:

$$G = Q/C(t'' - t') = 1250/1,0(55,8 - 25) = 40,6$$

Об'ємна витрата припливного повітря,  $\text{м}^3/\text{год.}$ :

$$V' = 3600G/\rho = 3600 \cdot 40,6/1,18 = 12386,$$

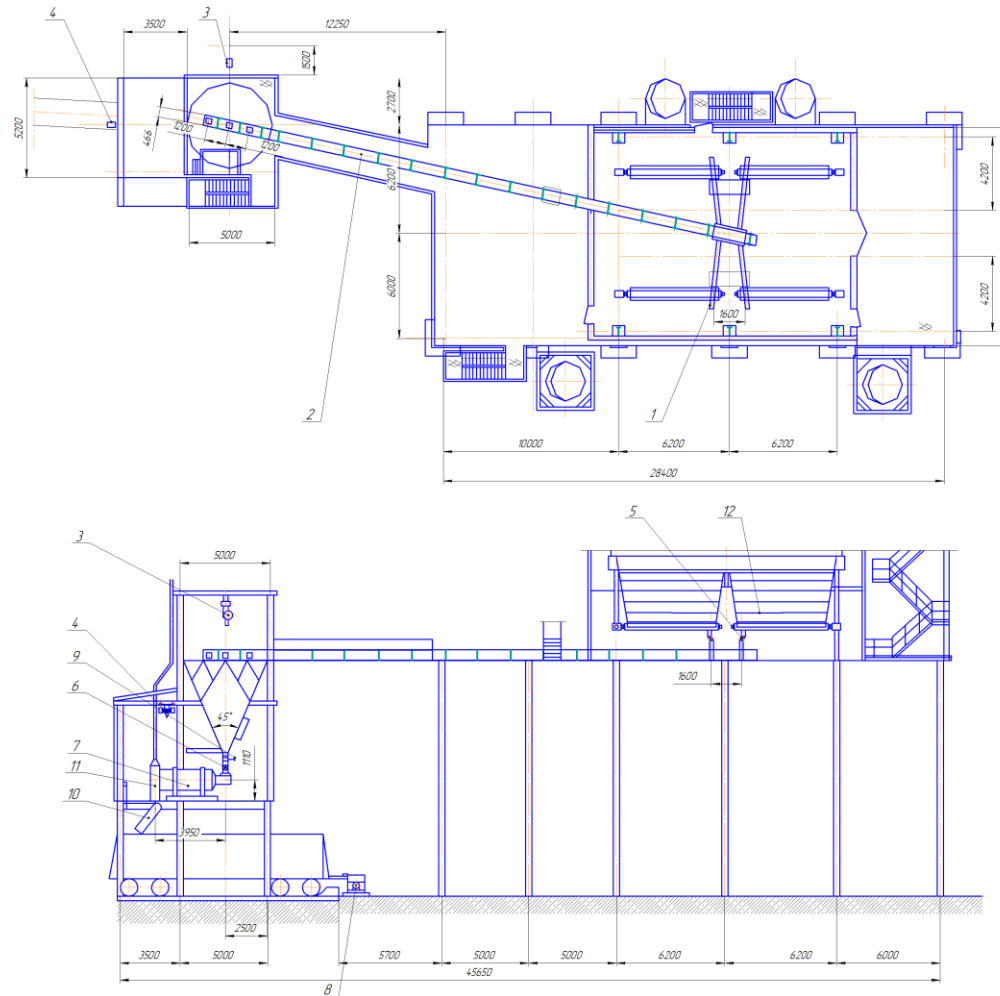
де  $\rho = 1,18$   $\text{кг}/\text{м}^3$  - густина припливного повітря.

Кратність повітрообміну, 1/год.:

$$n = V'/V_{\text{п}} = 12386/35000 = 3,54$$

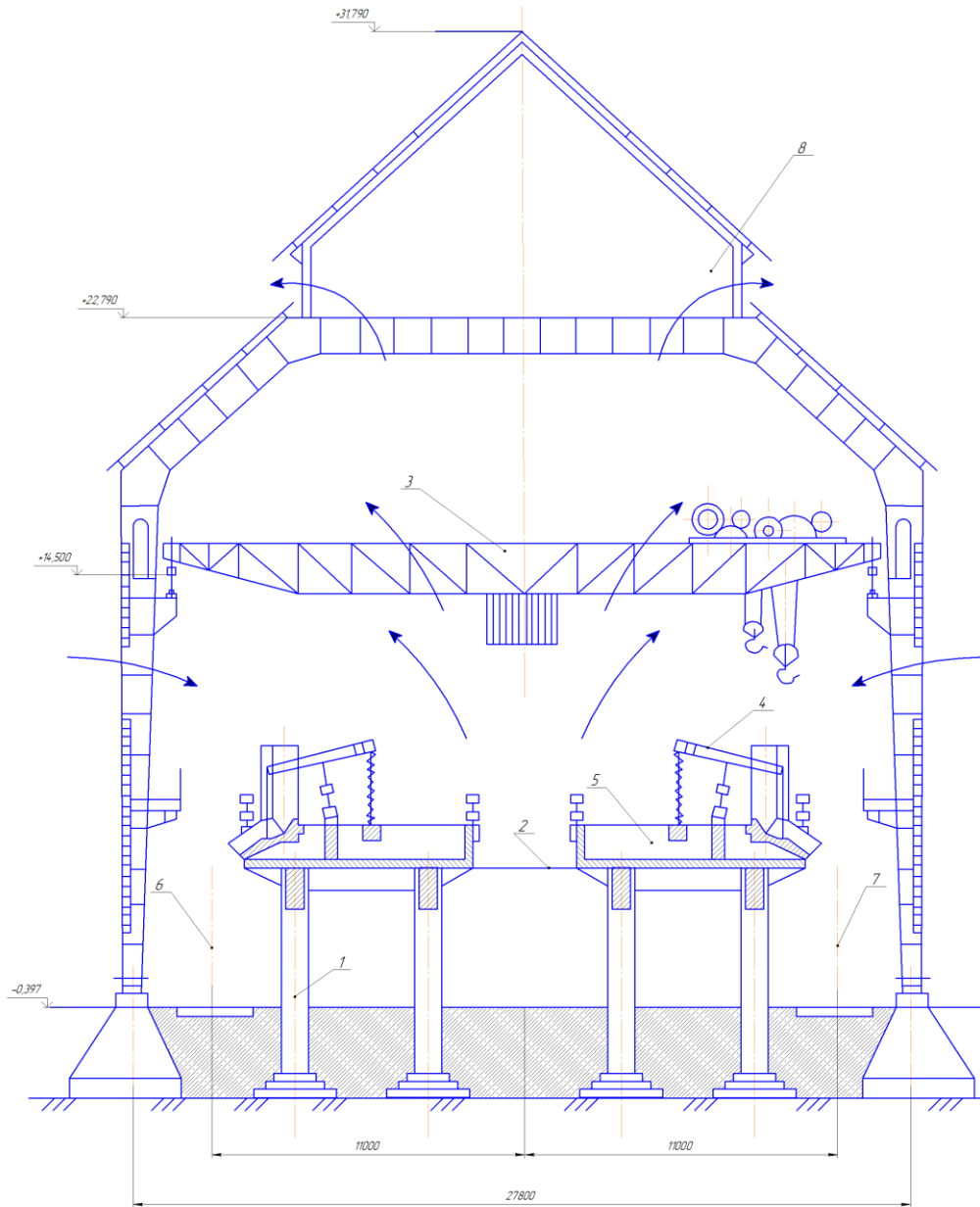
Для здійснення аерації уладнують 3 ряди отворів в подовжніх стінах будівлі: на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 4 м і на рівні підкранових балок. - 12,2 м. На даху встановлюється витяжний аераційний ліхтар.

Під час випуску рідких продуктів плавки додатково до аерації включається механічна місцева витяжна вентиляція, влаштована у вигляді



1 –конвеєр скребковий КПС-200; 2 –конвеєр скребковий КПС-320; 3,4 - таль електрична; 5,6 – живильник шлюзовий; 7 – барабан-зволожувач; 8 – устаткування маневрової лебідки; 9 – затвор шибєрний; 10 – жолоб підйомний; 11 – укриття барабана; 12 – рукавний фільтр

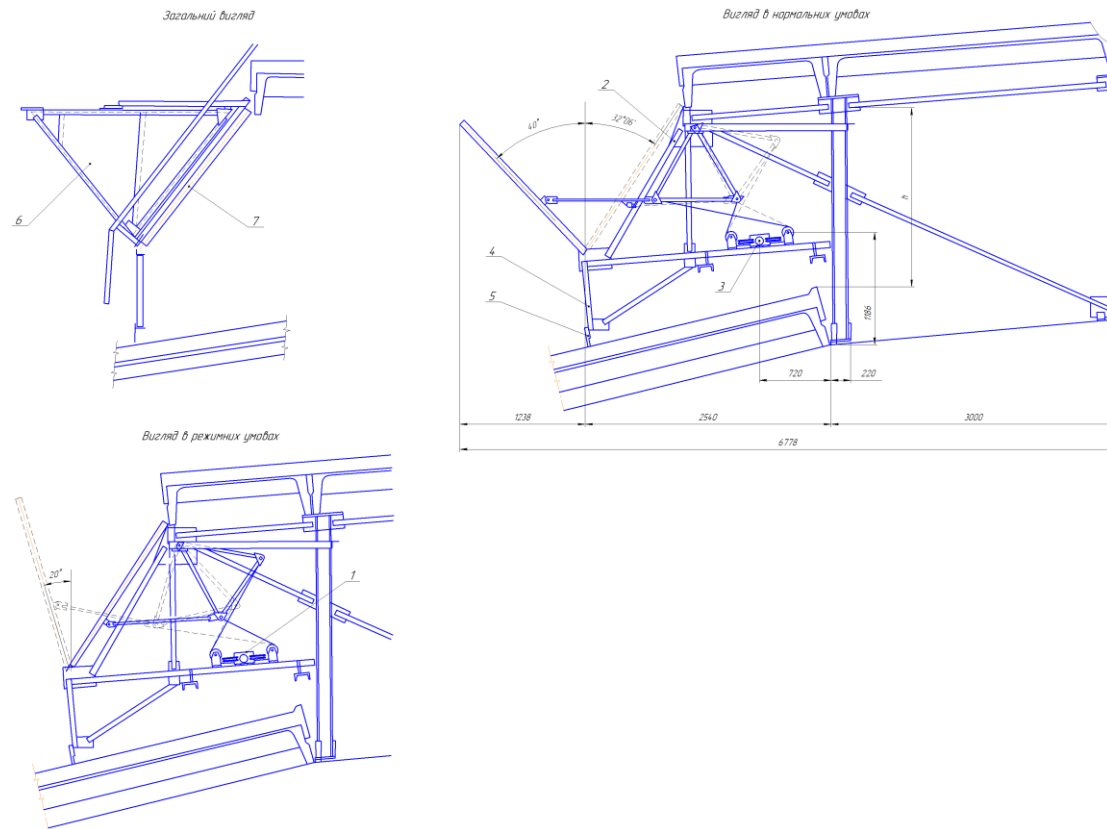
Рисунок 3.5 – Аспірація бункерної естакади



1 – колона, 2 – отвір в робочій площадці, 3 – мостовий магнітно-грейферний кран, 4 – відсічне обладнання, 5 – робоча площадка, 6 – вісь шляху чавуна, 7 – вісь шляху шлаку, 8 – аераційний ліхтар

### Рисунок 3.6 – Аерація ливарного двору

піддашшя над чавунними і шлаковими льотками. Окрім видалення надлишкового тепла відсисаються пило- і газовиділення, яких особливо багато при випуску чавуну і шлаку. На рис. 3.6 наведена аерація ливарного двору доменного цеху. Схема аераційного ліхтаря, який встановлено на ливарному дворі наведено на 3.7.



1 – передавальний пристрій механізму; 2 – важельний пристрій механізму; 2 – штанга механізму; 4 – підвесна панель;  
5 – регулюючий; 6 – торцевий щит; 7 – глуха панель

Рисунок 3.7 – Аераційний ліхтар

### **3.1.2 Розрахунок пилопридушення викидів з чавуновозного ковшу**

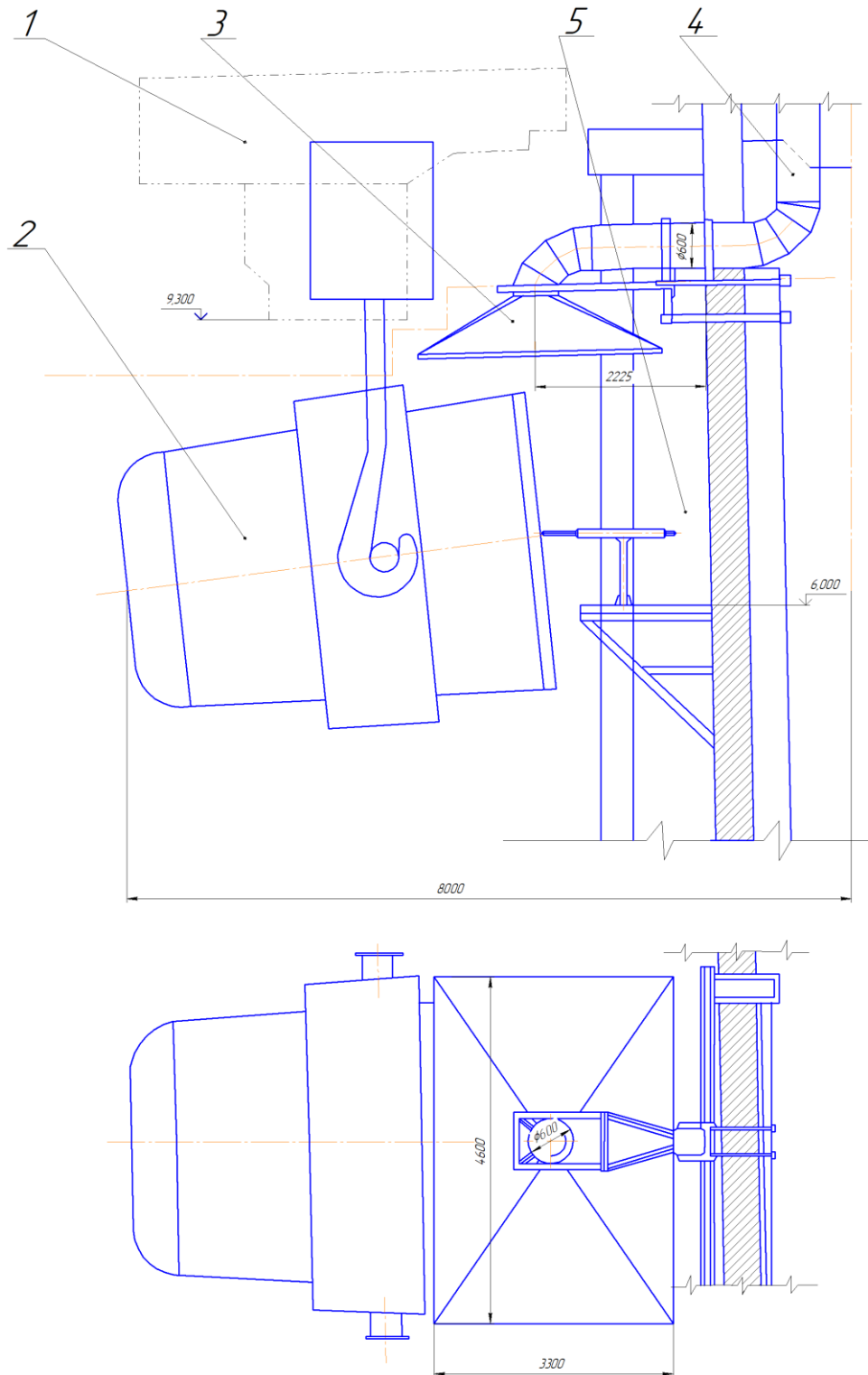
Одна з причин забруднення повітря в доменному цеху - утворення так званого бурого диму в результаті окислення чавуну, що зливається в ківш на ливарному дворі доменної печі. При зливанні металу в ківш утворюється потужний конвективний потік, який створює над розплавом знижений тиск: відбувається підсос холодного повітря, що контактує з дзеркалом розплаву. У зоні контакту струменя з розплавом повітря ежектується струменем під дзеркало розплаву; при цьому спливаючі бульбашки бурхливо реагують з металом і його домішками, утворюючи над місцем зливу щільний стовп бурого диму, в основному з перегонів оксидів металів.

Уловлювання і очищення цих викидів не лише пов'язані із значними витратами, але і технічно важко здійсненні із-за обмеженості площ, наявності рухомих механізмів, необхідності забезпечення доступу обслуговуючого персоналу до агрегатів. Тому ефективніше запобігти окисленню металу і утворенню пилу на ливарному дворі при розливанні чавуну в ковші.

Зменшення пилоутворення (окислення металу) при зливанні чавуну може бути досягнуте спалюванням горючого газу, що подається через розташований над ковшем газорозподільний пристрій. При цьому забезпечується не лише захист (екранування) розплаву, але і хімічне поглинання кисню на горіння [8,16,17, 23]. Також для зменшення кількості тепловідлень під час розливу чавуну встановлюють витяжний зонт над чавуновозним ківшем (рис. 3.8).

У системах придушення бурого диму як горючий газ використовують природний. У дипломному проекті пропонується встановити систему, в якій замість природного газу спалюватиметься доменний. Така заміна доцільна, оскільки природний газ дорогий і

можливі перебої в його постачаннях, а доменний газ дешевий і на комбінаті є його надлишки.



1 – траверса розливного ковшу; 2 – чавуновозний ківш; 3 – витяжний зонт;  
4 – газопровід вловленого газу; 5 – робочий майданчик

Рисунок 3.8 – Встановлення витяжного зонта над чавуновозним ковшем

Як газорозподільний використовується сопловий пристрій, оскільки він менш схильний до прогарів від попадання рідкого чавуну, легше замінюється і розміщується над ковшем в різних габаритних ситуаціях.

Система придушення бурого диму обладнана необхідними засобами, що забезпечують безпечні умови експлуатації і контроль робочих параметрів. Конструкція установки довговічна і проста в експлуатації, не вимагає великих витрат і додаткового устаткування.

При зливанні чавуну в ківш пристрій для придушення бурого диму розміщується безпосередньо над ковшем. Через сопла подається доменний газ. Газ може запалюватися запальним пристроєм або займатися при контакті із струменем рідкого чавуну, що зливається в ківш. Потік холодного повітря, рухомий в зону розрідження над ковшем, проходить через факели доменного газу, що горять. При цьому кисень повітря, беручи участь в реакції горіння, окислює компоненти доменного газу, а не розплавлений метал. У контакт із струменем рідкого чавуну і дзеркалом металу вступають вже продукти згорання, що практично не містять кисню.

Необхідна витрата природного газу за практичними даними складає біля  $0,12 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $7,2 \text{ м}^3/\text{хв.}$ ) [23].

Таблиця 3.3 - Склад природного газу, об. %

$\text{CH}_4$	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{C}_m\text{H}_n$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2$
92	3	1	0,3	0,2	0,5	3

Таблиця 3.4 - Склад сухого доменного газу, об. %

$\text{CO}$	$\text{H}_2$	$\text{CO}_2$	$\text{N}_2$
25,1	9,6	17,7	47,6

Густина сухого газу за нормальних умов:

$$\rho_c = \sum a_i \rho_i,$$

де  $a_i$  - об'ємна доля  $i$ -го компоненту;

$\rho_i$  - його густина,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

$$\rho_c = 0,251 \cdot 1,25 + 0,096 \cdot 0,089 + 0,177 \cdot 1,976 + 0,476 \cdot 1,251 = 1,266 \text{ кг/м}^3$$

Об'ємна доля водяної пари в газі при вологовмісті 20 г/кг:

$$H_2O = d / (d + 0,804 / \rho_c)$$

$$H_2O = 0,02 / (0,02 + 0,804 / 1,266) = 0,03$$

Таблиця 3.5- Склад вологого газу, об. %

CO	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
24,3	9,3	17,2	46,2	3,0

Теоретичний об'єм повітря, необхідний для спалювання 1 м<sup>3</sup> газу, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

$$V_o = 0,0476 [0,5CO + 0,5H_2 + 1,5H_2S + \Sigma(m + n/4)C_mH_n - O_2] (1 + 0,00124d_p),$$

де CO, H<sub>2</sub> і т.д. - вміст відповідних компонентів в газі, об. %;

d<sub>п</sub>- вологовміст повітря, зазвичай приймається рівним 10 г/м<sup>3</sup>.

Теоретично необхідний об'єм повітря для спалювання природного газу розраховуємо, приймаючи m ≈ 6, n ≈ 14, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

$$V_{оп} = 0,0476 [(1 + 4/4)92 + (2 + 6/4)3 + (3 + 8/4)1 + (4 + 10/4)0,3 + (6 + 14/4)0,2] (1 + 0,00124 \cdot 10) = 9,8$$

Теоретично необхідний об'єм повітря для спалювання доменного газу, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

$$V_{од} = 0,0476 [0,5 \cdot 24,3 + 0,5 \cdot 9,3] (1 + 0,00124 \cdot 10) = 0,81$$

Витрата доменного газу для придушення пилових викидів з ковша:

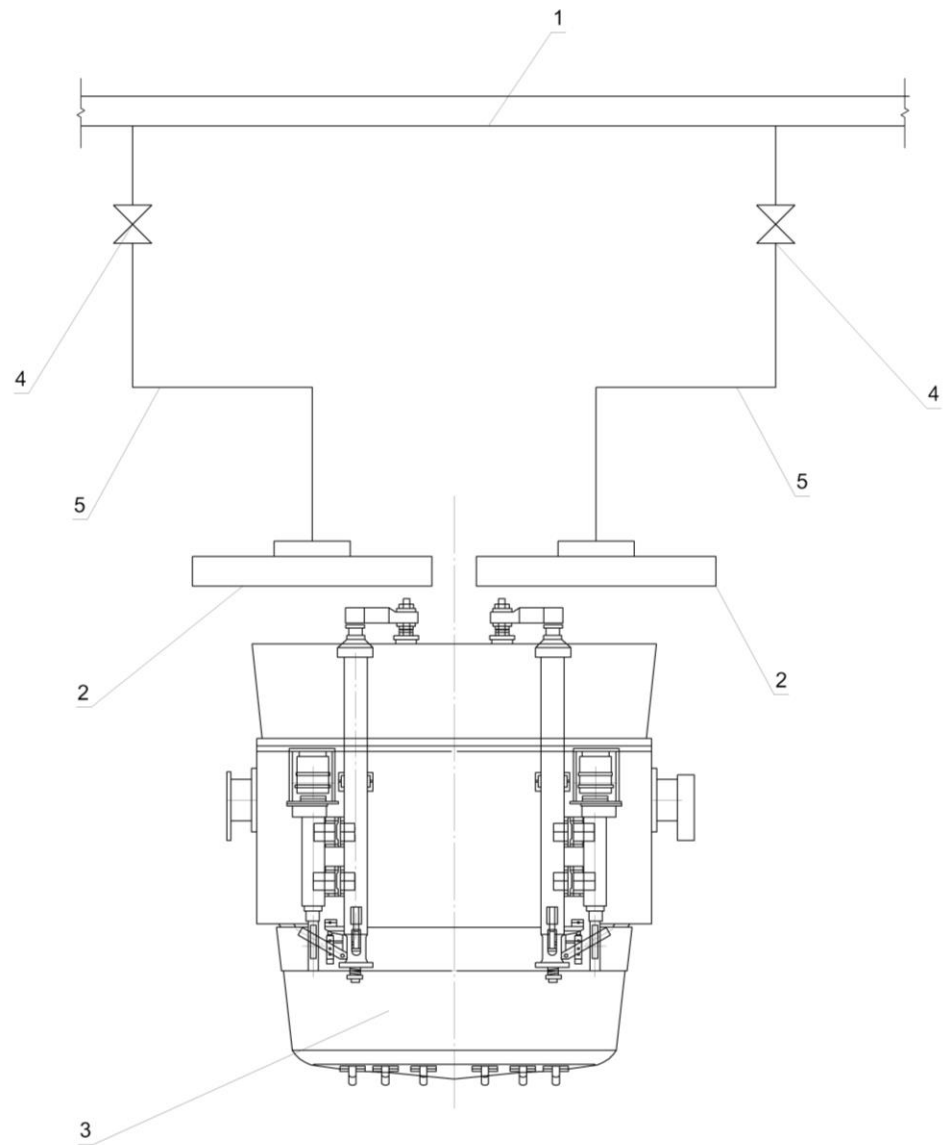
$$V_{дг} = V_{пг} V_{оп} / V_{од},$$

де V<sub>пг</sub> = 0,12 м<sup>3</sup>/с - витрата природного газу для придушення викидів [23].

$$V_{дг} = 0,12 \cdot 9,8 / 0,81 = 1,45 \text{ м}^3/\text{с}$$

Схема пилепридушення наведена на рис. 3.9.





1 – загальний трубопровід доменного газу; 2 – газове сопло; 3 – ківш;  
4 – засувка; 5 - газопровід

Рисунок 3.9 – Схема пилепридушення

### 3.2 Розробка заходів та засобів захисту від поразки електричним струмом

Безпека електроустановок, які споруджуються, забезпечується застосуванням засобів колективного та індивідуального захисту. До засобів колективного захисту від ураження електричним струмом відносяться: застосування малих напруг і захисне розділення мереж;

застосування посиленої (подвійної) ізоляції; захисне заземлення і занулення корпусів електроустаткування і інших конструктивних елементів електроустановок, які можуть опинитися під напругою; автоматичне захисне відключення випадково опинилися під напругою частин електрообладнання і пошкоджених ділянок мережі.

Як електроізоляційний матеріал використовують різні органічні і неорганічні діелектрики, що володіють великим питомим електричним опором ( $10^{10}$  -  $10^{22}$  Ом м). До органічних електроізоляційних матеріалів відносять пластмаси, лаки, клеї, целюлозні матеріали, до неорганічних - силікатні скла, слюду, радіотехнічну кераміку [26].

Подвійна ізоляція - це влаштування в одному струмоприймачі двох незалежних один від одного ступенів ізоляції, кожна з яких розрахована на номінальну напругу. Тому порушення цілісності однієї ізоляції не приведе до появи небезпечної ситуації, так як наявність другої ізоляції попереджає поява напруги на металевих частинах електрообладнання. Друга ізоляція, як правило, являє собою захисне покриття корпусу з ізоляційного матеріалу. В даному випадку дотик до корпусу електродвигуна при пробі ізоляції обмоток, тобто коли він опинився під напругою, буде безпечним для людини [26].

Розрахунок захисних заземлення електроустаткування системи аспірації ливарного двору. У приміщенні знаходяться 4 електродвиготеля (АРФ - 3 шт, ДА304 - 1 шт). Для забезпечення захисту робітників від поразки електричним струмом було організовано захисне заземлення з використанням 12 електродів, які мають довжину 2 м, а діаметр 40 мм. Відстань між вертикальними електродами  $a = 2$  м; ширина горизонтальної сполучної смуги  $b = 5$  см; питомий електричний опір ґрунту  $\rho = 20$  Ом м [26,27]. Перевіряємо чи забезпечить така система нормативне значення опору 4 Ом.

Для Запорізького регіону можна вважати  $\psi_B = 1,3$  у випадку вертикального заземлювача,  $\psi_T = 2,5$  у випадку горизонтального

заземлювача довжиною 10 м і менш [26,27]. У проміжних випадках значення коефіцієнта знаходиться інтерполяцією. Розрахункове значення питомого опору ґрунту,  $\rho$ , Ом · м :

$$\rho = \psi \rho_0$$

Опір розтіканню струму одиночного вертикального стержня (труби), верхній кінець якого знаходиться на рівні землі,  $R_0$ , Ом:

$$R_0 = (\rho/2\pi l) \ln(4 l/d),$$

де  $l$  - довжина стержня, м;

$d$  - його діаметр, м.

Якщо верхній кінець стержня заглиблений нижче рівня землі на глибину  $t$ , опір розраховується за формулою,  $R_0$ , Ом:

$$R_0 = (\rho/2\pi l) [\ln 2 l/d + 0,5 \ln(4t + 3 l)/(4t + l)]$$

Орієнтовна кількість вертикальних заземлювачів,  $n$ , шт:

$$n = 1,3R_0/R_H$$

Знаючи кількість заземлювачів і відстань між ними, можна визначити довжину горизонтальної сполучної смуги  $l_r$ . З урахуванням розташування електродів (в ряд або по контуру) знаходяться коефіцієнти використання, що враховують взаємне екранування, для вертикальних заземлювачів  $\eta_v$  і для горизонтальної сполучної смуги  $\eta_r$  [26,27].

Опір групи вертикальних заземлювачів с урахуванням екранування,  $R_B$ , Ом:

$$R_B = R_0/n\eta_v$$

Смуга розташована на глибині  $t = 0,8$  м, використовується формула,  $R_r$ , Ом:

$$R_r = (\rho/2\pi l_r \eta_r) \ln(2 l_r^2 /bt)$$

Опір розтіканню струму заземлювача в цілому,  $R_3$ , Ом:

$$R_3 = R_B R_r / (R_B + R_r)$$

Якщо отримане значення опору виявиться більше нормативного, збільшують кількість вертикальних заземлювачів і повторюють

розрахунок. Якщо розрахункове значення значно менше нормативного, кількість вертикальних стрижнів зменшують.

Для вищенаведених даних та відповідно до формули (3.10) проводимо розрахунок необхідної кількості заземлювачів розрахункового значення опору ґрунту для вертикального електрода, Ом м:

$$\rho_{\text{в}} = 1,3 \cdot 20 = 26$$

Опір розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача, який занурено у землю, Ом:

$$R_o = (26/2 \cdot 2) [\ln 2^2/0,06 + 0,5 \ln(4 \cdot 0,8 + 3 \cdot 2)/(4 \cdot 0,8 + 1)] = 27,3$$

Орієнтовна кількість вертикальних електродів:

$$n = 1,3 \cdot 27,33 / 4 = 8,88$$

Приймаємо  $n = 9$  шт. Довжина сполучної смуги при розташуванні електродів в ряд, м:

$$l_{\Gamma} = 2(9-1) = 16$$

По додатку знаходимо коефіцієнти екранування:

$$\eta_{\text{в}} = 0,60 \qquad \eta_{\Gamma} = 0,64$$

Опір групи вертикальних електродів, Ом:

$$R_{\text{в}} = R_o / \eta_{\text{в}}$$

$$R_{\text{в}} = 27,3 / 0,6 = 45,5$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальної смуги, Ом·м:

$$\rho_{\Gamma} = 2,5 \cdot 20 = 50$$

Опір сполучної смуги з урахуванням екранування, Ом:

$$R_{\Gamma} = (50/3,14 \cdot 16 \cdot 0,864) \ln(2 \cdot 16^2/0,8 \cdot 0,05) = 10,87$$

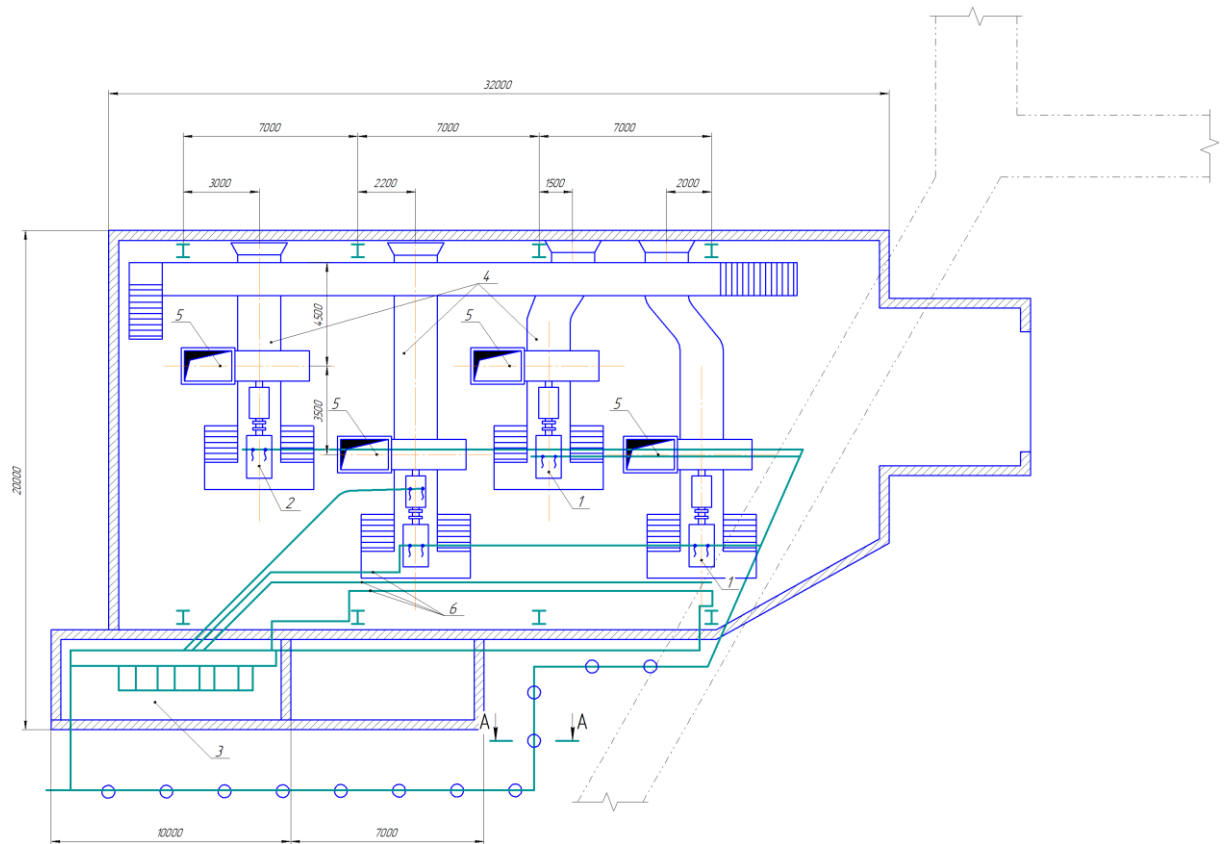
Опір заземлювача в цілому, Ом:

$$R_3 = R_{\text{в}} R_{\Gamma} / (R_{\text{в}} + R_{\Gamma})$$

$$R_3 = 45,5 \cdot 10,87 / (45,5 + 10,87) = 9,44$$

Розрахункове значення не перевищує допустиме (4 Ом), тому для забезпечення безпечної роботи працівників з електроустаткуванням достатньо використати 12 заземлювачів, діаметром 60 мм, довжиною 2 м.

Отримана схема заземлення електрообладнання аспірації ливарного двора наведена на рис. 3.10



1,2 - електродвигун; 3 – пост керування; 4 – повітроводи; 5 – вентилятор;  
6 – труби електропроводки; 7 – кабельний тоннель; 8 - заземлювач

Рисунок 3.10 - Схема заземлення електрообладнання аспірації  
ливарного двора

### 3.3 Розробка заходів та засобів захисту з пожежобезпеки

Так як ливарний двір доменного цеху відноситься до I ступеня вогнестійкості будівель категорій Г і виконується з негорючих матеріалів, то в застосуванні протипожежних стін, перегородок немає необхідності [22,28].

З метою запобігання наслідкам прямого удару і вторинних проявів блискавки будівлі, окремо розташовані установки оснащують системами блискавкозахисту. Безпека вимушеної евакуації людей при пожежі має

першорядне значення при розробці заходів протипожежного захисту об'єктів, що проєктуються. Вимушена евакуація людей з будівель вважається успішною, якщо вона може бути завершена протягом часу, при якому шкідливі впливи при пожежі не можуть мати свого негативного впливу на організм людини. Забезпечення безпеки руху людей пов'язано з кількістю евакуаційних виходів і шляхів, що відповідають певним вимогам.

Кількість евакуаційних виходів з будівель, приміщень і з кожного поверху будівель слід приймати не менше двох. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу для будівель з категоріями приміщень Б не обмежується. В будівлях категорії Г слід передбачати звичайні сходові клітки 1-го типу (з природним освітленням через вікна в зовнішніх стінах) [22,28].

Велике значення на ливарному дворі доменного цеху мають ступінь автоматизації систем сигналізації про пожежу та особливо впровадження швидкодіючих автоматичних систем пожежогасіння. В побутових приміщеннях і конторах використовуються сповіщувачі СП 105 -211 (сповіщувач пожежний тепловий магнітний) - призначений для виявлення пожеж в приміщеннях при досягненні температури навколишнього повітря 70°C. Працює спільно з усіма станціями пожежної сигналізації та об'єктовими приладами сприймає інформацію про обрив сигнальної лінії. Сповіщувач багаторазової дії, розрахований на безперервну цілодобову експлуатацію при температурі навколишнього середовища від - 50 до + 50 °C і відносній вологості повітря до 98%.

Для попередження утворення вибухонебезпечних сумішей в міжконусному просторі доменної печі в нього подають азот або інший інертний газ. Подача газу блокується із завантажувальним пристроєм, аби без подачі інертного газу в міжконусний простір механізм завантаження не працював.

У фундаментів доменних печей не можна складати які-небудь горючі матеріали, відходи виробництва. Дахи і навіси ливарних дворів повинні регулярно очищатися від пилу.

Перш ніж вдувати в доменну піч пилоподібне паливо або мазут, треба переконатися в справності відсікаючої і замкової апаратури і контрольно-вимірювальних приладів.

Горючі гази в трубопроводах і устаткуванні створюють вибухопожежонебезпечні ділянки в доменному виробництві. Найбільш вірогідні місця загоряння газу - нещільність в з'єднаннях, яка пропускає газ; погано провітрювані приміщення, де знаходиться апаратура під тиском; газові тракти з горючим газом, при попаданні в яких повітря (із-за зниження тиску або припинення подачі газу) утворюється вибухонебезпечна суміш. Небезпека вибуху газу зростає при зупинці печі, оскільки при цьому з неї припиняється вихід газу, а газ, що залишився в мережі, охолоджується і зменшується в об'ємі, створює розрідження, що викликає приплив повітря. Щоб уникнути вибуху при зупинці печі в газові тракти повинна подаватися пара.

Гасіння пожежі на трактах подачі газу може здійснюватися наступними способами: відривом полум'я сильними струменями води, пари, стислого повітря або азоту; закладенням місця прориву газу густим розчином глини, сіткової маси; забиванням пробки в отвір, що пропускає газ, і карбівкою отвору азбестом; накладенням пластиру з азбестового полотна з одночасним рясним змочуванням водою, зниженням тиску газу до 500 Па; заповненням газопроводу парою. Після закінчення гасіння газового полум'я необхідно забезпечити припинення виходу газу в атмосферу щоб уникнути її отруєння і утворення вибухонебезпечної суміші.

У вибухонебезпечних приміщеннях електричне устаткування, прилади, світильники встановлюються у вибухозахищеному виконанні.

Недопустима самовільна заміна світильників, вимикачів і іншого електроустаткування, оскільки це може привести до вибуху.

Щоб уникнути пожежі на газових комунікаціях забороняється: користуватися факелом для відігрівання газопроводу і замкової арматури, а також для визначення місця витoku газу; застосовувати дерев'яні пробки для закриття штуцерів і отворів на газопроводах; витратити газ в разі падіння його тиску в газопроводі до значення менш 500 Па; складати поблизу газопроводу горючі матеріали; підпалювати газ, що випускається при продуванні газопроводу.

На ділянках шихтоподачі щоб уникнути загоряння транспортерних стрічок не допускається приймати неохоложені шихтові матеріали (агломерат, кокс і ін.) з температурою вище 100°C.

Ковші для чавуну і шлаку повинні подаватися лише сухими. Щоб уникнути виплеску чавуну і шлаку ковші не доливають до верхньої кромки на відстань, вказану в цеховій інструкції. Електрокабельне господарство має бути надійно захищене від попадання розплавленого чавуну і шлаку.

Протипожежні розриви між будівлею доменного цеху і довколишніми будівлями і спорудами складають: для будівель і споруд I і II ступеню вогнестійкості - 9м, III, IIIa і IIIб - 12м, для інших - 15м [22,28].

Кожна ділянка цеху, на якому розташовується доменна піч, має не менше двох евакуаційних виходів. Ці виходи розташовуються розосереджено. Ширина доріг евакуації в світлу має бути не менше 1 м, дверей – не менше 0,8 м. Висота проходу на дорогах евакуації має бути не менше 2 м. Довжину доріг евакуації, що допускається, приймають залежно від об'єму приміщення, категорії і ступеню вогнестійкості. Для доменного цеху ця відстань не регламентується. Двері на дорогах евакуації повинні відкриватися по прямуюванню виходу з будівлі. Висота дверей в світлу на дорогах евакуації має бути не менше 2 м. Зовнішні евакуаційні двері будівель не повинні мати замків, які не можуть бути відкриті зсередини без ключа.



Способи і засоби гасіння пожежі залежать перш за все від його класу. У доменом цеху можливі пожежі класів А, В (рідини), С (горючі гази) і Е (електроустановки під напругою). Найбільш поширеним засобом боротьби з вогнем при пожежах класу А є вода.

Вода має велику теплоємність і велику теплоту паротворення, завдяки чому учиняє великий охолоджуючий ефект. Пара, що утворюється, у свою чергу, знижує вміст кисню в повітрі.

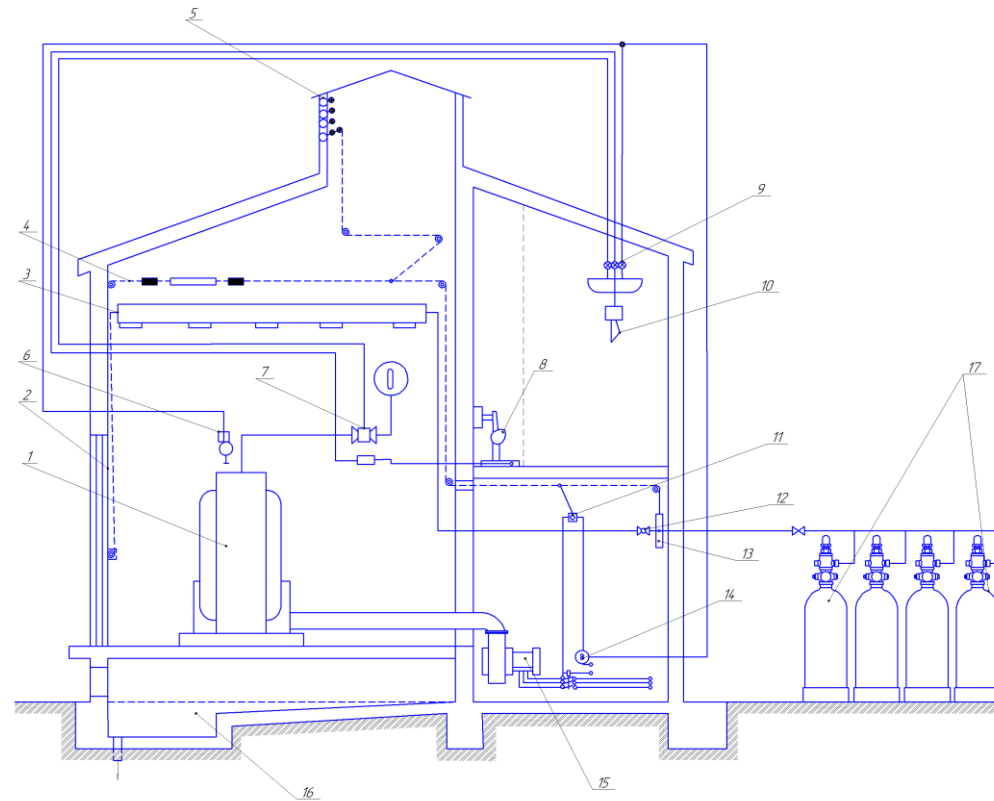
Будівля доменного цеху відноситься до категорії Г і має ступінь вогнестійкості Ша. Для таких будівель зовнішнє пожежогасіння не передбачено [28].

Розрахункова кількість струменів на внутрішнє пожежогасіння - 2, тобто кожна точка приміщення повинна зрошуватися двома струменями - по одному струменю з двох сусідніх стояків. Витрата води на один струмінь - 2,5 л/с [22,28].

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних кранів. Пожежні крани встановлюються в доменному цеху на висоті 1,35 м над підлогою приміщення у виходів, на майданчиках, в проходах. Пожежні крани розміщуються в шафах, що мають отвори для провітрювання і напис ПК. Кожен пожежний кран забезпечується пожежним рукавом завдовжки 20 м і пожежним стволом [22,28]. Схема вуглекислотного пожежогасіння у трансформаторній доменного цеху наведена на рис.3.11

Для гасіння невеликих осередків пожеж застосовують ручні вогнегасники. Доменний цех рекомендується оснащувати наступними вогнегасниками: пінні або водні, ємністю 10л - 2шт. на 1800м<sup>2</sup> площі цеху; порошкові, ємністю 5л - 2 шт. на 800 м<sup>2</sup>; вуглекислотні, ємністю 5 або 8 л - 2 шт. на 1800 м<sup>2</sup> [28]. Приймаємо площу, займану однією пічною ділянкою, рівною 4000 м<sup>2</sup>. Виходячи з цього, приймаємо до установки на ділянці наступні вогнегасники: повітряно-пінні ОВП-10.01 – 5 шт., порошкові ОП-5-01 з порошком ПСБ – 10 шт., вуглекислотні ВВ-8 – 5 шт.

Для автоматичного пожежного захисту застосовують різні установки. На об'єктах чорної металургії в більшості випадків доцільно використовувати дренчерні установки. Це установки гасіння за площею. Розподільні мережі дренчерних установок подібні спринклерним.



1 – трансформатор; 2 – тросова система; 3 – розподільний трубопровід вуглекислого устаткування;  
 4 – плавкий замок; 5 – жалюзі; 6 – термоопір; 7 – реле; 8 – вимикач напруги; 9 – світлова сигналізація;  
 10 – звукова сигналізація; 11 – вимикач; 12 – пусковий вентиль вуглекислотного устаткування; 13 – вантаж;  
 14 – пусковий пристрій; 15 – вентиляційне устаткування; 16 – гравійна засипка; 17 – балон з двоокисом вуглецю

Рисунок 3.11– Схема вуглекислотного гасіння у трансформаторній доменного цеху

## 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму.

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

- середньооблікова чисельність працюючих,  $Ч = 770$  чол.;
- загальна кількість випадків захворювань,  $Н_3 = 120$ ;
- кількість виявлених професійних захворювань,  $Н_{зп} = 0$ ;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях,  $ДН_3=600$ ;
- кількість нещасних випадків,  $Н_T = 3$ ;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами,  $ДН_T=90$ .

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 Н_3 / Ч$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 120 / 770 = 15,58$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{тз} = ДН_3 / Н_3$$

$$K_{тз} = 600 / 120 = 5,0$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чт} = 1000 Н_T / Ч$$

$$K_{чт} = 1000 \cdot 3 / 770 = 3,90$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{тт} = ДН_T / Н_T$$

$$K_{тт} = 90 / 3 = 30$$

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

- середнє денне вироблення,  $СВ = 545$  грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції,  $З = 0,8$  грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості,  $УП = 0,2$ ;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності,  $ВН = 160$  грн.;

- фонд робочого часу на одного працівника в році,  $T_p = 230$  дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника,  $Ш = 5000$  грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$ДН = ДН_3 + ДН_T$$

$$ДН = 600 + 90 = 690$$

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

$$СП = ДН \cdot СВ$$

$$СП = 690 \cdot 545 = 376\,050 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$С = СП \cdot З$$

$$С = 376\,050 \cdot 0,8 = 300\,840 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$УС = С \cdot УП$$

$$УС = 300\,840 \cdot 0,2 = 60\,168 \text{ грн.}$$

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

$$В_T = 5 \cdot H_T \cdot ВН$$

$$В_T = 5 \cdot 3 \cdot 160 = 2400 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$В_3 = ДН_3 \cdot ВН$$

$$В_3 = 690 \cdot 150 = 103\,500 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$В = В_T + В_3$$

$$В = 2400 + 103\,500 = 105\,900 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$Y = UC + B + H_{TШ}$$

$$Y = 60\,168 + 105\,900 + 3 \cdot 5\,000 = 130\,980 \text{ грн.}$$

#### **4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в доменному цеху**

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності: укриття бункерної естакади, аспірація ливарного двору, аерація ливарного двору, система заземлення електрообладнання системи аспірації ливарного двора, пилепридушення, витяжний зонт над чавуновозним ковшем, впровадження системи автоматичної пожежогасіння кабельного тунелю. В результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно втричі, а зниження загальної захворюваності – на 15%.

Таким чином, замість 3 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 1.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть: укриття бункерної естакади ( $OB_1$ ) - 300 тис. грн.; пристрій придушення пилоутворення ( $OB_2$ ) - 125 тис. грн.; аспірація ливарного двора ( $OB_3$ ) - 600 тис. грн.; система захисного заземлення ( $OB_4$ ) - 50 тис. грн.; автоматична система пожежогасіння ( $OB_5$ ) – 100 тис. грн., витяжний зонт – 25 тис. грн. Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 6016,4 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4 + OB_5$$

$$OB = 300\,000 + 125\,000 + 600\,000 + 50\,000 + 100\,000 + 25\,000 = 1\,200\,000 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 3 - 1 = 2$$

Зменшення днів непрацездатності :

$$\Delta ДН = \Delta Н \cdot K_{тт} + 0,15 ДН_3$$

$$\Delta ДН = 2 \cdot 30 + 0,15 \cdot 690 = 163,5 \text{ днів}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ$$

$$ГСВ = 230 \cdot 545 = 125\,350 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч$$

$$\Delta T = 163,5 / 770 = 0,212$$

Приріст продуктивності праці:

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

$$П_T = [(230 + 0,212) / 230 - 1] 100 = 0,092 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot З \cdot П_T \cdot УП$$

$$E_c = 125\,350 \cdot 770 \cdot 0,8 \cdot 0,00092 \cdot 0,15 = 57\,911,7 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:

$$E_{л} = (5 \cdot \Delta Н_T + \Delta ДН_3) \cdot ВН$$

$$E_{л} = (5 \cdot 2 + 163,5) \cdot 123 = 213340 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{ш} = Ш \cdot \Delta Н$$

$$E_{ш} = 5000 \cdot 2 = 10\,000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

$$E_{еф} = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_л + \mathcal{E}_ш - ТЗ - 0,15 ОВ$$

$$E_{еф} = 57911 + 213340 + 10000 - 6016,4 - 0,15 \cdot 1200000 = 95234,6 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{ок} = EЗ / (\mathcal{E}_c + \mathcal{E}_л + \mathcal{E}_ш - ТЗ)$$

$$C_{ок} = 1200000 / (57911 + 213340 + 10000 - 6016,4) = 4,36 \text{ років}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = (E_c + E_{л} + E_{ш} - ПВ) / ОВ$$

$$E = (57911 + 213340 + 10000 - 6016,4) / 1200000 = 0,23 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 4.1

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

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	120000
Додаткові поточні витрати в рік	грн.	6016,4
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні	163,5
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.	0,212
Приріст продуктивності праці	%	0,009
Зниження собівартості продукції	грн.	57911,4
Річний економічний ефект від пропонованих заходів	грн.	95234,6
Термін окупності одноразових витрат	років	4,36
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік.	0,23

Таким чином, запропоновані засоби захисту з охорони праці в доменному цеху окупяться за 4,36 років.



## ВИСНОВОК

В магистерской работе рассмотрена задача обеспечения безопасных и здоровых условий труда при выплавке чугуна в доменных печах

В теоретической части рассмотрена технология получения чугуна в доменных печах, устройство и расположения основного оборудования доменного цеха.

В исследовательской части установлены вредные и опасные факторы доменного производства. Дана характеристика цеха с точки зрения электробезопасности и пожарной опасности. Приведен расчет уровня безопасности доменного процесса и технологического оборудования.

В проектной части проведена разработка мероприятий по охране труда, который позволят улучшить условия труда работников доменного цеха. Представленные в магистерской работе технические решения разработаны в соответствии с ГОСТами, СНиПами, ПУЭ и другой нормативной документацией.

В экономической части определен экономический эффект от разработок проекта, который составил 95234,6 грн. в год при сроке окупаемости капитальных вложений 3,46 года.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Большаков В.И., Голубых Г.Н., Можаренко Н.М., Тубольцев Л.Г. Промышленная безопасность доменных печей при задувке и выдувке. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. научн. тр ИЧМ.* 2007. Вып.14. С.290–309.
2. Большаков В.И. Тубольцев Л.Г. Стратегия развития энергосберегающей и экологически безопасной металлургии. *Экология и промышленность.* №1. 2007. С.8–11.
3. Шеремет В.А., Каракаш А.И., Марунчак В.Ф. Справочное пособие руководителя и специалиста горно–металлургического предприятия по охране труда. Днепропетровск: Лира, 2005. 815 с.
4. Обеспечение безопасности технологических процессов: веб-сайт. URL: <https://studopedia.org/13-68563.html> (дата звернення 01.12.2019).
5. Воскобойников В.Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. Общая металлургия: учебник для вузов. Москва: Академкнига, 2005. 767 с.
6. 10. Авдеев В. А., Друян В. М., Кудрин Б. И. Основы проектирования металлургических заводов: справочник. Москва: Интермет Инжиниринг, 2002. 463 с.
7. Чорна металургія. Виробництво чавуну.: веб-сайт. URL: <https://techemy.com/%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F/> (дата звернення 01.12.2019).
8. Ефименко Г.Г, Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна. Киев: Высшая школа, 1981. 496с.
9. Васильев Г.А., Вилицов Г.В. Безопасность труда в доменном производстве. М. : Металлургия, 1988. 144 с.
10. Обзор загрузочных устройств доменных печей: веб-сайт. URL: <https://gigabaza.ru/doc/140542.html> (дата звернення 01.12.2019).

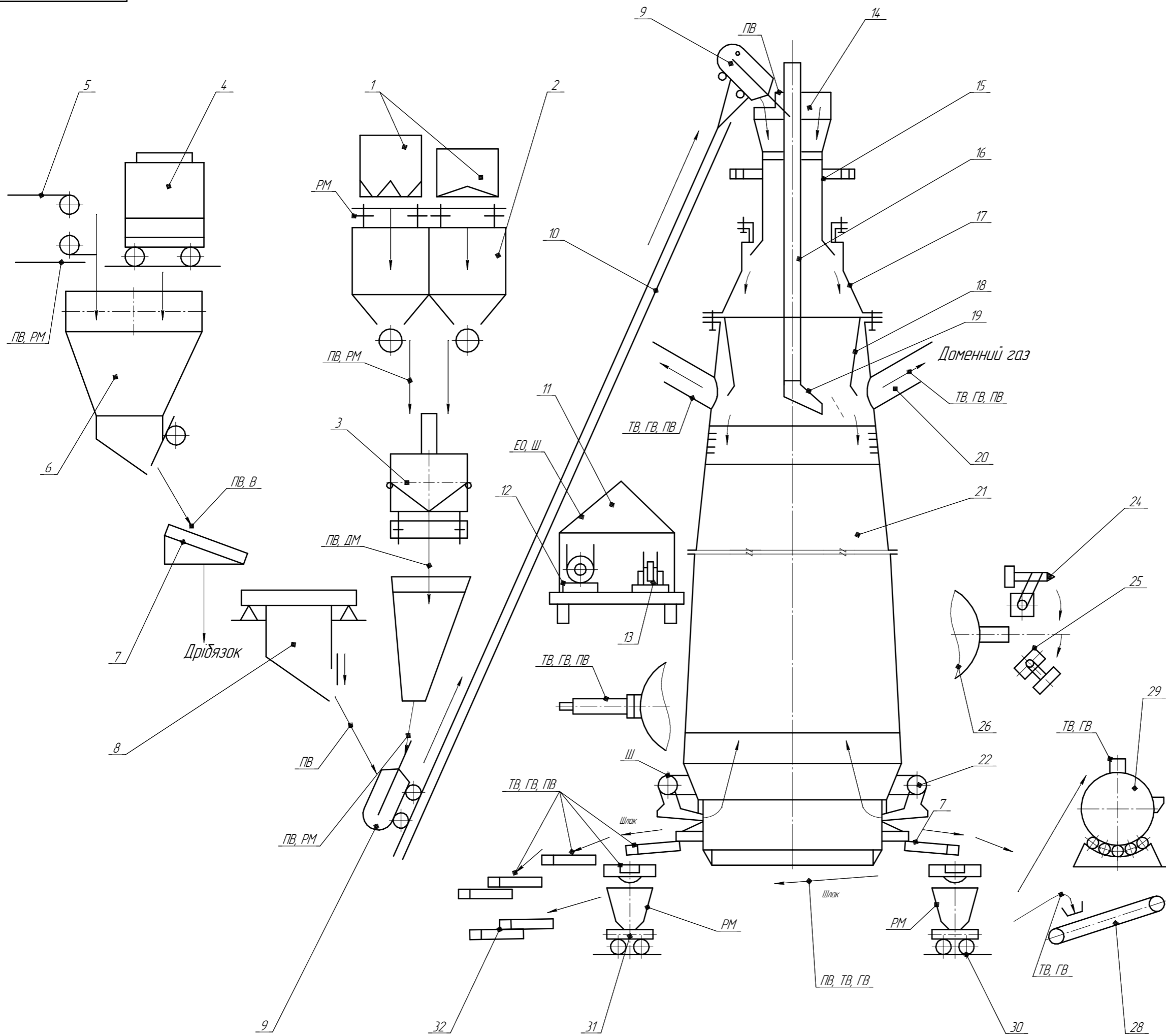
11. Каплун, Л. И., Малыгин А.В., Онорин О.П., Пархачев А.В. Устройство и проектирование доменных печей: учебное пособие. Екатеринбург : УрФУ, 2016. 219.
12. Иосилевич Е. С. Систематизация нагрузок и воздействий на кожух доменной печи. Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. 2011 р. Вип. 8. С. 71-82.
13. Тубольцев Л.Г., Голубых Г.Н., Сущев С.П., Блинников В.В. Обеспечение промышленной безопасности металлургического производства. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр.* Дніпропетровськ.: ІЧМ НАН України, 2011. Вип. 23. С. 305-324.
14. Тарасов В.К. Безпека технологічних процесів і обладнання : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 164 с.
15. Характеристика доменного производства с точки зрения вредности и опасности: веб-сайт. URL: <https://infopedia.su/15x2050.html> (дата звернення 01.12.2019).
16. Хесин Ю.И. Охрана труда в доменном производстве. М.: Металлургия, 1986. 264с.
17. Заборов В.И., Клячко Л.Н., Росин Г.С. Защита от шума и вибрации в черной металлургии. М. : Металлургия, 1988. 215 с.
18. Даценко І.І. та інш. Гігієна праці і виробнича санітарія. К.: Здоров'я, 2002. 384с.
19. Железняков А.Т., Бабченко Л.М. Справочник заводского электрика. К.: Техника, 1990. 150с.
20. Баратов А.Н., Корольченко А.Я., Кравчук Г.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. издание в двух книгах: кн. 2. М. : Химия, 1990. 384 с.
21. Щербина Я.Я., Щербина И.Я. Основы противопожарной защиты. К.: Вища школа, 1985. 255с.

22. Баратов А.В. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность : справочник. М.: Химия, 1987. 272с.
23. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, офіційне видання. Київ, 2006. 81 с.
24. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці : +CD-ROM : підручник для внз : [затв. М-вом освіти і науки, молоді та спорту України]. Київ: Знання, 2010. 373 с.
25. Литвинова О.Г. Подавление пылевых выбросов при сливе чугуна из доменной печи в ковш. Сталь. 1992. №4, С. 90-91.
26. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. М.: Энергоиздат, 1982. 800с.
27. Манідіна Є.А., Рижков В.Г., Манідін В.С. Електробезпека: навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА напрямів підготовки 170202 "Охорона праці" та 040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування". Запоріжжя : ЗДІА, 2015. 86 с.
28. Смирнов Н.В., Коган Л.М. Пожарная безопасность предприятий чёрной металлургии. М.: Металлургия, 1989. 432с.
29. Вегман Е.Ф., Жеребин Б.Н. Металлургия чугуна: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и дополн. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. 774 с.
30. Воскобойников В.Г., Кудрин В. А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: изд. «Металлургия», 1979. 479 с.
31. Ефанов П.Д., Карнаух Н.Н. Безопасность труда в основных производствах черной металлургии. М.: Металлургия, 1981, 248с.
32. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підручник. Вид. 2-е. К.: Каравела, 2004. 408с.
33. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування / Міністерство регіонального розвитку,

будівництва та житлово-комунального господарства України, офіційне видання. Київ, 2013. 138 с.

34. Державні санітарні норми. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень/ М-во охорони здоров'я України. Головне сан.-епідем. упр, офіційне видання. Київ, 1999. 15 с.

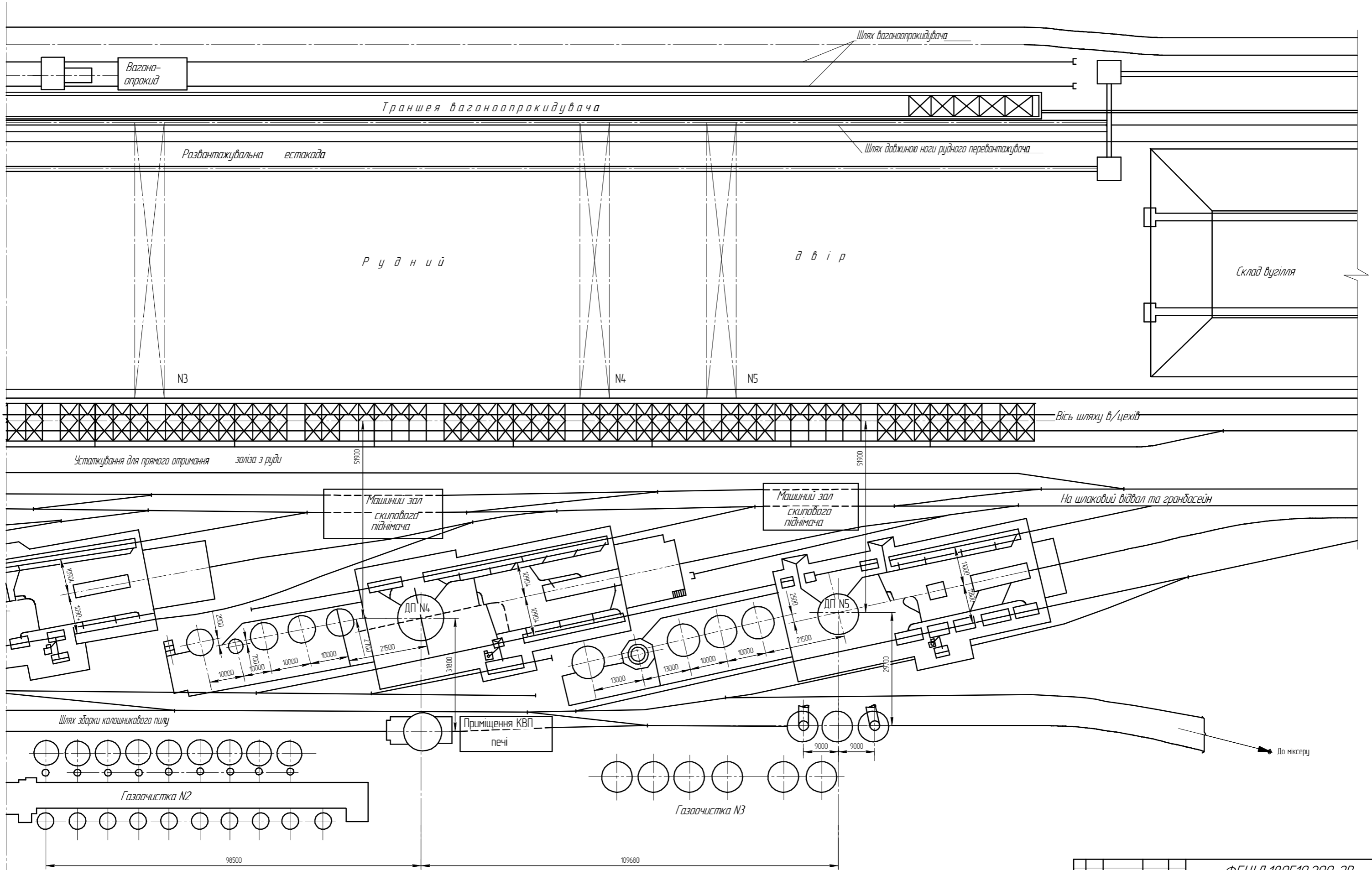
35. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників / Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи, офіційне видання. Київ, 2004. 20 с.



Позначення	Найменування
ТВ	Тепловідлення
ПВ	Пиловідлення
ГВ	Газовиділення
ЕО	Загроза ураження електричним струмом
РМ	Механічне трампування
Ш	Шум
В	Вібрація

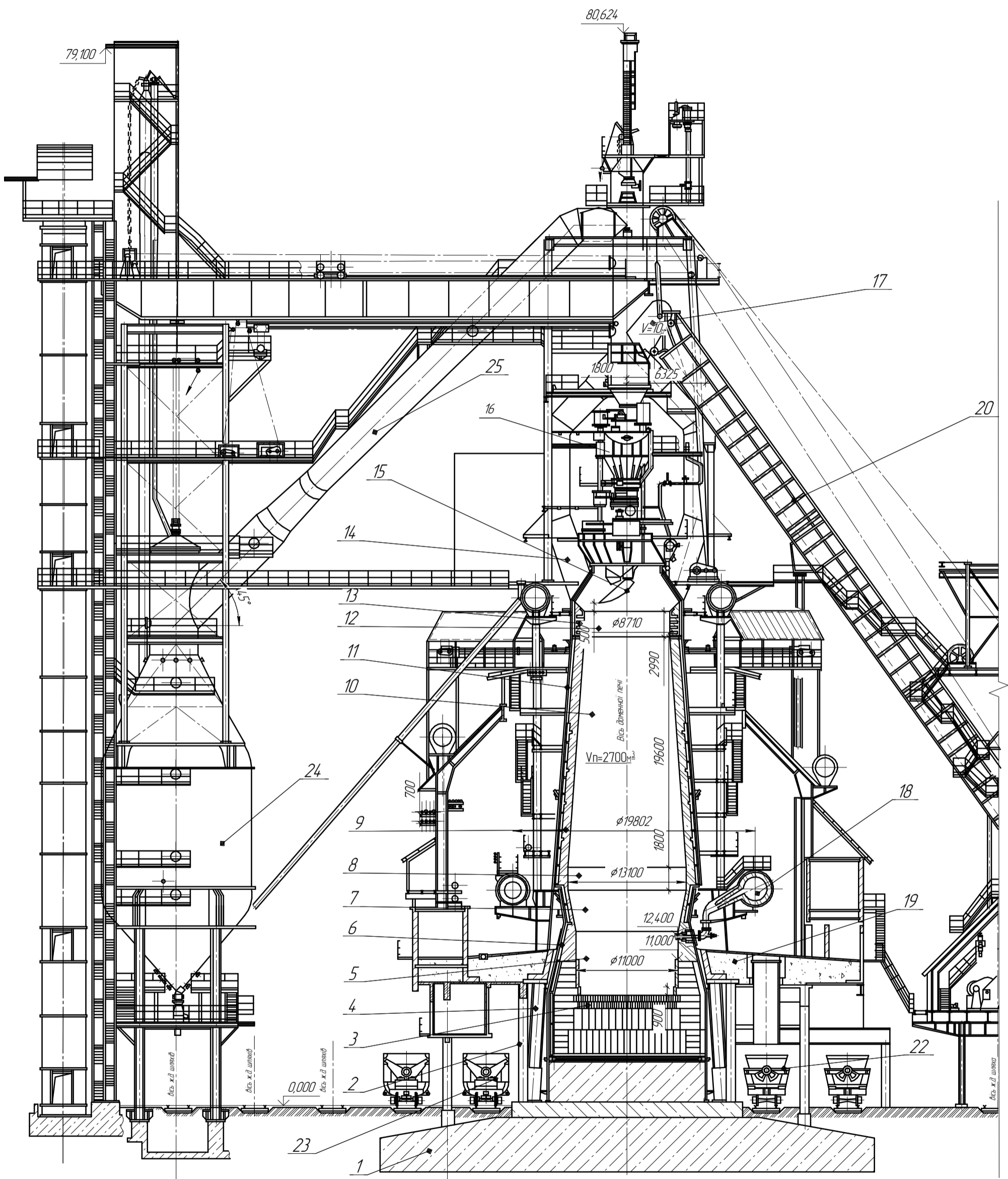
Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Вагон, який саморозвантажувється	2	
2	Рудний бункер	2	
3	Вагон-ваги	1	
4	Коксовий перевантажувальний вагон	1	
5	Конвеєр з візком, яка розвантажує	1	
6	Коксовий бункер	2	
7	Грахот	1	
8	Воронка-ваги	1	
9	Скіп	2	
10	Міст скіпового підійомника	1	
11	Машзал	1	
12	Скіпова леділка	1	
13	Леділка	1	
14	Приймальна воронка завантажувального пристрою	1	
15	Обертальна воронка розподільча шихти	1	
16	Безконусний засипний апарат	1	
17	Газовий затвор засипного апарата	1	
18	Чаша засипного апарата	1	
19	Засипний апарат	1	
20	Газопровод доменного газу	2	
21	Доменная піч	1	
22	Кільцевий повітровід	2	
23	Фурменний прилад	1	
24	Пушка для забування чавунної льотки	1	
25	Свердильна машина для вскріття шлакової льотки	1	
26	Чавунна льотка	1	
27	Ковш чавуновоза	1	
28	Розливна машина	1	
29	Міксер	1	
30	Шлакова льотка	1	
31	Чаша шлаководу	1	
32	Установа для грануляції шлаку	1	

ФБЦ.Д.180519.100 СХ				Лист	Маса	Маштаб
Зм. Дік.	№ докум.	Підп.	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві	1	10
Розроб.	Сачин К.А.			Шкідливі та небезпечні фактори доменного виробництва	Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ТЕОП, гр. ЦБ-18-1м3	
Керівник	Моніаєва Е.А.				Формат А1	
Консульт.	Моніаєва Е.А.					
Начальник	Рижков В.Г.					
Затв.	Коханяк Г.В.					



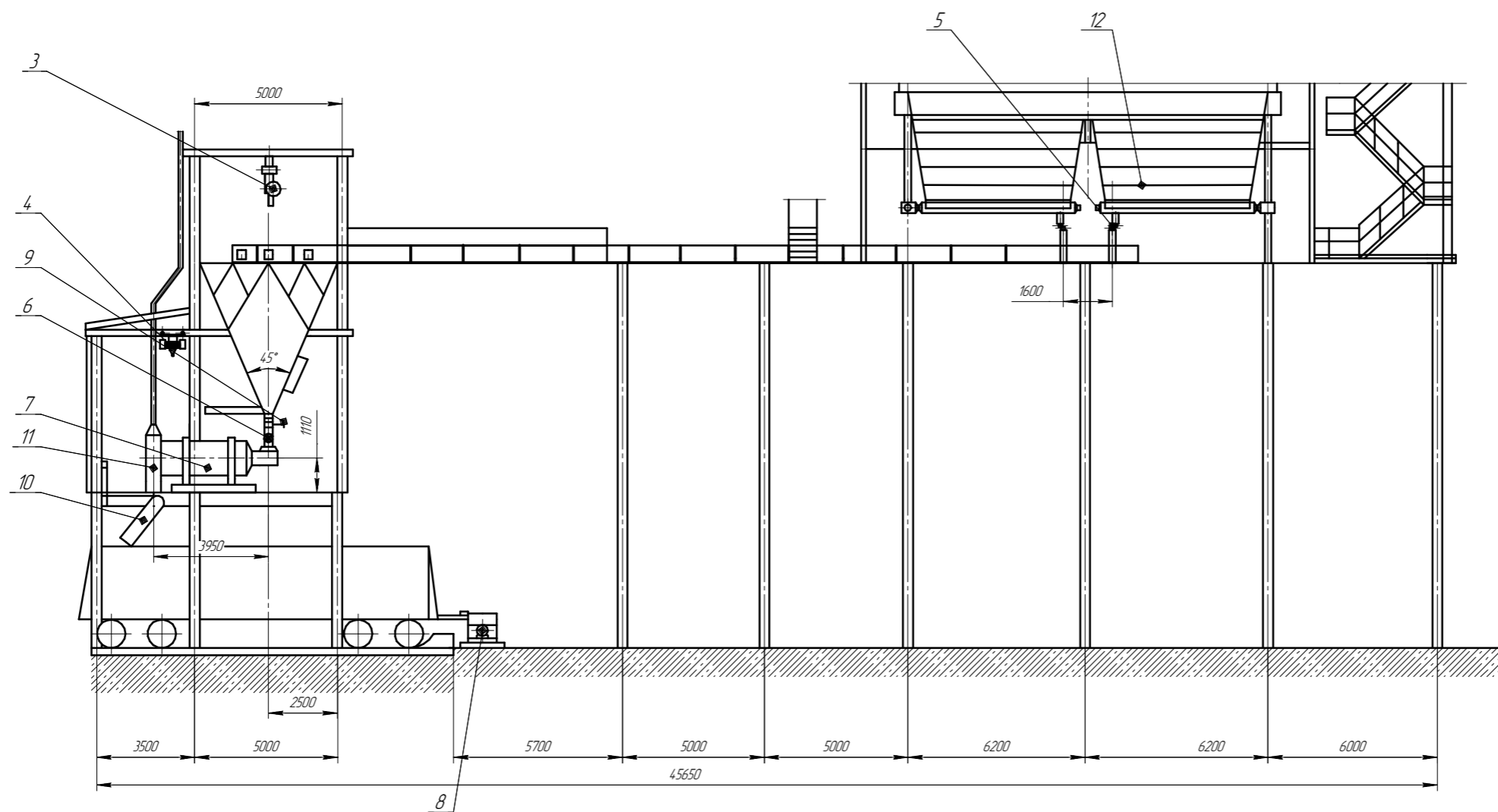
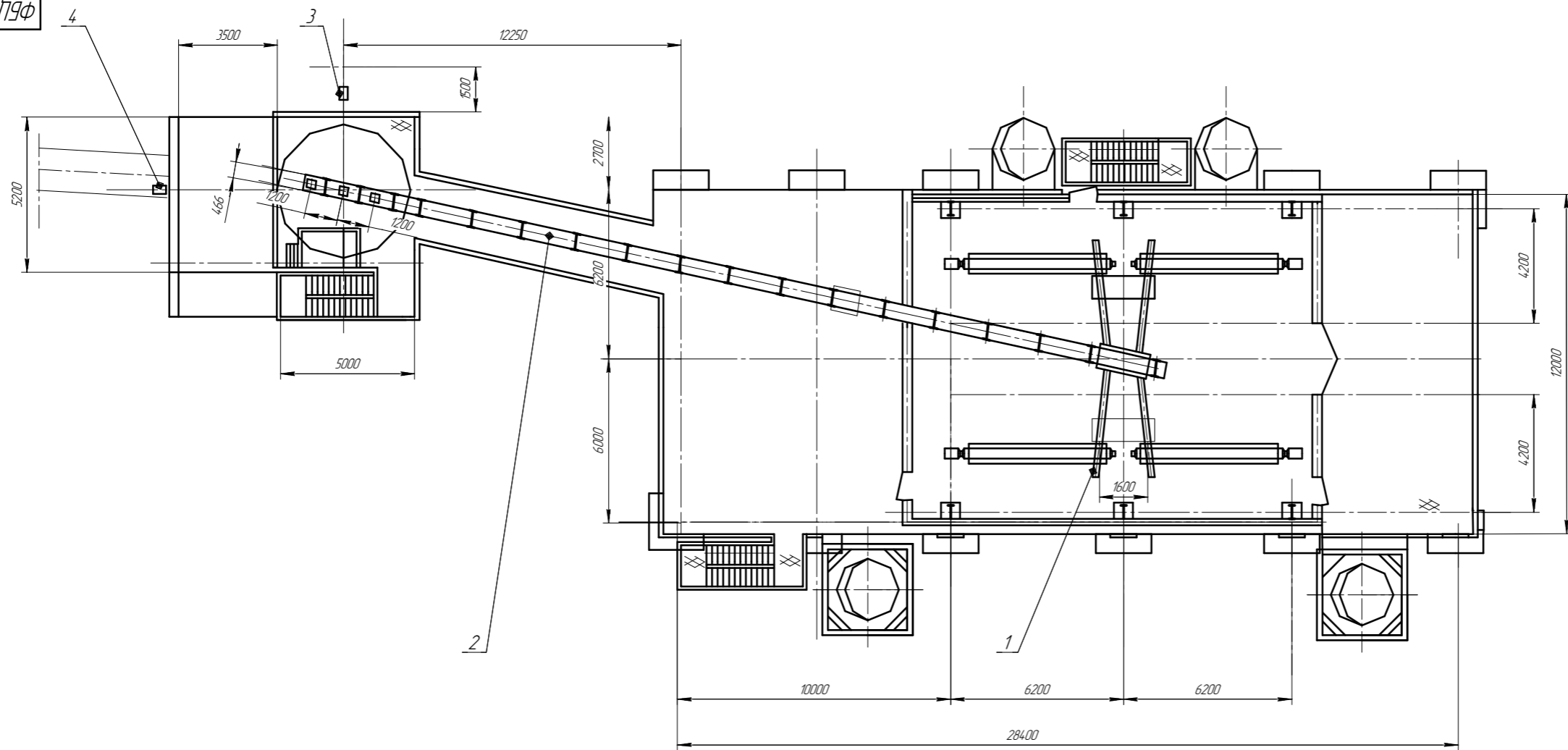
ФБЦ.Д.180519.200 ЗВ				Лист	Маса	Маштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві	14,00	
Розроб.	Савин К.А.			Лист 2	Листів 10	
Керівник	Мондіна Е.А.			Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОП, ар. 116-18-1м3		
Консил.	Мондіна Е.А.			Формат А1		
Начальн.	Рижков В.Г.			План доменного цеху		
Затв.	Коханяк Г.В.					

ТЗЦ



			ФБЦ.Д.180519.300 3В				
Зм. Аарк	№ док.им.	Підп.	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві	Лист	Маса	Машштаб
Розроб.	Сачин К.А.				д	н	1:100
Керівник	Мандіна Е.А.				Лист 3	Листів 10	
Консил.	Мандіна Е.А.				Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. ІІБ-18-1а		
Начальн.	Рижков В.Г.			Доменная пч 2300 м³			
Залп.	Кохоман Г.Б.						

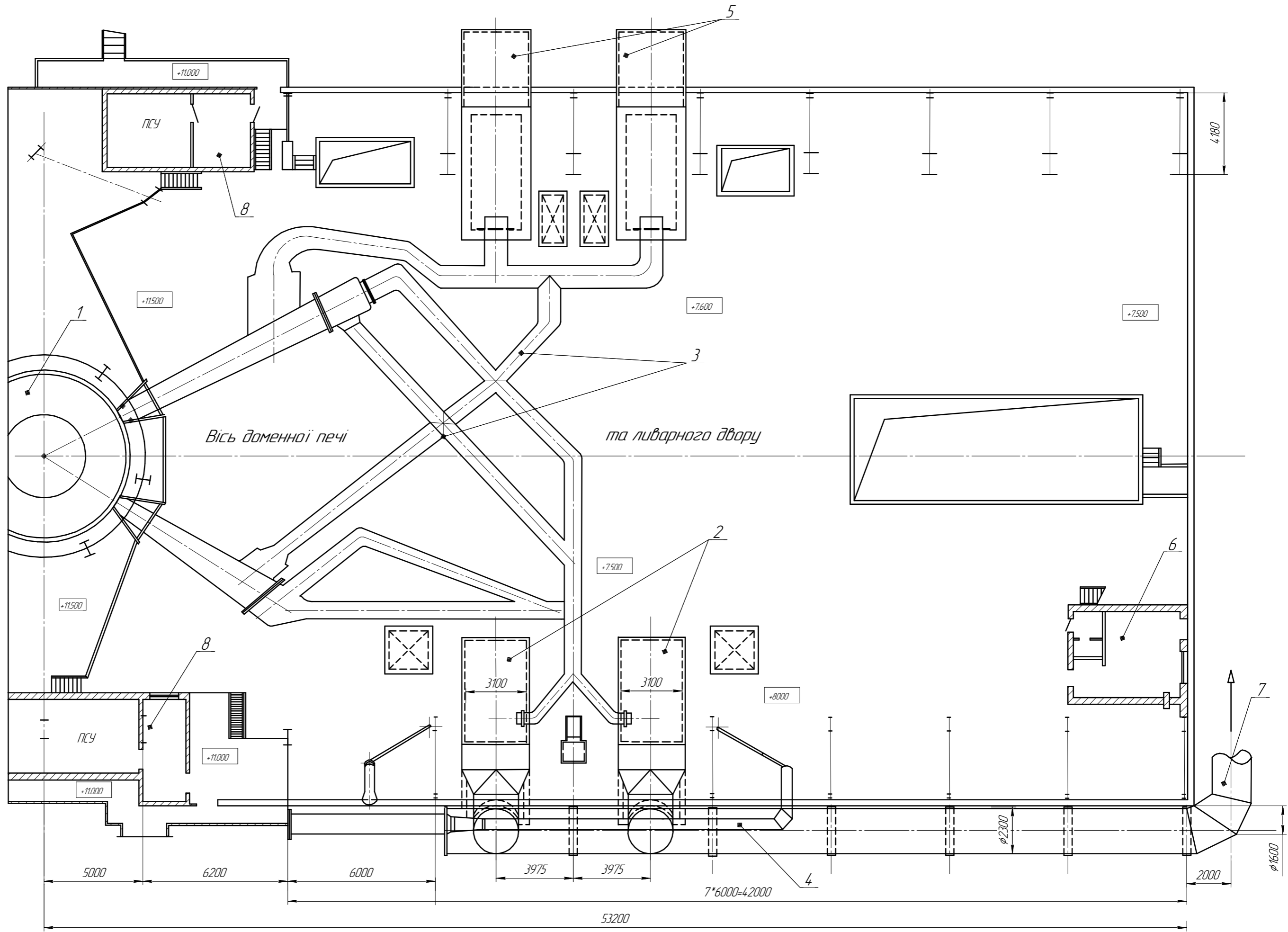




Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1.	ФБЦ.Д.180519.401	Конвеєр скребокний	1	КСГ-200
2.	ФБЦ.Д.180519.402	Конвеєр скребокний	1	КСГ-320
3.	ФБЦ.Д.180519.403	Таль електрична	1	
4.	ФБЦ.Д.180519.404	Таль електрична	1	
5.	ФБЦ.Д.180519.405	Живильник шлюзовий	1	
6.	ФБЦ.Д.180519.406	Живильник шлюзовий	1	
7.	ФБЦ.Д.180519.407	Барaban-звложувач	1	
8.	ФБЦ.Д.180519.408	Устаткування маневреної лебідки	1	
9.	ФБЦ.Д.180519.409	Затвор шибєрний	1	
10.	ФБЦ.Д.180519.410	Жалод, який підіймається	1	
11.	ФБЦ.Д.180519.411	Укриття барабану	1	
12.	ФБЦ.Д.180519.412	Фільтр рикавний	1	

**ФБЦ.Д.180519.400 ЗВ**

ЗМ. Дірк.	№ док. чм.	Підп.	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці ц даменному виробництві	Лист	Маса	Маштаб
Розроб.	Сачин К.А.				4		1:100
Керівник	Мончидна Е.А.				Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. ЦБ-19-1м3	Листів	10
Консульт.	Мончидна Е.А.				Формат	A1	
Начальник	Рижков В.Г.			Аспірація бункерної естакади			
Затв.	Кохеняк Г.В.						



№	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка	Зм. Арк.	№ док.	Підп.	Штук.	Розроб.	Мандат	Мандат	Лист	Маса	Маштаб
1	ФБЦ.Д.180519.501	Доменна піч	1											
2	ФБЦ.Д.180519.502	Укриття колючих жолобів	2											
3	ФБЦ.Д.180519.503	Жолоб для зливи чаїна та шлаку	2											
4	ФБЦ.Д.180519.504	Тридоправи вентиляції	1											
5	ФБЦ.Д.180519.505	Колючий жолоб	2											
6	ФБЦ.Д.180519.506	Приміщення відпочинку горнових	1											
7	ФБЦ.Д.180519.507	Тридоправи відсосу диму	1											
8	ФБЦ.Д.180519.508	Приміщення керування електроапаратами	2											

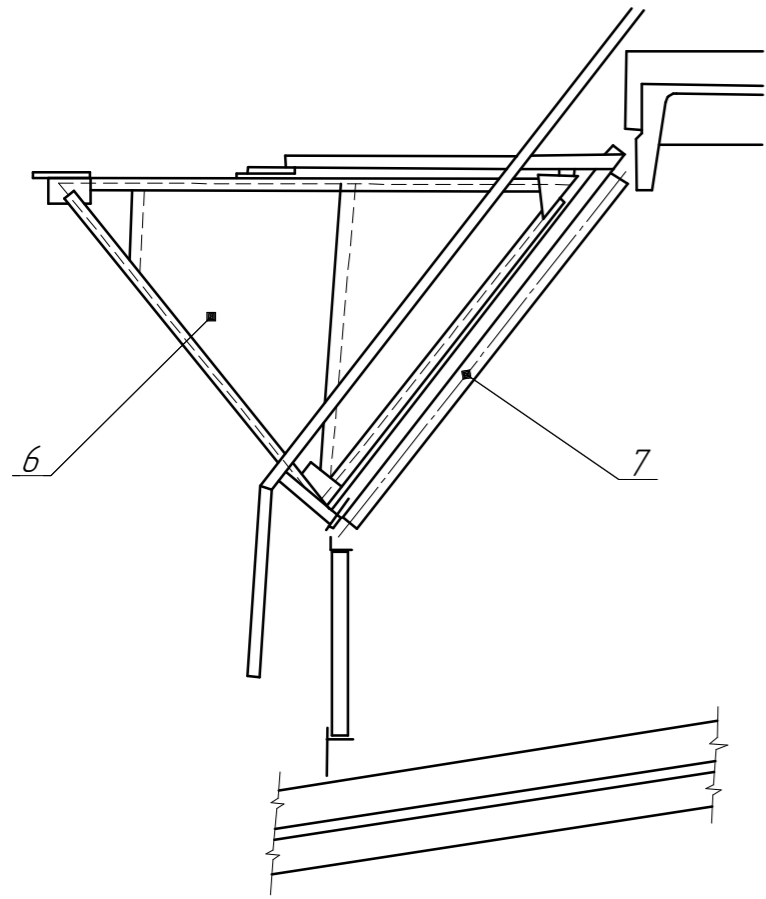
ФБЦ.Д.180519.500 ЗВ

Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві

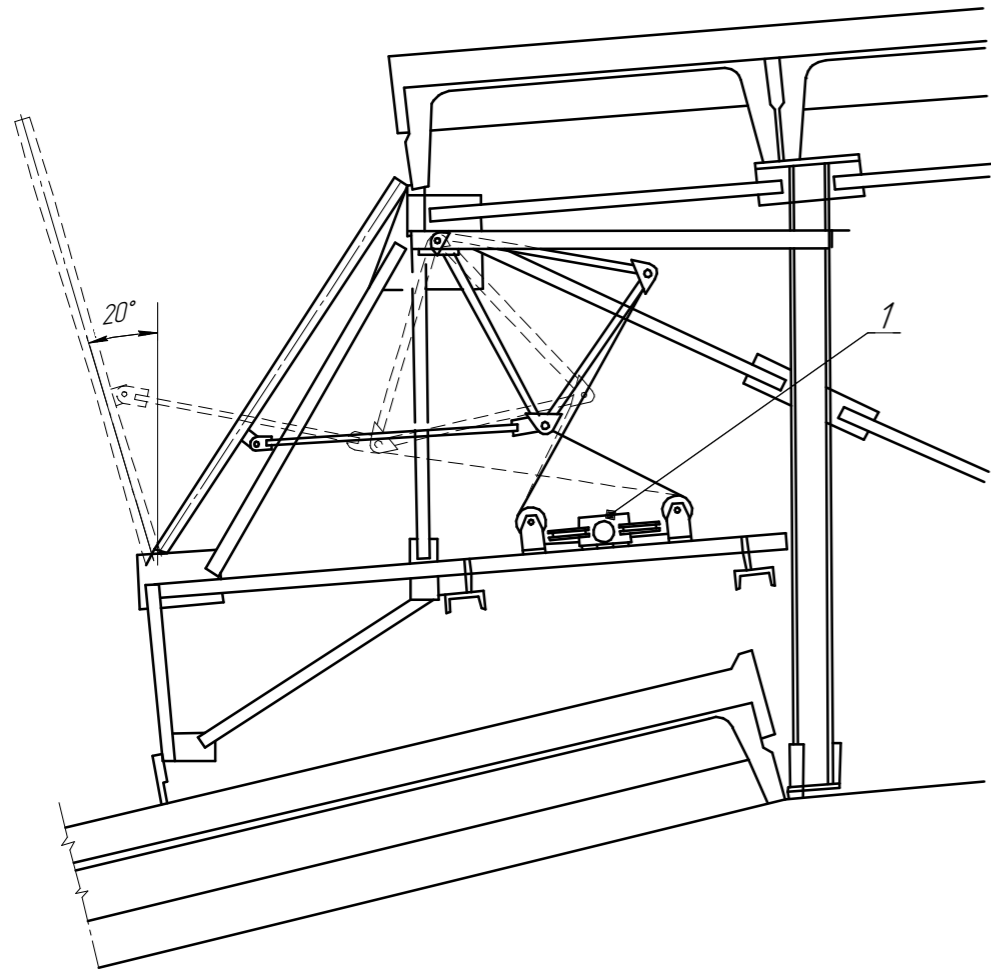
Лист 5 / Листів 10

Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. ІІБ-19-113

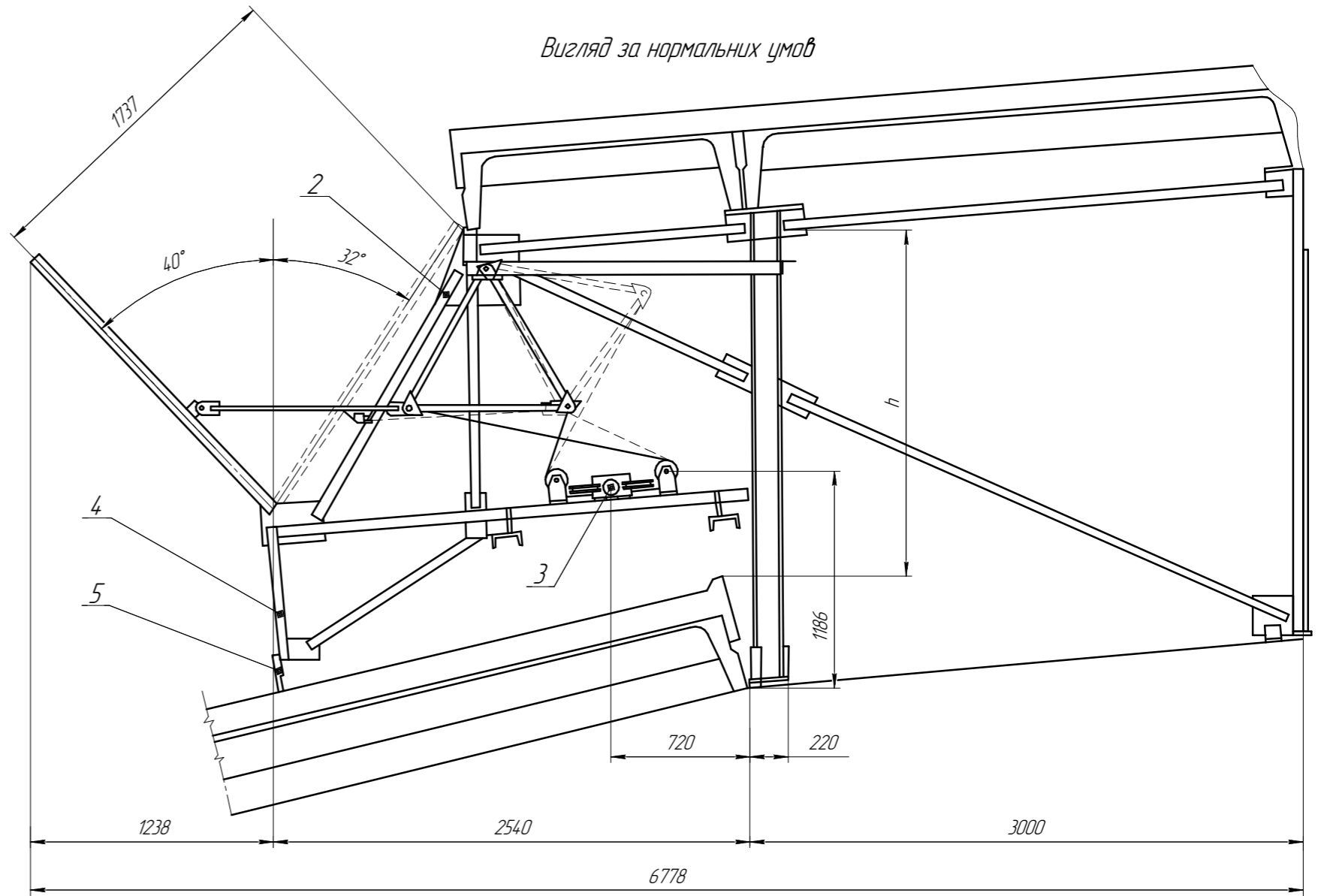
Загальний вигляд



Вигляд в режимних умовах

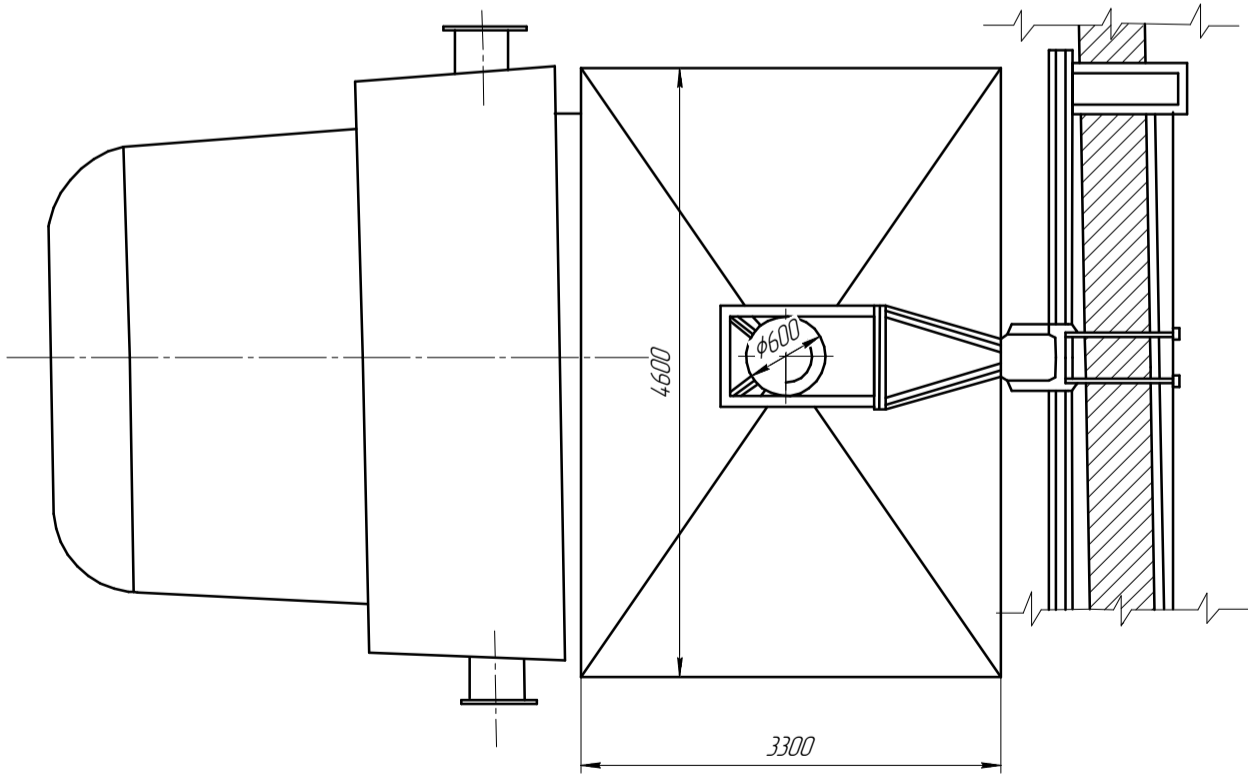
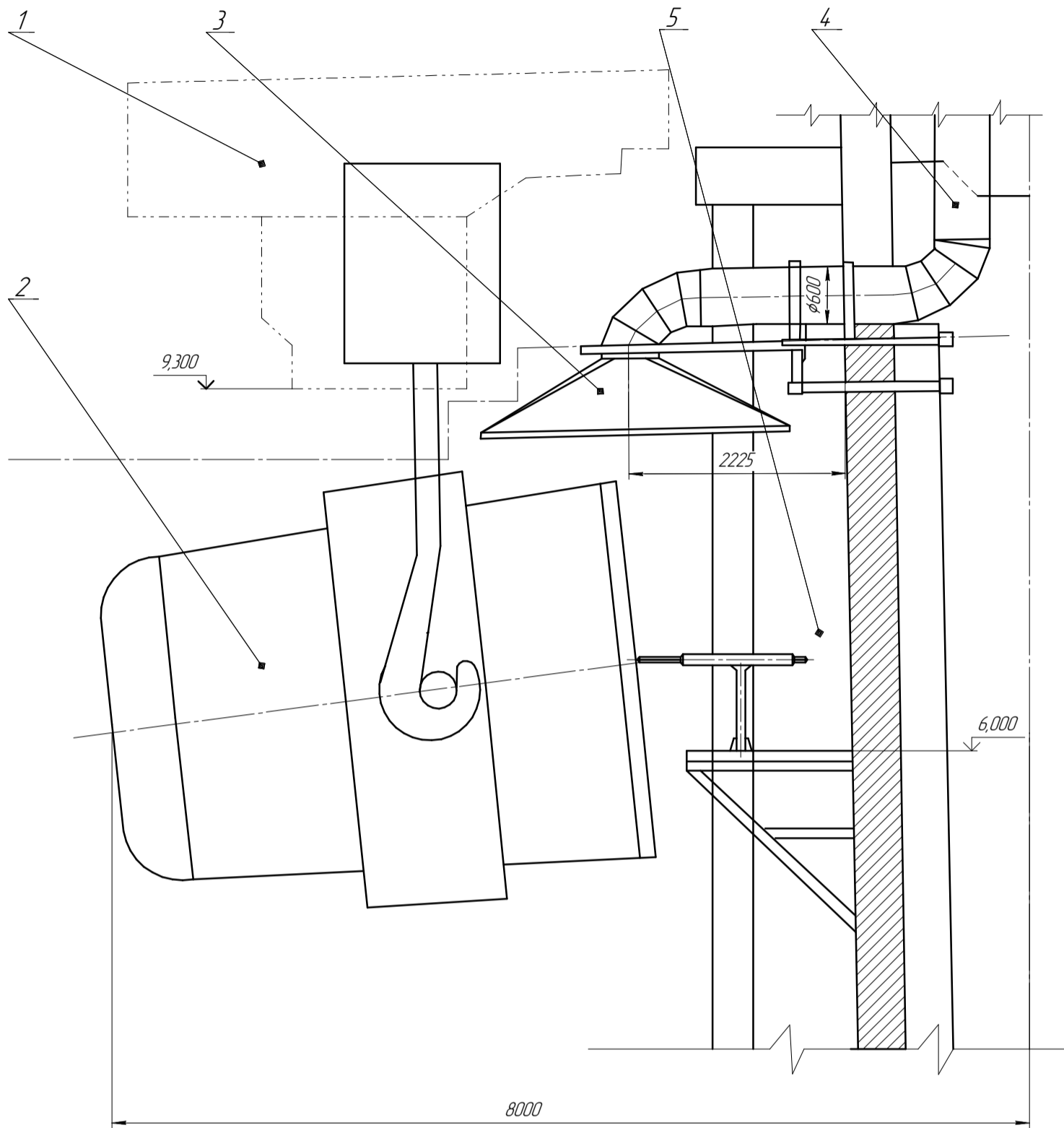


Вигляд за нормальних умов



Поз	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ФБЦІД.180519.601	Пристрій механізму який передає	1	
2	ФБЦІД.180519.602	Пристрій механізму який збокує	1	
3	ФБЦІД.180519.603	Штанга механізму	1	
4	ФБЦІД.180519.604	Лінійна панель	1	
5	ФБЦІД.180519.605	Регулюючий лист	1	
6	ФБЦІД.180519.606	Торцевий щит	1	
7	ФБЦІД.180519.607	Лінійна панель	1	

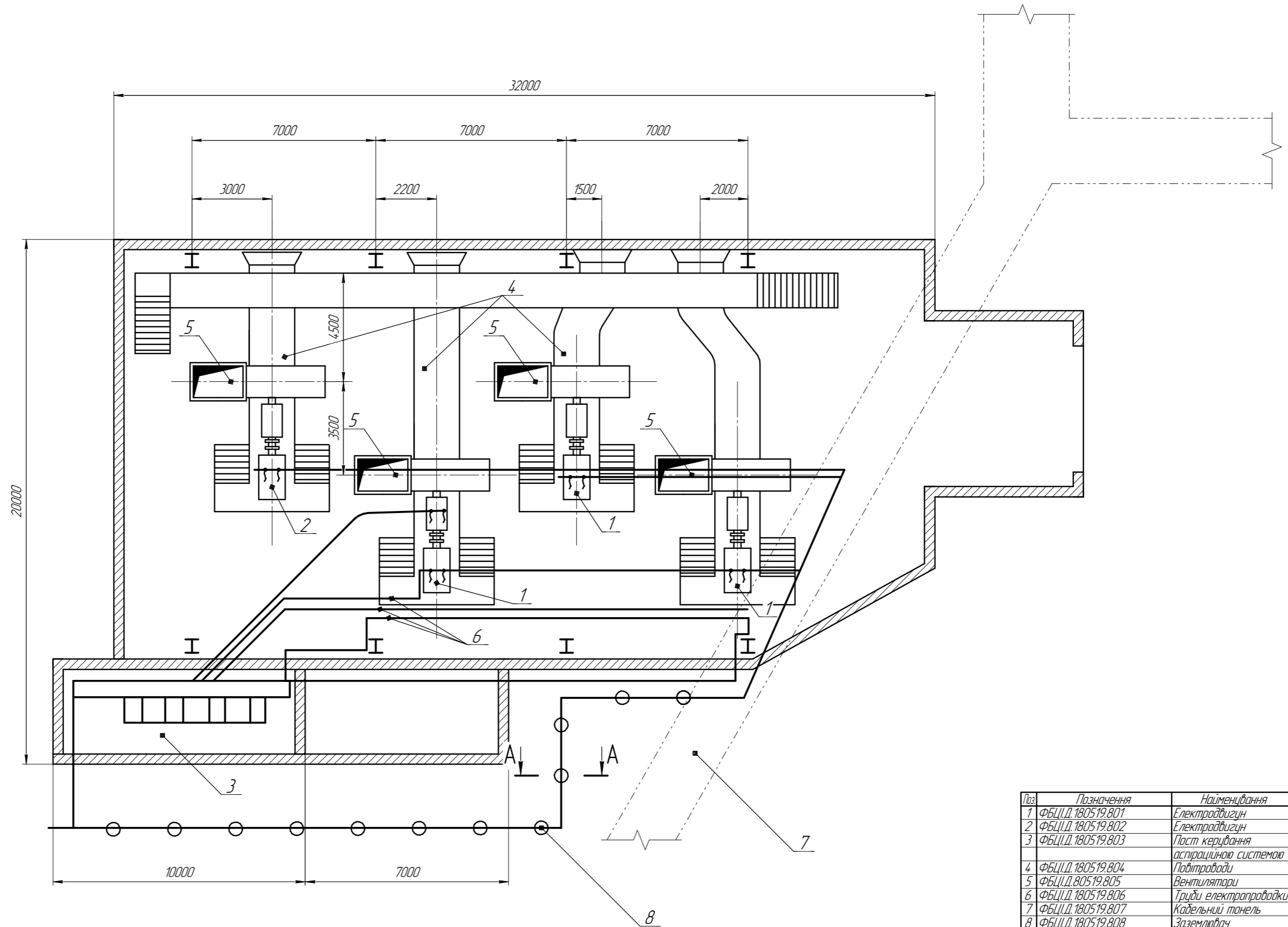
ФБЦІД.180519.600 ЗВ				
Зм. Арк.	№ док.м.	Підп.	Штук.	Лист
Розроб.	Савин К.А.			
Керівник	Мандина Е.А.			
Консил.	Мандина Е.А.			
Начальн.	Рижков В.Г.			
Затв.	Коханович Г.Б.			
Розробка заходів та засобів з охорони праці ц даменному виробництві				Лист 6
Аераційний ліхтар				Листів 10
				Маса 1,75
				Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОТ, гр. ІІБ-18-113



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ФБЦ.Д.180519.701	Граберса розливноїго ковшу	1	
2	ФБЦ.Д.180519.702	Чавуннізізний ківш	1	
3	ФБЦ.Д.180519.703	Витяжний зоніт	1	
4	ФБЦ.Д.180519.704	Газопровід владленого газу	1	
5	ФБЦ.Д.180519.705	Робочий майданчик "козларізки"	1	

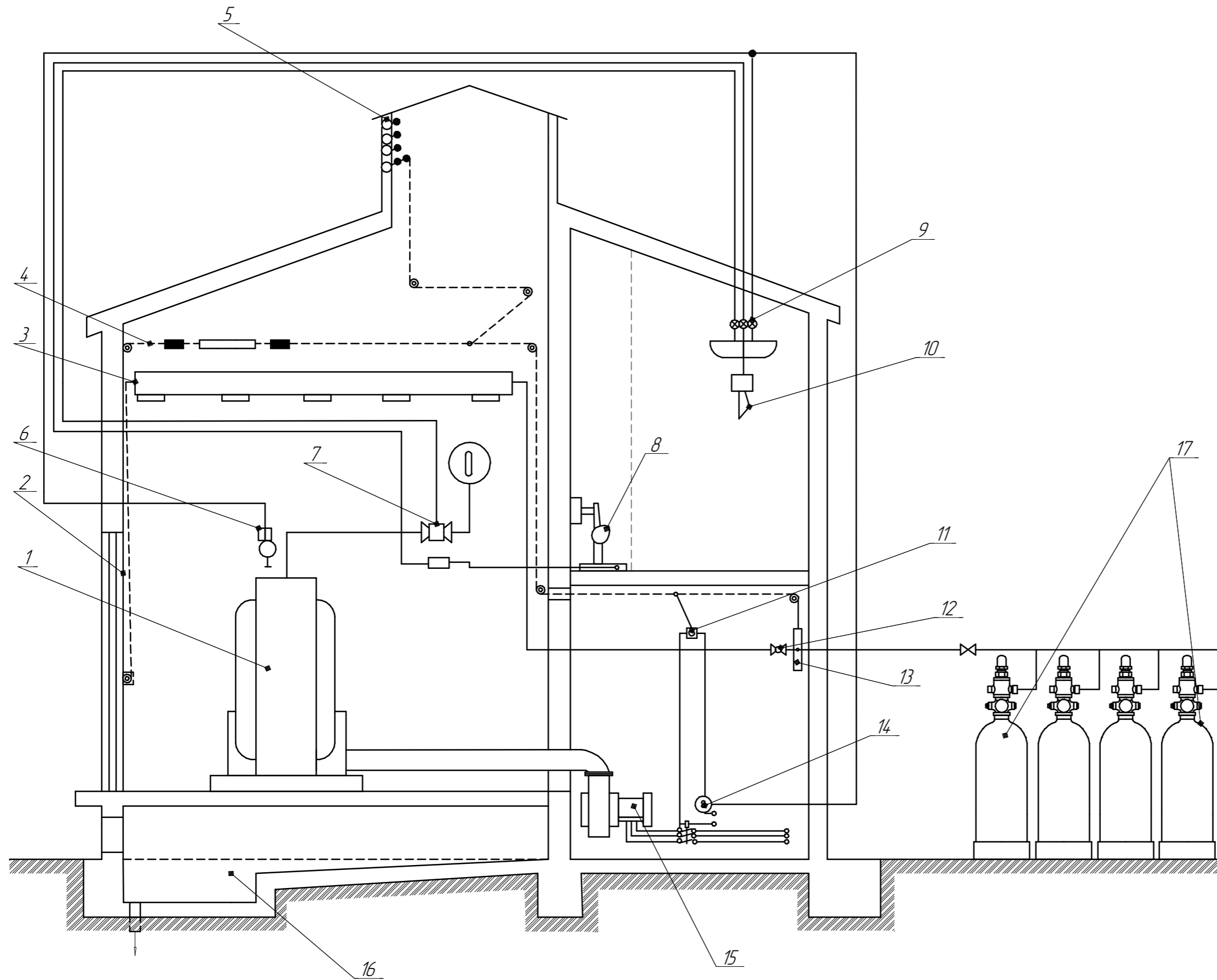
  

ФБЦ.Д.180519.700 ЗВ				
Зм. Ажк.	№ док.ум.	Підп.	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці ці доменному виробництві
Розроб.	Сачин К.А.			Лист 7 Листів 10 Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 116-18-1а3
Керівник	Мандіна Е.А.			
Консул.	Мандіна Е.А.			
Начальн.	Рижков В.Г.			Витяжний зоніт над чавуннізізним ковшем
Затв.	Коржаків Г.Б.			



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ФБЦІ.Д.180519.801	Електродвигун	3	АРФ
2	ФБЦІ.Д.180519.802	Електродвигун	1	ДА304
3	ФБЦІ.Д.180519.803	Пост керування		
		аспіраційною системою	1	
4	ФБЦІ.Д.180519.804	Повітряводи	1	
5	ФБЦІ.Д.80519.805	Вентилятори	4	
6	ФБЦІ.Д.180519.806	Труди електропроводки		
7	ФБЦІ.Д.180519.807	Кабельний тунель	1	
8	ФБЦІ.Д.180519.808	Заземлювач		

ФБЦІ.Д.180519.800 ЗВ					Лист	Маса	Маштаб
Зм. Арк.	№ док.	Підп.	Штук.	Розробка заходів та засобів з охорони праці ц даменному виробництві	Лист в	Листів	10
Розроб.	Савин К.А.			Заземлення електроустановлення системи аспірації ліварного двору	Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ		1:75
Керівник	Мандина Е.А.				каб. ПЕОД, гр. 116-18-1м2		
Консил.	Мандина Е.А.						
Начальн.	Рижков В.Г.						
Затв.	Коханяк Г.Б.						



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Трансформатор	1	
2	Газова система	1	
3	Розподільний трубопровід вуглекислого устаткування	1	
4	Плашковий замок	1	
5	Жалюзі	1	
6	Термоопр	1	
7	Реле	1	
8	Вимикач напруги	1	
9	Світлова сигналізація	1	
10	Звукова сигналізація	1	
11	Вимикач	1	
12	Пусковий вентиль вуглекислого устаткування	1	
13	Вантаж	1	
14	Пусковий пристрій	1	
15	Вентиляційне устаткування	1	
16	Гравітна заслінка	1	
17	Балон з двоциксем вуглецю	4	

				ФБЦ.Д. 180519.900 СХ			
Зм. Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці ц даменному виробництві	Лист	Маса	Маштаб
Розроб.	Савин К.А.			Автоматична система пожегозахисня трансформаторної підстанції	9		10
Керівник	Мандина Е.А.				Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ		
Консил.	Мандина Е.А.				каб. ПЕОД, гр. 116-18-1м2		
Начальн.	Рижков В.Г.						
Затв.	Коханевич Г.Б.						

## ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ТА ЗАСОБІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ В ДОМЕННОМУ ЦЕХУ

НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ВЕЛИЧИНА
ОДНОРАЗОВІ ВИТРАТИ НА ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ	ГРН.	120000
ДОДАТКОВІ ПОТОЧНІ ВИТРАТИ В РІК	ГРН.	6016,4
ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ	ДНІ	163,5
ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ОДНОГО ПРАЦІВНИКА	ДН./РОБ.	0,212
ПРИРІСТ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ	%	0,009
ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ	ГРН.	57911,4
РІЧНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ	ГРН.	95234,6
ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ	РОКІВ	4,36
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ	ГРН./ГРН. РІК.	0,23

				ФБЦ/Д.180519.010 ТБ			
Зм. Адж.	№ док.им.	Лист	Дата	Розробка заходів та засобів з охорони праці у доменному виробництві	Лист	Маса	Маштаб
Розроб.	Савин К.А.				д	н	
Керівник	Мандіна Е.А.			Оцінка економічної ефективності	Лист	Маса	Маштаб
Консил.	Мандіна Е.А.				10	10	10
Н.контр.	Рижков В.Г.			Міністерство освіти і науки України // ЗНУ каф. ПЕОП, гр. 116-18-117			
Затв.	Кохменко Г.В.						