

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

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

рівень вищої освіти другий (магістерський)

на тему «Проект системи очистки газів виробництва шарикопідшипникових сталей в електросталеплавильних печах з утилізацією вловленого пилу»

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи 8.1839

Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

(назва)

Освітньої програми «Технології захисту
навколишнього середовища»

(назва)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Гордієнко Д.Р.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, с.н.с., к.біол.н. Троїцька О.О.

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

Рецензент професор, д.т.н. Куріс Ю.В.

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

м. Запоріжжя
2020

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

Кафедра прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(шифр)

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»

(назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Г.Б. Кожемякін

“01” 12 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Гордієнко Денис Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) ««Проект системи очистки газів виробництва шарикопідшипникових сталей в електросталеплавильних печах з утилізацією вловленого пилу».

керівник роботи Троїцька Олена Олександрівна, с.н.с., к.біол. наук

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “09” 10 2020 року № 1584-с

2. Строк подання студентом 01.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи концентрації забруднюючих речовин, початкова концентрація пилу, витрата газу, температура відхідних газів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, теоретичні аспекти інновацій в галузі технологій захисту навколишнього середовища, дослідницький розділ, проектний розділ, висновки, список джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) креслень: план та розріз електросталеплавильного цеху, технологічна схема сталеплавильної печі типу ДСВ-50, процесу виплавки сталі, конструкція дуги фільтра типу ФРІР-5700, схема і розріз системи газоочищення, рукав, грудкувач, техніко-економічні показники роботи газоочисної установки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Троїцька О.О.		
2	доцент Троїцька О.О.		
3	доцент Троїцька О.О.		
4	доцент Троїцька О.О.		

7. Дата видачі завдання 01.09.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прізвище
1	Збір матеріалу	01.09-30.09.2020	
2	Аналіз зібраного матеріалу	01.10. - 15.10.2020	
3	Виконання 1 розділу	15.10-01.11.2020	
4	Виконання 2 розділу	01.11. - 10.11.2020	
5	Виконання 3 розділу	11.11 - 20.11.2020	
6	Виконання 4 розділу	21.11 - 01.12.2020	
7	Розробка креслень	02.11-01.12.2020	
8	Перевірка роботи консультантами	01.11- 01.12.2020	
9	Попередній захист роботи	01.12.2020	
9	Захист роботи у ЕК	15.12.2020	

Студент

(підпис)

Гордієнко Д.Р.
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)

(підпис)

Троїцька О.О.
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

Рижков В.Г.
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проєкт на тему «Проєкт системи очистки газів виробництва шарикопідшипникових сталей в електросталеплавильних печах з утилізацією вловленого пилю»: 118 с., 16 табл., 16 рис., 32 джерела.

ЕЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНИЙ ЦЕХ, ЕЛЕКТРОДУГОВА ПІЧ, СТАЛЬ, ШИХТА, ЧАВУН, ОЧИЩЕННЯ, ЕКОЛОГІЯ, РУКАВНИЙ ФІЛЬТР, ГІДРАВЛІЧНИЙ ОПІР, ГАЗОВИЙ ТРАКТ.

Об'єкт проєктування – ділянка газоочищення електросталеплавильного цеху.

Предмет проєктування – система очищення газів, що відходять від електродугової печі.

Мета проєктування – розробити систему очищення газів в умовах електросталеплавильного цеху.

У кваліфікаційному проєкті розглянута технологія виплавки сталі в електродугових печах, описана конструкція і принцип роботи електродугової печі з точки зору утворення пилогазових викидів, визначена їх кількість і склад. Приведено обґрунтування вибору системи газоочистки відхідних газів від електродугової печі, виконаний розрахунок необхідного газоочисного обладнання. Виконаний аеродинамічний розрахунок газового тракту газоочисної системи, і за результатами розрахунку підібрані два димососи марки ВДН-32Б, встановлених паралельно. Загальний опір тракту, що відводить газ, за результатами розрахунків становить 5370 Па. Виконаний розрахунок рукавного фільтру і за результатами розрахунку вибраний тип і марка фільтру - ФРІР-5700. Обґрунтована економічна доцільність реконструкції системи очистки викидів в атмосферу. Виконаний розрахунок капітальних вкладень і експлуатаційних витрат на обслуговування газоочисної установки. Розглянуті потенційно небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища цеху; розроблені заходи щодо техніки безпеки, виробничої санітарії, електро- та пожежної безпеки електросталеплавильного цеху.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІННОВАЦІЙ В ГАЛУЗІ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	9
1.1 Інноваційний розвиток – основа сталого розвитку та збереження на його засадах навколишнього середовища	9
1.2 Інноваційні технології захисту навколишнього середовища	13
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Дослідження інноваційних засобів та технологій захисту навколишнього середовища	21
2.1.1 Опис технології виробництва сталі в дугових електросталеплавильних печах	21
2.1.2 Опис головної будівлі цеху і прольотів	28
2.1.3 Вантажопотоки електросталеплавильного цеху	33
2.1.4 Опис і принцип роботи дугового електросталеплавильної печі	35
2.1.5 Умови утворення пилогазових викидів дугових електропечей і вплив на них технологічних чинників	40
2.1.6 Способи локалізації і відведення пилогазових викидів дугових електропечей	43
2.1.7 Характеристика пилогазових викидів	45
2.2 Вибір і обґрунтування способу і схеми газоочистки	48
3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ	56
3.1 Проектування основного та допоміжного обладнання технології очистки газів	56
3.1.1 Аеродинамічний розрахунок газового тракту газоочисної системи	56
3.1.2 Розрахунок рукавного фільтру типу ФРІР	64
3.1.3 Розрахунок параметрів димаря	70

3.1.4 Вибір тягодуттєвого пристрою	72
3.2 Утилізація пилу від газоочистки електросталеплавильного виробництва	73
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	80
4.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища	80
4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища електросталеплавильного цеху	82
4.3 Заходи з електробезпеки	85
4.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки	86
4.5 Розрахунок теплоізоляції поста керування сталевара	87
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ	92
5.1 Розрахунок виробничої потужності і виробничої програми газоочисної системи сталеплавильного цеху	92
5.2 Розрахунок величини капітальних вкладень у газоочисну систему	98
5.3 Розрахунок витрат на експлуатацію газоочисної системи	101
5.4 Техніко-економічне обґрунтування проекту очищення технологічних газів електросталеплавильного цеху	110
ВИСНОВКИ	114
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	116

ВСТУП

Захист довкілля від шкідливих промислових викидів є однією з найгостріших проблем сучасності. Забруднення атмосфери і світового океану вже зараз погрожує існуванню рослинного і тваринного життя.

У планах економічного і соціального розвитку країни відмічена необхідність збільшення випуску високоефективних пиловловлювачів; вдосконалення технологічних процесів з метою скорочення викидів шкідливих речовин у довкілля і поліпшення очищення відхідних газів від шкідливих домішок.

Серед проблем захисту довкілля найбільш актуальною є охорона повітряного басейну, оскільки забруднене повітря погіршує екологічні умови, призводить до передчасного зносу основних фондів промисловості, об'єктів житлово-комунального господарства і т. д.

Вирішення проблеми очищення газів зазвичай зводилося до уловлювання (знешкодження) шкідливих домішок з відхідних газів. Проте, друга частина цієї проблеми - використання уловлених продуктів і інших відходів виробництва - не завжди залишалася вирішеною.

Нині на підприємствах чорної металургії, зокрема в електросталеплавильних цехах, викидається в атмосферу велика кількість пилу, оксиду вуглецю і діоксиду сірки. Крім того, у викидах міститься значна кількість вуглеводнів, фтористого водню, сірководню, ціаністих сполук та ін.

При сучасному рівні розвитку техніки пиловловлювання фахівці мають можливість великого вибору устаткування апаратів і технічних рішень, що забезпечують задану ступінь очищення газів і утилізації уловлених напівпродуктів практично для будь-якого технологічного процесу.

Спеціалізованими підприємствами серійно випускається сучасна високопродуктивна газоочисна техніка - електрофільтри, рукавні фільтри, скрубери Вентурі, фільтри-тумановловлювачі та ін.

Організація систем знешкодження багатокomпонентних газоподібних викидів є складним науково-технічним завданням, рішення якого, як правило, пов'язане з великими витратами матеріальних, технічних і людських ресурсів на спорудження газоочисних установок і їх експлуатацію.

Тому завдання створення і впровадження високоефективного устаткування для утилізації і знешкодження викидів, проєктування газоочисних споруд з урахуванням екологічних, економічних і соціальних інтересів є дуже актуальною.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІННОВАЦІЙ В ГАЛУЗІ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Інноваційний розвиток – основа сталого розвитку та збереження на його засадах навколишнього середовища

Найбільш поширеним методом очищення відхідних газів дугових сталеплавильних печей є застосування рукавних фільтрів. Фільтри з імпульсною регенерацією за технічним рівнем відповідають конструкціям фільтрів відомих зарубіжних фірм і мають ряд особливостей і переваг перед фільтрами інших конструкцій. Перевагою є і те, що основні вузли і деталі фільтрів уніфіковані і взаємозамінні, що дозволяє комплектувати різні типорозміри фільтрів в широкому діапазоні продуктивності та виконання.

Досить широке поширення для очищення газів в електросталеплавильному виробництві отримали також сучасні фільтри типу ФКІР (касетні з імпульсною регенерацією), ФРІК (рукавні імпульсні каркасні).

Велике значення для терміну служби і працездатності має вигляд або склад тканини, використовуваної в рукавних фільтрах.

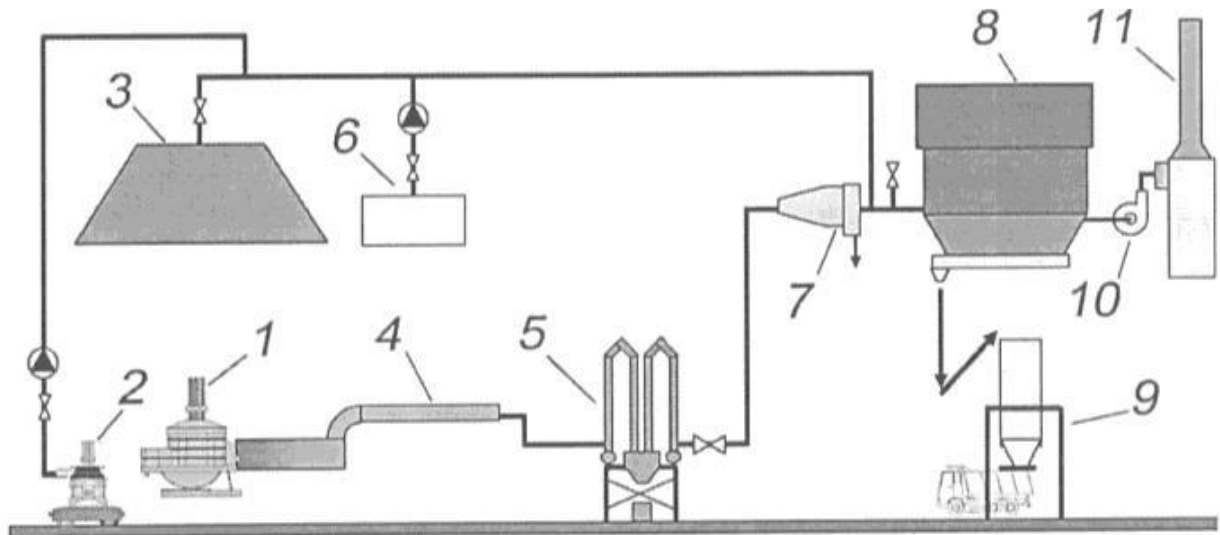
Традиційно для очищення газів в металургії застосовуються такі матеріали як: - поліпропілен (PP); поліакрилонітрил (PAN); поліестер (PES); поліфенілсульфід (PPS); Номекс-Арамід; скловолокно (GL); полиимид (PI); політерафторетілен (PTFE).

Крім того, необхідне очищення повітря і оптимальний термін експлуатації рукавних фільтрів визначається також вибором правильної просочення тканини. В роботі [1] пропонуються чотири види захисних просочень для фільтруючих полотен, в тому числі для металургійного виробництва трьохкомпонентне просочення.

Воно складається з суміші силікону, графіту і тефлону і використовується для захисту фільтруючих полотен від абразивного зносу,

але при цьому забезпечує обмежений захист матеріалу від хімічного впливу.

В роботі [2] представлена технологія 3DESA (3D Economical System of Aspiration) для сталеплавильних комплексів, яка базується на ідеї 3-х мірного текстилю. Технологія очищення газів показана на рисунку 1.1.



1 – ДСП; 2 – під-ківш; 3 – зонт; 4 – газохід; 5 – теплообмінник; 6 – клапан з димососом; 7 – циклон-іскроуловлювачів; 8 – рукавний фільтр; 9 – бункер для пилу; 10 – вентилятор; 11 – труба

Рисунок 1.1 – Послідовність очищення відхідних газів від ДСП

Первинні гази з температурою 1600 °С від четвертого отвори ДСП 1 проходять через камеру змішування і допалювання і надходять в водоохолоджуваний газохід 4, в якому охолоджуються до температур 400-450 °С. Потім гази направляються до циклону-іскроуловлювача 7. Неорганізовані викиди відсмоктуються за допомогою зонта 3. Гази, що відходять з агрегату «під-ківш» 2, надходять в газохід вторинних димових газів. Потім технологічні гази і неорганізовані викиди змішуються. Загальна кількість газів може перебувати на рівні 600-900 тис. м³/год при температурі 100-120 °С. Потім гази після змішування надходять на очистку в рукавний фільтр 8 типу ФРМІ. У роботі [3] показано, що концентрація пилу після дугових сталеплавильних печей знаходиться на рівні менше 5 мг/м³. При

використанні об'ємного фільтрувального матеріалу МФ-3D, який являє собою гофровану структуру з тканих або голкопробивних полотен з волокна PE, PES, PPS і розробці 3DESA-фільтр-патрона (рис. 1.2) площа фільтрації збільшується в 2,7 рази по відношенню до стандартного рукаву одного і того ж діаметру при використанні одного полотна. При використанні ж 2-х полотен площа фільтрації зростає в 5,3 рази.

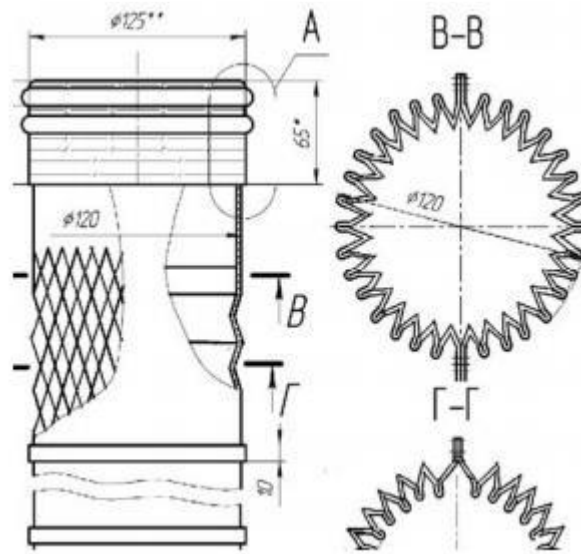


Рисунок 1.2 – 3DESA-фільтр-патрон діаметром 120 мм

В роботі [4] наводяться дані про використання нових матеріалів для фільтрації промислових газів в чорній і кольоровій металургії, а саме - фільтрувальних матеріалів з мікромембраною. Як приклад наводиться використання рукавних фільтрів типу ФРІК (рукавні фільтри з імпульсною регенерацією каркасні). Результати промислового випробування на підприємствах кольорової металургії показали, що високотемпературні фільтрувальні рукави з мікромембраною можуть використовуватися для фільтрації ультрадисперсних частинок важких металів в окислювальному середовищі мідеплавильних, цинкових, феросплавних і металургійних заводів.

Нові матеріали у вигляді мембрани представлені в роботі [5], в якій

показані переваги мембранних рукавів Gore для сталеливарного виробництва. Принципова схема очищення газів на прикладі електросталеплавильного виробництва показана на рис. 1.3. У конкретному випадку використовується фільтр ІВІРС, що має дві стадії процесу очищення (перша стадія - осаджувальна камера з відбійником-іскрогасником і друга стадія - фільтруючі рукави Gore).

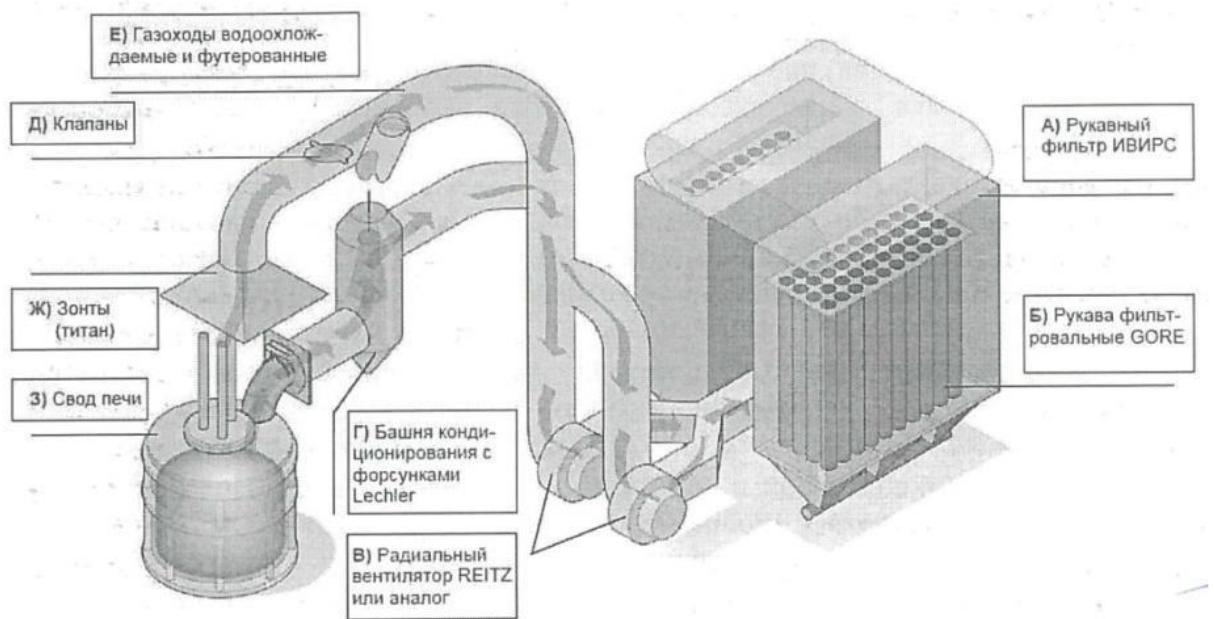


Рисунок 1.3 – Принципова схема пилеуловлювання установки для електросталеплавильного виробництва

Переваги рукавних фільтрів з мембраною Gore складаються в уловлюванні дуже дрібного пилю (з частинками менше 2,5 мкм), при цьому навіть після закінчення тривалого часу рівень викидів знаходиться нижче 1-3 мг/м³.

Для підвищення надійності роботи систем газоочистки досить велике значення має організація режиму дожигання CO і H₂. В роботі [6] відзначено, що традиційна схема допалювання CO і H₂ здійснюється за рахунок

некерованої подачі кисню повітря, який підсмоктується через зазор між сводовим патрубком і стаціонарним газоходом.

На підставі викладеного підтверджується висновок, що в даний час найбільш ефективним методом газоочистки відхідних газів в ДСП як з економічної, так і з екологічної точки зору є використання рукавних фільтрів.

Найбільшого поширення набули фільтри з імпульсною регенерацією. Для підвищення ефективності систем газоочистки (дожигання технологічних газів) необхідно забезпечувати необхідний температурний режим по довжині газоходу, регулюючи коефіцієнт надлишку повітря і подачу води.

1.2 Інноваційні технології захисту навколишнього середовища

Знепилювання технологічних газів від електросталеплавильних печей здійснюють мокрим способом в трубах Вентурі і сухим способом в електрофільтрах або рукавних фільтрах. Вибір схеми очищення газу дугових електросталеплавильних печей багато в чому залежить від способу відведення газу з печі. У простому випадку над піччю вище за електроди вмонтовується зонт, не пов'язаний з конструкцією печі, охоплюючи місця пило- і газовиділень і що не заважає обслуговуванню печі. Іноді замість зонта роблять ковпаки (водоохолоджувані відсмоктування), укріплені на каркасі печі, безпосередньо у місць пило- і газовиділення.

Загальними недоліками цих способів збору і відведення газів є: невисока ефективність (70 - 80%); значна витрата енергії на переміщення підвищеної кількості сильно розбавленого повітрям технологічного газу. Перевагою – можливість застосування сухих способів очищення, використання недорогих фільтрувальних матеріалів [7].

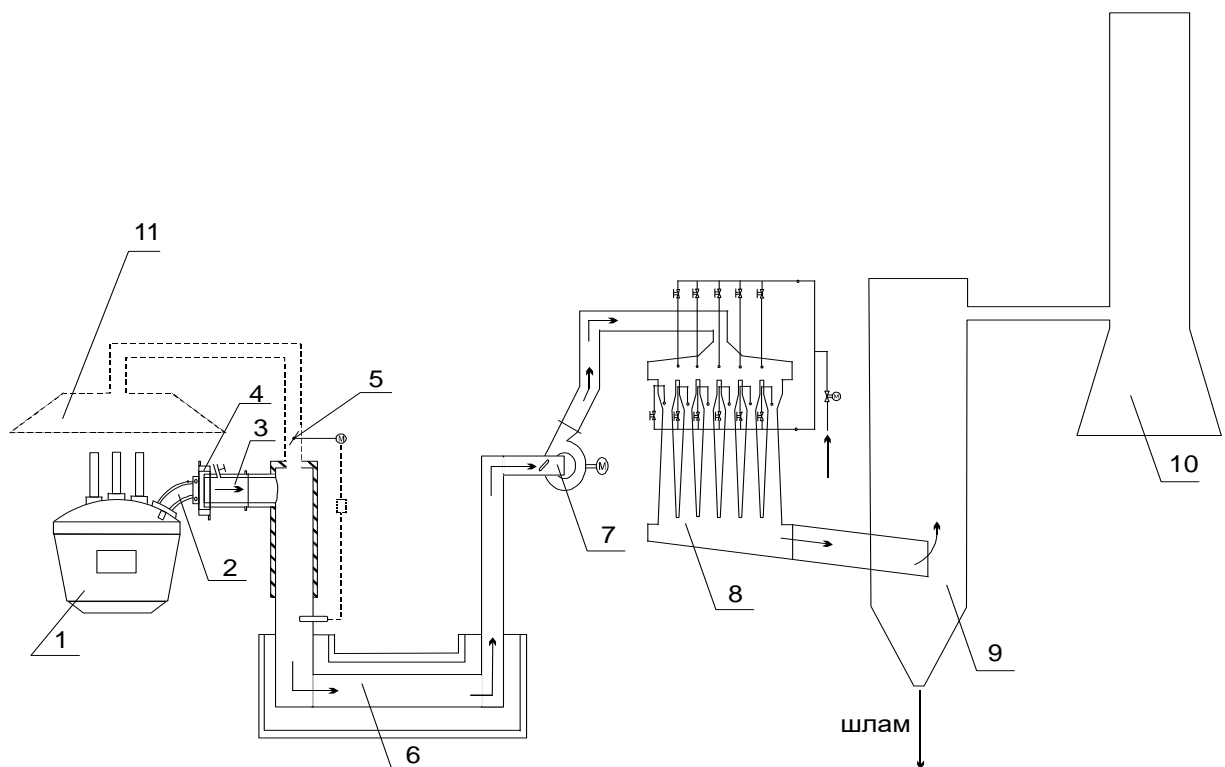
Ще одним способом відведення газів з печі є відсмоктування їх з робочого простору печі через спеціальний отвір, розташований в склепінні печі, або безпосередньо через арку робочого вікна.

Перевага цього способу: невелика кількість газів, що очищаються, компактність газоочисної споруди. Недолік – необхідність організації допалювання горючих компонентів; застосування мокрих способів очищення із-за підвищеної температури газів; наявність шламового господарства.

Схеми очищення газів, що видаляються безпосередньо з печі і через підліхтарний зонт, можуть бути роздільними або суміщеними.

До останнього часу найбільш поширеними були мокрі способи очищення у форсунках скруберах і скруберах Вентурі. Установа, як правило, скомпонована з декількох труб Вентурі порівняно невеликого розміру з діаметром горловини 100 – 150 мм.

На комбінаті «Дніпроспецсталь» в СПЦ-3 система мокрого очищення складається з чотирьох каплевловлювачей і дванадцяти труб Вентурі з подовженою горловиною (рис. 1.4).



1 – піч; 2 – забірний патрубок; 3 – патрубок допалювання газів; 4 – рухома муфта газовідсмоктування; 5 - клапан підсосу атмосферного повітря; 6 – стаціонарний газохід; 7 – вентилятор; 8 – блок труб Вентурі; 9 – краплевловлювач; 10 – димар; 11- витяжний зонт.

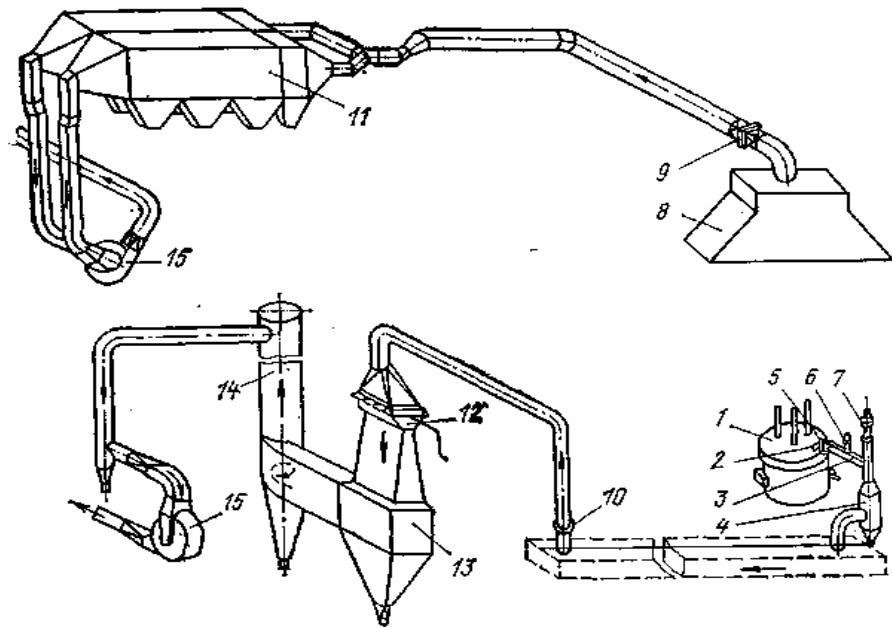
Рисунок 1.4 - Схема очищення газів дугових печей в трубах Вентурі

Труба Вентурі виконана суцільнозварною конструкцією з неіржавіючої сталі [8]. У кожену трубу через форсунки підводиться вода. Вода на зрошення труб Вентурі поступає з оборотного циклу заводу. Гази з електропечі, через четвертий отвір на зведенні, прямують в стаціонарний газохід.

Димотяг встановлюють як перед скруббером Вентурі так і після нього. У першому випадку, в наслідок високих температур і значних кількостей перекачуваних газів, їх підвищена запиленість сприяє абразивному зносу лопаток ротора. Така проблема виникає в СПЦ-3. У другому випадку перекачується менша кількість охолоджених і майже повністю очищених від пилу газів, проте підвищена вологість сприяє налипанню невловленого пилу на лопатки ротора, що вимагає періодичної зупинки димотягу на очищення. На одному металургійному заводі для очищення газів, що відводяться від електропечі, використовується мокра газоочистка з трубами Вентурі, а неорганізовані викиди очищаються в електрофільтрах типу УГ (рис. 1.5) [8].

Газопиловий потік відводять від печі 1 через водоохолоджувальний патрубок, розташований в склепінні печі. Між патрубком 2 і газовідвідним трубопроводом є повітряний зазор, що дає можливість регулювати кількість газу, що відбираються, і нахилити піч. Величину цього зазору регулюють муфтою 5, яка може переміщатися за допомогою електроприводу. Після допалювання оксиду вуглецю в камері 3 газ охолоджують в пристрої 4. Допалювання і охолодження газу здійснюють атмосферним повітрям, яке поступає в камеру допалювання через клапан 6, а в камеру охолодження через клапан 7.

Далі газ, що відводиться від печі по газопроводу, забезпеченому клапаном 10, яким регулюють кількість газу, пропускають через прямокутну трубу Вентурі 12 з регульованим перетином горловини, де пил коагулює. Укрупнений пил очищається в інерційному пило - і краплєвловлювачі 13, а потім у відцентровому скруббері 14.



1 – піч 2 – водоохолоджувальний патрубков; 3 – камера для допалювання оксиду вуглецю; 4 – пристрій для охолодження газу; 5 - муфта газовідсмоктування рухома; 6, 7 - клапана підсосу атмосферного повітря; 8 - витяжний зонт; 9, 10 – регулювальні клапана; 11 – сухий електрофільтр; 12 - прямокутна труба Вентурі; 13 - інерційний пило - і краплевловлювач; 14 - відцентровий скруббер; 15 – димотяг.

Рисунок 1.5 - Схема роздільного очищення газів, що відводяться від електропечі і через підліхтарний зонт

Очищений газ за допомогою димотягу *15* викидається в димар. У кривлі цеху під ліхтарем встановлений зонт *8*, через який видаляють неорганізовані викиди.

Кількість газу, що відбирається, регулюють за допомогою клапана *9*. Неорганізовані викиди після очищення в сухому пластинчастому електрофільтрі *11* таким же чином, як і організовані, віддаляються за допомогою димотягу *15* і викидаються в димар.

Переваги газоочистки мокрого типу полягає в простоті конструкції, можливості використання при високій температурі і підвищеній вологості газів, уловлюванні разом із зваженими твердими частинками пари і газоподібних компонентів, а також в тому, що уловлювання і виділення пилу можна територіально розділити, а в рукавних і електрофільтрах немає.

Ступінь очищення газів від тонкодисперсного пилу по такій схемі 98%, але скрубери Вентурі володіють великим гідравлічним опором (до 10 кПа і вище), а рукавний фільтр вимагає витрат енергії майже в 10 разів менше [8]. Тому скрубери Вентурі відносяться до розряду високоенергоємних апаратів.

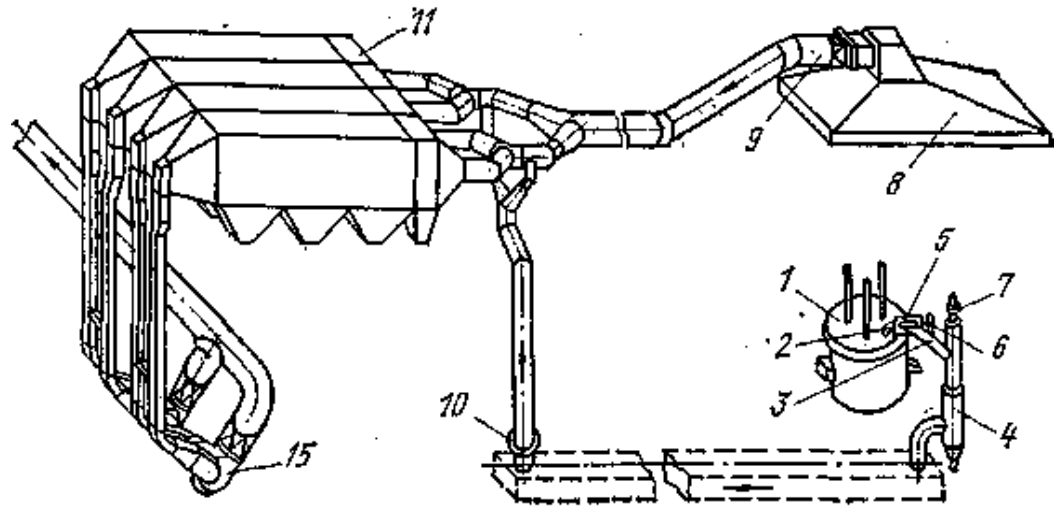
Зазвичай, мокрому способу очищення газів електросталеплавильних печей супроводить проблема очищення стічних вод газоочистки. Устаткування для очищення води і повернення її в оборотний цикл складають велику частину газоочисної установки, як за об'ємом, так і за капітальними витратами. При цьому також слід враховувати:

- можливість кристалізації деяких з'єднань на стінках трубопроводів для забрудненої води і їх заростання;
- краплинне віднесення вологи з пиловловлювача;
- корозійний знос устаткування і газопроводів;
- шкідливий вплив краплинної вологи, що міститься в газах, на стінки цегляних і залізобетонних труб;
- погіршення умов розсіювання пилу і шкідливих газів, що викидаються через димар в атмосферу.

Враховуючи помірну кількість газів, що очищаються, а також відносний невисокий питомий електричний опір пилу для очищення газів крупних електродугових печей або сумісного очищення газів від декількох печей в світовій практиці досить широко застосовуються електрофільтри. Вони забезпечують кінцевий вміст пилу в газі, що очищається, близько 80 мг/м^3 при їх швидкості в електрофільтрі $0,8 - 1,1 \text{ м/с}$. Схема очищення газів дугових електросталеплавильних печей в електрофільтрі представлена на рис. 1.6.

Гази від печі відводяться комбінованим способом: через четвертий отвір або порталіною камерою і пилогазозабірним зонтом, встановленим над піччю. Гази по газоходу з вибуховим клапаном поступають в електрофільтр, де під впливом електричного поля з них виділяються частинки пилу і осідають на електродах, а очищені гази, пройшовши електричне поле,

виходять з електрофільтру і по газоходу вентилятором через димар викидаються в атмосферу. З електродів пил віддаляється шляхом струшування, а потім обсипається в нижню частину електрофільтру – бункер, звідки її безперервно або періодично видаляють.



1 – піч; 2 – водоохолоджувальний патрубок; 3 – камера для допалювання оксиду вуглецю; 4 – пристрій для охолодження газу; 5 - муфта газовідсмоктування рухома; 6, 7 - клапана підсосу атмосферного повітря; 8 - витяжний зонт; 9, 10 – регулювальні клапана; 11 – сухий пластинчастий електрофільтр; 15 – дим отяг.

Рисунок 1.6 - Схема сумісного очищення газів в сухому електрофільтрі

Найбільш істотним недоліком електрофільтрів є те, що в них можуть осідати тільки речовини, що знаходяться в зваженому стані, тобто у вигляді пилу або туману. У ньому не можна відокремити один газ від іншого або від пари без попередньої конденсації цієї пари в перегін або туман, або без здійснення хімічних реакцій по перекладу уловлюваного компоненту з газу в твердий стан. Слід підкреслити, що ефективність роботи електрофільтру залежить від постійності параметрів газів, що очищаються, зокрема від температури і запиленості, а виробництво сталей характеризується періодичним процесом. Температура і запиленість змінюються по ходу плавки, а це знижує ефективність роботи апарату. Ще одним недоліком є те, що в газах, що відходять від дугової сталеплавильної печі, міститься значна

кількість оксиду вуглецю (CO), а цей газ вибухонебезпечний. Отже, застосування електрофільтрів для очищення газів, що відходять від дугових печей, небажано [9].

Останніми роками зріс інтерес до очищення газів дугових електропечей в тканинних фільтрах, що обумовлене появою температуростійких матеріалів (оксалон, склотканина, металотканини) і помірними витратами газів, що відходять. Залежно від матеріалу (звичайно це лавсан або оксалон) температура газу знаходиться в межах 100 – 250°C. Так на одному із заводів успішно експлуатуються рукавні фільтри з тканиною з оксалона, що працюють при температурі 150 – 250°C і питомому газовому навантаженню $30\text{м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{год})$ [7].

Застосування рукавних фільтрів для знепилювання газів електросталеплавильних печей має наступні особливості: при розбавленні газів, що відходять від печі, повітрям горючі компоненти газу (C і H₂) вигоряють, унаслідок чого система стає вибухобезпечною; в результаті розбавлення газу повітрям загальна витрата газу, що подається на газоочистку, збільшується в 10-15 разів і більш; аспіраційні зонти в цехах розташовуються над мостовими кранами, обслуговуючими печі, безпосередньо під кривлею будівлі, внаслідок чого витрати повітря, що відсисається, пропорційні висоті будівлі [8].

Рукавні фільтри володіють наступними перевагами в порівнянні з іншими газоочисними апаратами.

1) Вищий ступінь очищення газів від зважених частинок; фільтри здатні забезпечити практично повне уловлювання частинок всіх розмірів, включаючи субмікронні.

2) Універсальність, тобто фільтри здатні уловлювати тверді частинки в сухому вигляді і рідкі частинки з туманів.

3) Можливість уловлювати частинки при будь-якому тиску газів (атмосферному, а також вище і нижче атмосферного).

- 4) Хороший ступінь очищення при малих концентраціях зважених частинок в газах, що очищаються (долі міліграм на 1м^3 газу, що очищаються).
- 5) Можливість очищення газів, нагрітих до високої температури (залежно від матеріалу тканини фільтру).
- 6) У фільтрах використовуються хімічно стійкі матеріали.
- 7) Можливість повної автоматизації процесу очищення газів.
- 8) Стабільність процесу очищення і менша залежність від зміни фізико-хімічних властивостей уловлюваних частинок і витрати газів, чим при електроочищенні.
- 9) Простота експлуатації.

2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Дослідження інноваційних засобів та технологій захисту навколишнього середовища

2.1.1 Опис технології виробництва сталі в дугових електросталеплавильних печах

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

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

Підшипникову сталь виплавляють в електродугових печах або з повним окисленням, або методам переплавки відходів. У останньому випадку активний окислювальний період відсутній; відновний період проходить однаково за двома методами.

Виплавка *методом повного окислення* проводиться в основній електродуговій печі з рафінуванням під основними білими або карбідними шлаками.

При веденні плавки з окисленням шихта складається з відходів вуглецевої сталі. Для збільшення вмісту вуглецю в шихті, вводять кокс або електродний бій. Засвоюваність вуглецю складає 60-70%. Іноді для підвищення вмісту вуглецю в шихту вводять чавун. Склад шихти розраховують так, щоб вміст вуглецю по розплавленню складав 1,2-1,3%. На

деяких заводах допускають менший вміст вуглецю в металі по розплавленню (1,0-1,2%). У завалку завантажують 2-3 % вапна, в період плавлення в піч вводять залізняк.

Після розплавлення проводять окислювальний період звичайним способом, як і при плавці конструкційної сталі. Для прискорення процесів окислення іноді ванну продувають киснем. Після пониження вмісту фосфору до 0,010-0,015% і вмісту вуглецю до 0,8% з печі видаляють увесь шлак. Потім на голий метал дають феромарганець і феросиліцій або силікомарганець, щоб підвищити вміст марганцю в металі до 0,3%, а кремнію до 0,1 – 0,15%. При необхідності метал навуглецьовують коксом або електродним боєм. Для поліпшення умов осадового розкислювання у ванну вводять також 0,05% Al.

Вміст кисню в металі в кінці окислювального періоду невисокий і складає 0,007-0,009%. При витримці металу під білим або карбідним шлаком він знижується до 0,0025-0,004 %. Вміст кисню в сталі по ходу відновного періоду зменшується однаковою мірою як під білим, так і під карбідним шлаком. Під час випуску і розливання сталі можливе деяке збільшення вмісту кисню в металі внаслідок окислення струї киснем повітря.

Легування сталі хромом проводять у відновний період плавки. Ферохром вводять на самому початку відновного періоду одночасно з феромарганцем і феросиліцієм.

У відновний період плавки прагнуть до максимального зниження вмісту сірки в сталі, оскільки бал по сульфідним включенням збільшується з підвищенням кількості сірки в сталі.

Звичайний вміст сірки знижують до 0,006-0,01%. Температура металу у кінці відновного періоду має бути в межах 1560-1590°C, температура початку розливання 1540-1570°C. Досвід показує, що підвищення температури випуску і розливання підшипникової сталі супроводжується збільшенням балу по оксидним включенням.

За 3-5 хв. до випуску плавки підшипникову сталь розкислюють

алюмінієм, який вводять в метал на штанзі у кількості 0,04-0,06%. Алюміній частково залишається в металі і взаємодіє потім з киснем сталі під час її кристалізації. Від вмісту залишкового алюмінію в сталі в сильній мірі залежить хімічний склад шлакових включень, що утворюються.

Підшипникову сталь розливають сифоном. Швидкість розливання регулюють залежно від температури металу так, щоб поверхня металу, що піднімається у виливниці, починаючи з однієї третини висоти, покривалася тонкою кірочкою оксидів, відокремлюваної від стінок виливниці рантом чистого металу [10].

При виплавці *методом переплавки відходів* треба максимально враховувати угар легуючих елементів з метою мінімальних їх втрат. В процесі переплавки вуглець і фосфор практично не окислюються, тому в шихті їх вміст має бути нижче за нижню межу марки сталі. Причому якщо врахувати, що метал науглецьовується від електродів, то в завалці вуглецю повинно бути на 0,1 % нижче за нижню межу, але не нижче 0,08-0,1%, для чого використовується м'яке залізо або відходи низьковуглецевих сталей.

В процесі завалки враховується, що ферохром подають під укуси. З метою запобігання окисленню рідкої ванни флюси вводять з шихтою, а при утворенні колодязів з них наводять шлак.

Шихта має бути чистою по волозі, не повинно бути окалини, іржі, а усі добавки просушені і прожарені. Замість вапна в шихту подають до 2% вапняку, який, розкладаючись, виділяє CO_2 і створює ефект кіпа.

При виплавці сталі без окислення в шихту вводять близько 80% відходів підшипникової сталі і близько 20% малофосфористих відходів хромистої сталі з нижчим вмістом вуглецю. Після розплавлення викачують шлак і у разі потреби науглецьовують метал. Потім наводять відновний шлак. Надалі плавку ведуть так само, як і плавку з окисленням.

При веденні плавки без окислення шихта містить дуже мало сірки. Тому вміст сірки, а також сульфідних включень в сталі, виплавленій без окислення, нижче, ніж в сталі, виплавленій з окисленням.

Метал випускають одночасно з шлаком. Перемішування шлаку з металом в ковші призводить до пониження вмісту сірки і кисню в сталі і зменшення забрудненості сталі сульфідними і окисними включеннями. При випуску металу раніше шлаку поверхня металу окислюється. Тонка плівка оксидів, що утворюється, на струмені металу може бути причиною збільшення кількості неметалевих включень в сталі. Тому такий спосіб випуску зараз не застосовується.

Метод переплавки дозволяє зберегти цінні легуючі елементи, знизити витрату феросплавів і скоротити час відновного періоду. При цьому продуктивність збільшується на 20%, знижується витрата електроенергії, футерування і витратних матеріалів [10].

Завданням відновного періоду плавки є десульфурація, розкислювання сталі, а також очищення від неметалевих включень. Ретельність проведення відновного періоду плавки є необхідною умовою при отриманні підшипникової сталі необхідної чистоти. Тому велике число варіантів технології плавки (послідовність розкислювання і легування) пояснюється удосконаленням техніки проведення завершального етапу плавки.

Відновний період починається після скачування окислювального шлаку. У сучасній технології передбачається можливість деякого вуглецювання металу (на 0,10-0,15%) у момент підготовки ванни до відновного періоду. Після вуглецювання ванни додають шлакову суміш, що складається з вапна, плавикового шпату, шамотного і динасового бою і карбідної суміші.

Замість осаджуючого методу розкислювання, що обумовлює підвищений вміст неметалевих включень, тепер передбачено дифузійне розкислювання карбідним шлаком протягом 40-60 хв. (залежно від ваги садки) з наступним переведенням в білий шлак.

Після витримки ванни під карбідним шлаком продовжують дифузійне розкислювання меленим 75% феросиліцієм в суміші з вапном і плавиковим шпатою; цю суміш додають на шлак невеликими порціями приблизно через

кожні 10 хв. рівномірно по усьому дзеркалу ванни, щоб звести до мінімуму осаджуюче розкислювання. З цією ж метою перед добавкою нової порції суміші ванну перемішують.

Дослідами також було встановлено, що легувати сталь хромом доцільніше на початку рафінування, а не після витримки під карбідним шлаком, як це робилося раніше. Такий прийом полегшує коригування хімічного складу ванни, а також сприяє очищенню її від включень оксидів хрому. Було виявлено також, що пізніше введення ферохрому на високовуглецевих марках сталей сприяє утворенню карбідної смужчатості в готовому прокаті. Тому основну кількість ферохрому додають у ванну на самому початку відновного періоду, а потім проводять коригування невеликими добавками ферохрому; при цьому вміст вуглецю в сталі можна регулювати додаванням ферохрому відповідної марки.

Нині вважається достатнім мати в шлаку близько 2% карбиду кальцію. Високий вміст карбиду кальцію в останньому шлаку сприяє додатковому забрудненню сталі. Тому, якщо вміст карбиду кальцію в шлаку через 40 хв. після добавки відновної суміші з меленим коксом буде близько 2%, то до моменту випуску плавки карбід кальцію зруйнується природним чином плавки. Так і поступають в сучасній технології ведення шлакового режиму у відновному періоді.

Для досягнення необхідної повноти десульфурзації сталі вміст CaO в першій пробі шлаку має бути не менше 55%. Достатня рідкорухливість такого шлаку підтримується добавками плавикового шпату, шамота і іноді динасового бою.

Необхідною умовою для отримання низького вмісту сірки в сталі являється хороше розкислювання шлаку відновного періоду: при вмісті закису заліза в шлаку не більше 0,60% сірка в готовому металі міститься у мінімальній кількості.

Оптимальна тривалість відновного періоду складає 1 год. 40 хв. – 2 год. Нині температура металу в печі перед випуском має бути в межах

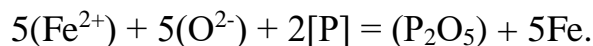
1560-1590°C.

Випуск сталі з печі. За 2-3 хв. до випуску сталі у ванну на штангах вводять алюміній. Плавку випускають під білим або слабокарбідним шлаком (вміст СаС – не більше 1 %). Метал випускають повним струменем і перемішують його з шлаком в ковші. Така організація випуску металу з печі оберігає його від окислення, шлаком витягається з металу певна кількість неметалевих включень і відбувається додаткова десульфуріяція.

Фізико-хімічні основи виплавки шарикопідшипникової сталі. Фосфор є шкідливою домішкою в сталі оскільки, знаходячись в ній він надає їй крихкість і сильно підвищує схильність до крихкого злому. Фосфор також підвищує поріг холодноламкості, тобто температуру різкого падіння ударної в'язкості. Тому максимально допустимий вміст фосфору в сталі спеціального призначення обмежують нижньою межею, яка складає до 0,030 %.

Вміст фосфору в шихті при виплавці жароміцної сталі складає близько 0,03 %. Видаленню фосфору сприяють висока основність, висока окисленість шлаку і низька температура.

Процес видалення фосфору з металу в шлак:



В окислювальний період плавки сталі в дуговій печі реакція окислення фосфору досягає рівноваги і зміни складу шлаку, викликає зміну в реакції. Із збільшенням кількості шлаку збільшується кількість фосфору, який перейшов в шлак, і знижується його вміст в металі. Підвищення основності шлаку (підвищення концентрації СаО), а також підвищення вмісту FeO в шлаку сприяють дефосфорації.

На міру дефосфорації сталі значний вплив чинить температура ванни. З підвищенням температури коефіцієнт розподілу фосфору між шлаком збільшується, тобто міра дефосфорації металу зменшується. Температурний режим плавки теж має значення в процесі дефосфорації [11].

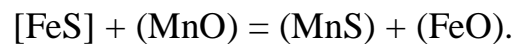
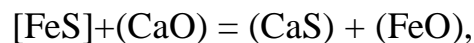
Десульфурація сталі – сірка має необмежену розчинність в рідкому стані і дуже малу розчинність в твердому стані.

Внаслідок зниження розчинності під час кристалізації в сталі і її охолодження сірка виділяється з розчину у вигляді включень сульфідів $\text{FeS} \cdot \text{FeO}$. Виділення включень у кінці твердіння призводить до того, що вони розташовуються по межах зерен, послабляючи їх зв'язок і погіршуючи властивості металу.

Радіальним засобом зменшення шкідливого впливу сірки на властивості сталі є пониження її вмісту.

Допустимий вміст сірки в сталі марки ШХ15СГ є до 0,025 %.

Пониження вмісту сірки в металі в процесі плавки відбувається в результаті переходу її в шлак. Цей перехід описується рівняннями:



Десульфурація сталі в процесі плавки відбувається головним чином в результаті розподілу між металом і шлаком і зв'язуванням окислом кальцію в шлаку. Знижений вміст CaO в шлаку сприяє повнішому видаленню сірки з металу. Десульфурації сприяє підвищення основності шлаку. У відновний період при плавці під високоосновним шлаком з низьким вмістом FeO можна отримати сталь з необхідним вмістом сірки. Подальшу десульфурацію сталі можна здійснити, обробляючи його в ковші під час випуску плавки при створенні великої поверхні контакту металу і шлаку з хорошими десульфуруючими властивостями.

Добрі результати десульфурації сталі дає обробка металу в ковші рідким синтетичним шлаком.

Пониження вмісту кисню в сталі або зв'язування його в міцні з'єднання називають розкислюванням.

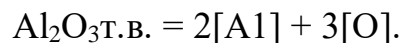
Кисень є шкідливою газовою домішкою в металі. При його знаходженні в металі зливок виходить не щільним, з газовою пористістю і непридатним для використання [12].

Поширеним методом розкислювання є глибинне або осаджуюче розкислювання. Здійснюється воно присадкою в метал елементів, що зв'язують кисень в міцні оксиди. Майже повне видалення окисних включень, що утворилися, відбувається в результаті їх осадження – спливання або винесення потоками металу і переходу в шлак.

Взаємодія розкислювача (R) з киснем в металі відбувається по реакції:



Жаростійка сталь ШХ15СГ розкислюється алюмінієм по реакції:

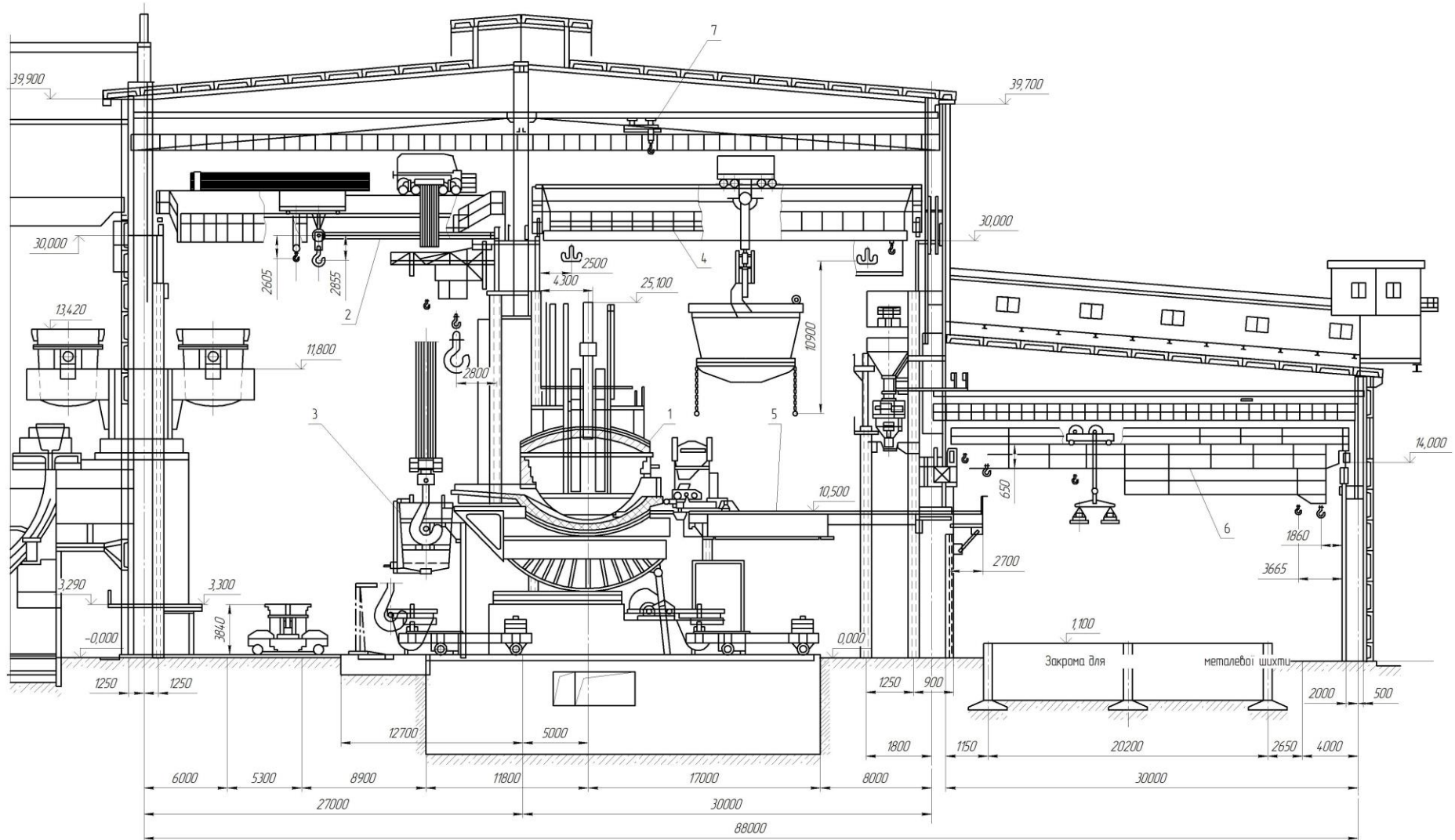


Подальше розкислювання полягає в обробці сталі вакуумом. У вакуумі знижується рівновага з вуглецем вмісту кисню [1].

2.1.2 Опис головної будівлі цеху і прольотів

На рис. 2.1 показано переріз трьохпрольотного СПЦ-3 з електропечами ємністю 50т ПАТ «Дніпроспецсталь». Головна будівля електроплавильного цеху має три прольоти: шихтовий, пічний проліт випуску і розливання сталі. Ширина шихтового прольоту складає 31 м, пічного – 20 м, розливного – 21,5 м. Загальна довжина цеху дорівнює 312 м.

Для подачі матеріалів електроплавлення в шихтовому прольоті є одна кризна і дві тупикові залізничні колії. Чавун, вуглецевий і легований брухт зберігаються в заглиблених напільних засіках, розташованих рівномірно по всьому прольоту.



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

Рисунок 2.1 – Переріз трьохпрольотного цеху з електропечами ємністю 50 т

Основна частина шлакоутворюючих (вапно, плавиковий шпат, бій шамотної цеглини, залізна руда), коксу, магнезитового порошку і феросплавів (легуючих і розкислювачів) зберігається в засіках, розміщених в торцях шихтового прольоту.

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

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

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

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

Сипучі матеріали доставляють автотранспортом у торець бункерного прольоту в саморозвантажних контейнерах і завантажують з них матеріали в бункери за допомогою мостового крана.

Шлакоутворюючі матеріали з бункерів видаються за допомогою віброживильників в електроваговий візок, який по поздовжньому рейковому шляху доставляє матеріали до стрічкових завантажувальних машин. Отримавши порцію матеріалу з електровагового візка, машина по поперечному рейковому шляху переміщається до печі і завантажує матеріал у піч через робоче вікно.

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

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

Пічний проліт призначений для виплавки заданої марки сталі. У пічному прольоті встановлено 4 дугові сталеплавильні печі ємністю 50 т, оснащені трансформаторами потужністю 50 МВ·А. Проліт обладнано однією мульдозавалочною машиною.

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

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

Заповнення бункерів кидкової машини здійснюється кранами шихтового прольоту у момент установки її на балконі робочого майданчика. Також на балконі розташовуються пульти управління ДСВ і печі для нагріву

феросплавів. Для забезпечення взяття завалочних баддів кранами пічного прольоту в робочому майданчику останнього влаштовано 4 отвори, під якими на рівні підлоги цеху прокладені шляхи, які зв'язують шихтовий і пічний прольоти.

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

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

Розливний проліт призначений для випуску сталі з печі, вакуумування металу і подача ковшів з металом на МБЛЗ радіального типу. При міжплавочній підготовці розливних ковшів виконуються операції по очищенню ковшів від гару і сажі, заміні пробки шибберного затвора. Знятий затвор вкладається в контейнер і автовантажником доставляється на ділянку шибберних затворів. Після виконання описаних вище операцій, ківш переставляється краном з поворотного стенду на стаціонарний, де встановлюється розливний стакан і вмонтовується шибберний затвор. Вакуумна камера є сталевим резервуаром, який має всередині три ізоляційних шари і один шар вогнетривкого футерування. Камера має отвори для добавки легуючих матеріалів, вапна [13].

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

Обслуговується проліт чотирма мостовими кранами.

Проліт МБЛЗ призначений для отримання заготовок заданої форми. У прольоті розташовуються три машини радіального типу. У прольоті

знаходиться склад кристалізаторів, відділення вогнетривів, вузол управління гасіння пожеж і місце установки проміжних ковшів.

Проліт відвантаження заготовок призначено для відвантаження заготовок в гарячому стані в граничні цехи. Заготівка переміщається по рольгангу з прольоту МБЛЗ в проліт відвантаження заготовок, де краном знімається з рольгангу у візки і відводиться по залізничній колії. Заготівки, що остигли, нагрівають в нагрівальній печі [14].

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

2.1.3 Вантажопотоки електросталеплавильного цеху

Основні вантажопотоки ЕСПЦ пов'язані із забезпеченням прийому брухту і завантаження його в печі, подачі і завантаження сипучих шлакоутворюючих матеріалів і феросплавів, завантаження легуючих в печі, прибирання шлаку, розливання сталі і транспортування в інші цехи готової продукції (рис. 2.2).

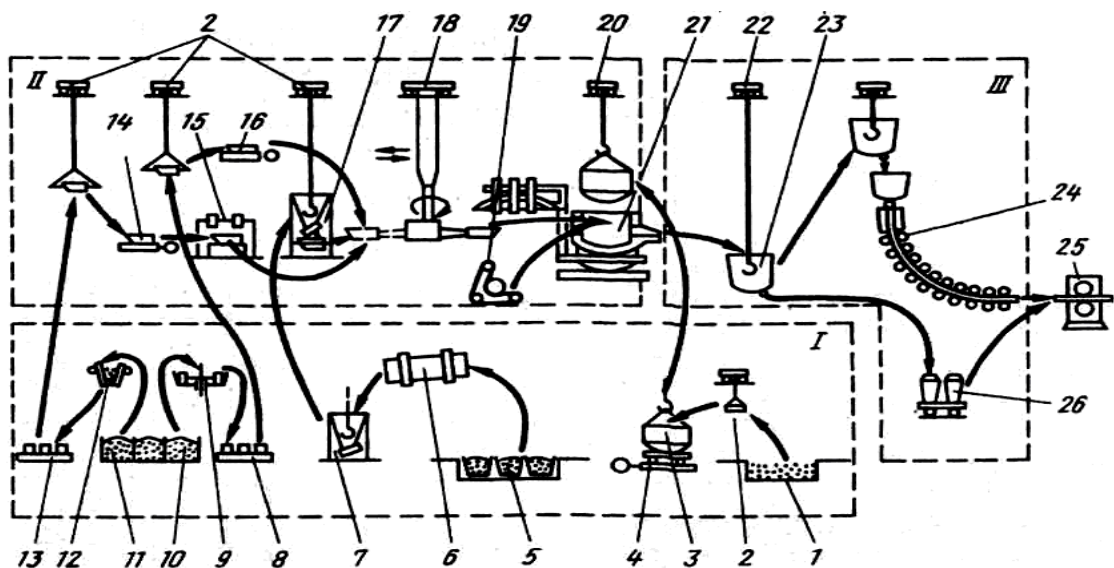


Рисунок 2.2 – Схема вантажопотоків ЕСПЦ

Згідно приведеній на рис. 2.2 схемі, брухт з копрового цеху залізничним транспортом надходить в шихтовий проліт I головної будівлі ЕСПЦ і розвантажується в ямні бункери 1, з яких магнітна шихта магнітними кранами 2 завантажується в саморозвантажні бадді 3.

Під час вступу до шихтового прольоту немагнітної шихти в контейнерах останні розвантажуються мостовим краном безпосередньо в саморозвантажну баддю 3.

Після зважування баддю на візку 4 перевозять по поперечних шляхах з шихтового в північний проліт II. Баддю з шихтою знімають з візка завалочним краном 20 і встановлюють над піччю 21 із заздалегідь відведеним склепінням. Завалочний кран 20 опускає саморозвантажну баддю 3 всередину робочого простору печі, не доходячи до рівня подини на 500 мм баддя розкривається, брухт завантажується в піч. Шлакоутворюючі матеріали, які надходять в шихтовий проліт, розвантажуються в приймальні переносні бункери 5. Сушать матеріали в барабанному сушилі 6, звідки матеріали поступають в переносні бункери 7, які потім переносяться мостовим краном шихтового прольоту 2 на балкон робочого майданчика північного прольоту II. З переносного бункера матеріали завантажують в мульду 17 і мульдозавалочним краном 18 подають в піч 21. У великих кількостях (наприклад, для наведення шлаку) шлакоутворюючі матеріали в ДСВ великій місткості подаються завантажувальними машинами кидкового типу 19. Кокс і бій електродів з бункерів шихтового прольоту I поступають для подрібнення на бігуни 9, потім завантажуються в мульди 8 і мостовим краном 2 переносяться на балкон робочого майданчика північного прольоту II. Після зважування на вагах 16, розташованих на платформі, роздрібнений кокс і бій завантажують в ДСВ крановою завалочною машиною. Феросплави з бункера 11 шихтового прольоту подають для подрібнення в щекову дробарку 13, завантажують в мульди 12, переносять мульдомагнітним мостовим краном на балкон робочого майданчика II, де зважують на вагах 14 і задають в нагрівальну газову піч 15 для нагріву. Всі операції по

транспортуванню мульд з феросплавами здійснює мульдوماгнітний кран 2. Нагріті феросплави завантажуються в ДСВ крановою завалочною машиною 18. У розливному прольоті III сталь з печі виливається в ківш 23, з якого потім розливається на МБЛЗ 24 або у виливниці 26. Заготівки, отримані на МБЛЗ, передаються в прокатні цехи для плющення на станах 25. Подача ковша 23 під розливання здійснюється розливним краном 22. Зливки, розлиті сифоном у виливниці, на візках подаються в стриперне відділення і потім в прокатний цех [15].

2.1.4 Опис і принцип роботи дугового електросталеплавильної печі

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

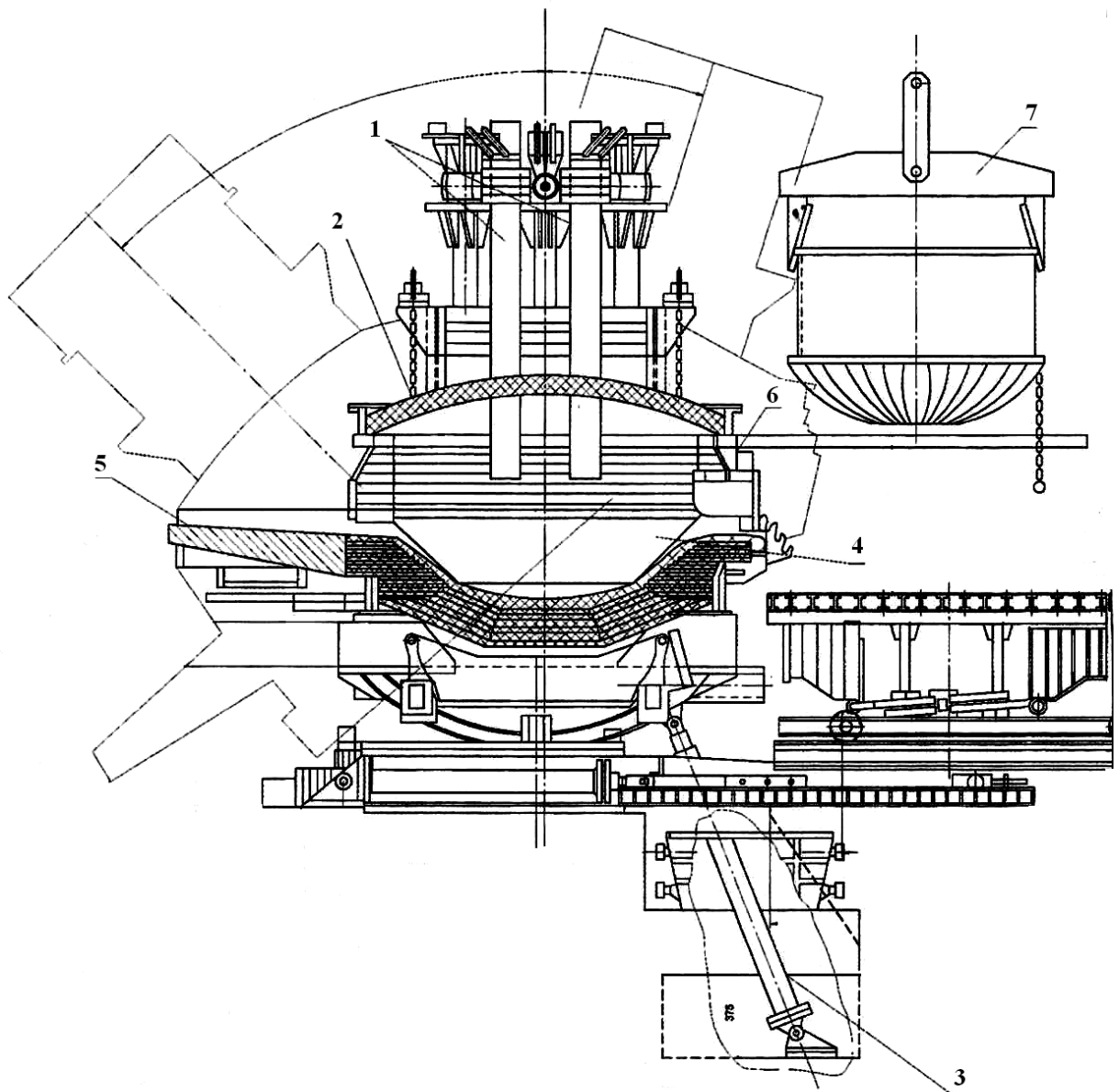
Дугова електросталеплавильна піч за принципом нагріву відноситься до типу печей прямої дії і є агрегатом, в якому джерелом тепла є електрична дуга. В печах такого типу електричні дуги горять безпосередньо між кожним з електродів і металевою садкою. Тепло передається металу і робочому простору, головним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

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

Для завантаження в піч скрапу і легуючих добавок, для заправки поду і стін, видалення з печі шлаку і електродів, які зламалися, спостереження за ходом плавки і взяття проб металу дугові електросталеплавильні печі забезпечуються одним робочим вікном. Отвір робочого вікна обрамлений

рамою у вигляді порожнистої водоохолоджуваної коробки, яка кріпиться до кожуха печі бовтами. Для підтримки кладки над робочим вікном рама у верхній частині забезпечена водоохолоджуваною аркою.

З метою максимального зниження теплових втрат, пов'язаних з підсосом холодного повітря через робоче вікно, отвір відкривається спеціальною заслонкою. Конструкція дугової сталеплавильної печі типу ДСВ-50 схематично представлена на рис. 2.3.



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

Рисунок 2.3 – Схема дугової сталеплавильної печі ДСВ-50

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

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

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

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

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

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

роблять вплив на витрату електродів і теплові втрати, є температура окислення поверхні електродів.

Основні властивості електродів представлені в табл. 2.1 [16].

Таблиця 2.1 – Основні властивості електродів

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

Як видно з табл. 2.1, чим вище температура початку окислення поверхні електродів, тим менше їх витрата. При цьому слід враховувати середовище в робочому просторі печі: при окислювальному середовищі витрата вища, при відновній – нижче.

В табл. 2.2 приведені основні параметри, які характеризують електропіч типу ДСВ-50 [16].

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

Таблиця 2.2 – Основні параметри печі типу ДСВ-50

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

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

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

Для зручності обслуговування всі дугові сталеплавильні печі виконуються нахилиючимися на кут 40-45° у бік жолоба для випуску рідкої сталі на кут 12-15° у бік робочого вікна для скачування шлаку через поріг

робочого вікна. Операцію нахилу печі здійснюють за допомогою спеціального механізму, який може бути як нижнім, так і бічним. Привід механізму нахилу печей може бути електричним і гідравлічним.

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

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

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

2.1.5 Умови утворення пилогазових викидів дугових електропечей і вплив на них технологічних чинників

Розглядаючи механізм утворення пилогазових викидів в дугових електросталеплавильних печах, необхідно відмітити два основні чинники, які обумовлюють відмітні особливості утворення цих викидів. Перший чинник характерний для періоду розплавлення, коли під впливом електричної дуги у відносно невеликому об'ємі виділяється велика кількість теплової енергії, під дією якої відбувається плавлення шихти. У цей період, в основному, переважають електричні явища в локальних зонах, які призводять до утворення пилогазових викидів у вигляді продуктів електричної ерозії шихти і електродів.

Другий чинник, характерний для окислювального періоду і рафінування, пов'язаний з протіканням складних фізико-хімічних реакцій, в результаті яких з розплавленого металу видаляються шкідливі домішки. У цей період переважають чисто металургійні процеси, які призводять до утворення пилогазових викидів, як в локальних зонах, так і по усій поверхні рідкого металу. Електричні явища носять другорядний характер (для підтримки необхідної температури металу), хоча також призводять до утворення пилогазових викидів.

Середні викиди газів з печі типу ДСВ-50 (середній вихід газу складає 350 - 450 т/т) [17] представлено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Середні викиди газів з печі типу ДСВ-50

Місткість печі, т	Потужність трансформатора, кВА	Тривалість плавки, г	Середній вихід газів, м ³
50	15000	4,25	3900 - 4000

Виписка сталі в дугових електропечах супроводжується інтенсивним утворенням газів зі значним вмістом в них пилу. Це характерно для періодів плавки і, особливо для плавлення шихти і окислення. Причому кількість пилогазових викидів практично прямо пропорційна інтенсивності протікання температурних і фізико-хімічних процесів у ванні і робочому просторі печі.

В період заправки відбувається винесення дрібних фракцій магнезитового і доломітового порошоків у вигляді пилу. Заправка робиться в мінімально короткий час, щоб уникнути надмірного охолодження футерування. Тому кількість викидів пилу в цей період незначна.

В період завантаження шихти в піч відразу ж після зіткнення з гарячою подиною і стінками горючі олії, що містяться в шихті, запалюються, утворюючи дим. Оскільки робочий простір відкритий, дим виділяється в атмосферу цеху. Кількість диму, що виділяється, залежить від вмісту

горючих речовин в шихті. Пилові виділення в цей період незначні, оскільки займання олій відбувається при незначних температурах, а сухий пи́л в шихті практично відсутній. За часом цей період незначний.

Виділення пи́лу в період розплавлення дуже нестабільно і залежить від багатьох технологічних і випадкових чинників. До технологічних чинників відносяться: сила струму і напруга, що подаються в піч, спосіб інтенсифікації плавлення, щільність шихти, марка сталі, що виплавляється, та ін.

Випадкові чинники: непередбачені обвали шихти при нерівномірному її плавленні, коротке замикання між шихтою і електродами, поломки електродів та ін.

Виділення бурого диму при розплавленні свідчить про виділення оксидів металів, що випарувалися. Причому в початковий період виділення пи́лу максимальне, а до кінця розплавлення зменшується. Це пояснюється тим, що в початковий період розплавлення дуги відкриті, а до кінця, коли на поверхні металу вже є шар шлаку, вони відчинені.

Випар металів відбувається в обмеженій локальній зоні дуг, де їх температура набагато вища за температуру випару металів. За даними багатьох досліджень кількість металу, що випарувався, в період розплавлення складає 2 - 3% від маси завантаженої шихти [18].

Газовиділення в період розплавлення невелике, що пояснюється малою швидкістю окислення вуглецю у ванні печі. В основному виділення оксидів вуглецю відбувається в зоні дуги, де температура металу максимальна. При застосуванні промасленої шихти газоутворення може бути значним, особливо при обвалах. Кількість газових викидів у цей момент може відрізнятись від максимального, характерного для періоду продування, на 20% [18].

У окислювальний період плавки пи́логозові викиди найбільші (з печі йде густий бурий дим). Це пояснюється тим, що в цей період відбувається максимальне зневуглецювання з виділенням великої кількості оксидів вуглецю і тепла. Температура металу в реакційній зоні значно перевищує

температуру випару металів, що і обумовлює наявність пилу в газах, що відходять. Крім того, при витіканні бульбашок оксидів вуглецю з металу по усій поверхні ванни відбувається механічне винесення часток металу і шлаку, які відносяться потоками газу.

Відносно пилогазових викидів відновний період характеризується незначною їх кількістю. В основному виділяються в невеликій кількості оксиди вуглецю з малим вмістом пилу. Це пояснюється спокійнішим протіканням технологічних процесів при помірних температурах.

Вуглець і азот при високих температурах вступають в реакцію з киснем, утворюючи оксиди, а, з'єднуючись між собою, виділяються у вигляді ціаністих сполук. Крім того, в газах дугових електросталеплавильних печей залежно від марки сталі, що виплавляється, є оксиди сірки і фториди.

Вміст в газах дугових електросталеплавильних печей оксидів азоту і вуглецю залежить від періоду плавки, способу її інтенсифікації і різко змінюється в межах однієї плавки.

У робочому просторі печі спостерігається підвищений вміст оксидів вуглецю і азоту. На виході з печі, в газоході перед газоочищенням вміст цих компонентів знижується.

2.1.6 Способи локалізації і відведення пилогазових викидів дугових електропечей

Основним елементом локалізації пилогазових викидів є склепіння дугової електропечі. У склепінні передбачені спеціальні отвори для занурення електродів всередину печі. З метою виключення поломок електродів при проходженні через склепіння, електродні отвори мають дещо більший діаметр. Тому одним з основних джерел пилогазових викидів в конструкції печі є зазори (80%) і робоче вікно (20%) [18].

Оскільки зменшити утворення пилогазових викидів до санітарних норм за рахунок вдосконалення технології виплавки сталі неможливо, необхідно застосовувати спеціальні пристрої, за допомогою яких газів, що виходять з печі, насичені плавильним пилом, локалізуються і спрямовуються на очищення перед викидом в атмосферу. Такі пристрої також потрібні з точки зору усунення негативних наслідків дії гарячих газів на елементи конструкції печі.

Усі способи відведення технологічних газів умовно можна розділити на відведення з розривом струменя і на відведення без розриву струменя. До способів локалізації і відведення газів з розривом струменя відносяться витяжні шахти і ковпаки різних конструкцій, розміщені над піччю або спеціальним отвором в склепінні. Способи локалізації і відведення газів без розриву струменя мають також різні конструктивні технологічні рішення, але основними з них є відведення через четвертий отвір в склепінні, через арку робочого вікна і через відсмоктування, встановлене на порталі печі. Існують і комбіновані способи відведення.

Комбіновані способи локалізації і відведення газів, в яких по-різному поєднуються спосіб відсмоктування газів безпосередньо з печі і спосіб локалізації за допомогою зонтів, знаходять широке застосування. Комбінована система дозволяє в якійсь мірі усунути недоліки, властиві кожному із способів окремо. Перевагою цих систем є можливість відсмоктувати не лише технологічно газів, що виходять з печі, але і неорганізовані викиди, що утворюються при сливі металу в ківш.

Найбільше поширення знайшло відведення газів через спеціальний водоохолоджуваний патрубок, змонтований в четвертому отворі в склепінні печі. При цьому газів відсмоктуються по двом способам: з розривом і без розриву газового потоку.

В СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» відбір газів від печі типу ДСВ-50 по періодах плавки регулюється дросель-клапаном з електроприводом, встановленим в стаціонарній частині газоходу і управляється з пульта

сталеваром. Гази відбираються з печі через отвір в арці робочого вікна за допомогою водоохолоджуваного трубчастого газозабірною патрубком (відсмоктується 2120-2145 м³/год) і спеціального водоохолоджуваного зонту, встановленого на порталі (вгорі) печі (відсмоктується 60000 – 77000 м³/год). Температура газів, що надходять на порталне відсмоктування, складає 1600°С [18].

2.1.7 Характеристика пилогазових викидів

Пиловиділення в період розплавлення дуже нестабільне і залежить від багатьох технологічних і випадкових факторів. До технологічних факторів належать: сила струму і напруги, що подається в піч, спосіб інтенсифікації плавлення, щільність шихти, марка виплавленої сталі і т.д. Випадкові фактори - це непередбачені обвали шихти при нерівномірному її плавленні, коротке замикання між шихтою і електродами, поломки електродів і т.д.

Основними елементами, що утворюють газову фазу викидів дугових електроплавильних печей є вуглець, що міститься в шихті і електродах, а також азот і кисень, що потрапляють у робочий простір печі з атмосферним повітрям. У невеликих кількостях в газовій фазі є водень, який виходить в результаті дисоціації водяної пари повітря і вологи, що проступає в піч з шихтою і легуючими добавками.

Вуглець і азот при високих температурах вступають в реакцію з киснем, утворюючи оксид і діоксид, а, поєднуючись між собою, виділяються у вигляді ціаністих з'єднань. Крім того, в газах дугових електросталеплавильних печей в залежності, від марки сталі, що виплавляється, є оксиди сірки та фториди. Загальна кількість газів, що утворюються, і їх хімічний склад значно відрізняється від плавки до плавки і залежать від електричного режиму плавки, способу її інтенсифікації, характеристики вихідної шихти, марки виплавленої сталі і т.д.

Температура газів, що відходять залежить від характеру протікання плавки і коливається від 1000⁰С до 1900⁰С, але в більшості випадків газу мають температуру, однакову з металом, тобто близько 1600⁰С. Крім того, температура газів залежить від способу відбору газів з печі, ступеня і місця допалювання оксиду вуглецю з газового тракту, ступеня розведення газів повітрям і періоду плавки [18].

Висока температура у ванні і робочому просторі зумовлює утворення різних летких сполук. Найбільш шкідливими є оксиди вуглецю та азоту. Крім того, вони виділяються в значних кількостях (табл. 2.4) [18].

Таблиця 2.4 - Середній хімічний склад газів у робочому просторі дугової електросталеплавильної печі по періодах плавки

Значення	Складові, %				
	CO ₂	O ₂	CO	H ₂	N ₂
Розплавлювання					
Мінімальне	1,2	0,3	8,6	1,2	67,6
Максимальне	10,8	10,4	20,6	3,6	79,4
Середнє	5,25	5,4	14,8	2,1	73,0
Продувка киснем					
Мінімальне	7,0	0,8	0,6	0,2	13,0
Максимальне	13,4	5,8	75,0	1,1	83,4
Середнє	11,3	3,24	15,8	1,0	68,0
Рафінування					
Мінімальне	3,0	0,8	2,0	0,4	4,8
Максимальне	13,6	5,1	52,0	3,5	83,0
Середнє	7,4	2,51	24	2,2	58,5

Як видно, газу дугових електросталеплавильних печей, що відходять, містять значну кількість шкідливих хімічних сполук. Наявність у них окису вуглецю та водню робить ці газу горючими і вибухонебезпечними, тому при

проектуванні установок з уловлювання та очищення цих газів слід допалювати СО в спеціальному пристрої щоб уникнути ударів і вибухів.

Кількість і склад плавильного пилу змінюється в значних межах залежно від періоду плавки. Концентрація пилу складає 50-60 г/м³; її щільність складає 4-4,2 г/см³, насипна щільність – 1,2 г/см³. Найбільша запиленість газів дугових електропечей спостерігається в період продувки ванни киснем. Слід розрізняти концентрацію пилу в робочому просторі печі і на виході з неї. Як правило, в робочому просторі печі запиленість на порядок вище ніж, наприклад, перед газоочищенням. Це пояснюється розведенням пічних газів атмосферним повітрям по ходу газовідвідного тракту. Коливання запиленості газів перед газоочищенням спостерігається в залежності від способу їх уловлювання [19].

Насичені пилом гази, що утворюються в процесі плавки, підвищують тиск в печі й через нещільності в її конструкції виділяються в виробниче приміщення. Основна кількість газу виходить через нещільності електродів й робочого вікна. Гази виділяються із електропечей не лише в процесі плавки, але й під час завантаження печі й зливу готової сталі в ківш.

З урахуванням даних концентрації пилу і тривалості періодів плавки в дугових електросталеплавильних печах можна відзначити, що 75% валових викидів пилу припадає на першу половину плавки. У таблиці 2.5 представлений хімічний склад пилу, відібраної з робочого простору печі. У таблиці 2.6 представлений фракційний склад пилу [9].

Таблиця 2.5 - Хімічний склад пилу

Періоди плавки	Зміст компонентів, %								
	<i>SiO₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>CaO</i>	<i>MgO</i>	<i>MnO</i>	<i>NiO</i>	<i>Cr₂O₃</i>	Інші
Розплавлювання	11,5	43,6	0,79	8,4	3,3	10,3	4,54	6,66	10,9
Рафінування	15,7	43,9	0,02	8,0	4,0	10,5	5,0	6,66	6,4

Таблиця 2.6 - Фракційний склад пилю

Розмір часток, мкм	<5	5-10	10-20	20-40	>40
Вміст, %	71,9	8,3	6,0	7,5	6,3

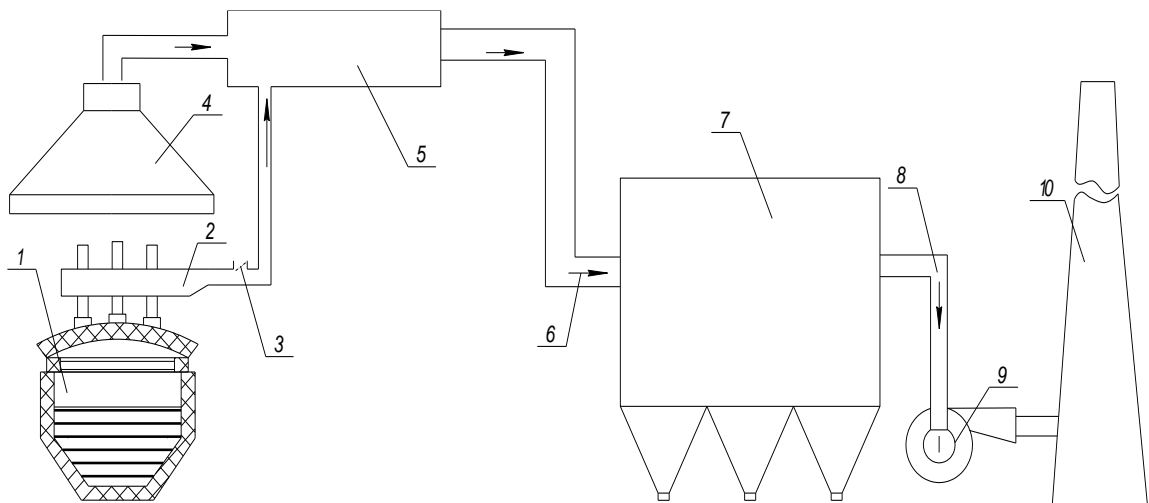
Дрібнодисперсний пил утворюється в результаті випаровування металу в зоні дії електричних дуг і кисневої продувки, і наступної конденсації в пічному просторі. Більш крупні фракції дають шлакоформуєчі і мелені добавки.

2.2 Вибір і обґрунтування способу і схеми газоочистки

До систем уловлювання технологічних газів дугових електросталеплавильних печей пред'являються такі вимоги як ефективно уловлювання, відсутність негативного впливу на технологію виплавки сталі, економічність, надійність, простота експлуатації, також унеможливлення вибуху газової суміші. На основі розглянутих вище способів очищення, в даному кваліфікаційному проєкті пропонується схема очищення газів дугових сталеплавильних печей в рукавному фільтрі. Принципова схема газоочистки представлена на рисунку 2.4.

Проєктована схема передбачає відбір запилених газів комбінованим способом, а саме від печі порталною камерою, встановленою на склепінні печі, і встановленим над піччю зонтом.

Зонт забезпечує локалізацію неорганізованих викидів при сливі металу (над люткою) і при розплаві і плавці металу. Після установки зонти умови праці на робочих місцях поліпшуються. Зонт конічною частиною примикає до стаціонарного газоходу, через який гази прямують на газоочищення. Швидкість газів на зрізі зонти, виходячи з умов максимальної ефективності уловлювання, повинна складати не менше 0,9 – 1,5 м/с [8].



1 – піч; 2 – портална камера; 3 – патрубок допалювання газів; 4 – витяжний зонт; 5 – камера охолодження; 6 – газохід забрудненого газу; 7 – рукавний фільтр; 8 - газохід очищеного газу; 9 - вентилятор; 10– димар.

Рисунок 2.4 – Принципова схема очищення газів дугових сталеплавильних печей, прийнята в дипломному проєкті

Площа зонти над піччю і над зливним носком складає 148 м². При цьому відбувається підсос повітря, пічні гази розбавляються, їх температура знижується і складе 200°C.

Кількість газів, що відбираються від місць виділень, регулюється замково-регулювальною арматурою, клапанами дросельними Ду800 (від порталної камери) і Ду1200 (від зонти) і складає: від порталної камери – 78 000 м³/год при н.у.; від зонти – 305 000 м³/год при н.у.

Для того, щоб ще понизити температуру газів встановлюють камеру охолодження, яка є ділянкою газоходу більшого діаметру.

Таким чином, температура газів, що поступають на очищення, складе 130°C. Така температура газів відповідає оптимальним експлуатаційним характеристикам тканини рукавів рукавного фільтру з імпульсною регенерацією ФРІР [8].

Запилені гази за допомогою повітроводів через камеру охолодження прямує у вузол входу «брудного» газу в рукавний фільтр і після очищення за допомогою димаря викидаються в атмосферу.

Рукавні фільтри типу ФРІР мають наступні переваги перед іншими що серійно випускаються:

- економічність в роботі;
- менші габарити при тій же продуктивності;
- простота конструктивного оформлення (закріплення рукавів проводиться з одного боку у верхній частині фільтру, що гранично спрощує заміну рукавів);
- підвищена ремонтпридатність фільтру;
- ефективність імпульсної регенерації, здійснюваної за допомогою клапанів з підвищеною швидкодією;
- розміщення на відкритому повітрі з укриттям тільки верхньої частини фільтру.

Регенерація рукавів імпульсним продуванням здійснюється шляхом подачі імпульсів стислого повітря всередину рукава, при цьому тиск стислого повітря на вході в рукавний фільтр до 0,5 МПа (5 кгс/см²), а в накопичувачах стислого повітря в межах 0,3 – 0,5 МПа [20].

Хоча застосування стислого повітря не є дешевим способом регенерації, проте, фільтри з імпульсним продуванням мають підвищене навантаження по газу. Швидкість фільтрування в рукавних фільтрах з імпульсним продуванням за інших рівних умов на 20...30% вище, ніж у фільтрах з механічною регенерацією і зворотним продуванням, завдяки ефективнішою регенерацією за допомогою дуже коротких імпульсів. При ефективній регенерації загальний термін служби рукавів в цих фільтрах вищий, рукави менше зношуються, і до їх заміни залишкова запилена зберігається на рівні 15...50 мг/м³, і лише в окремих випадках ці значення перевищуються.

Теоретичні основи механізму фільтрації в рукавних фільтрах. Первинний процес фільтрації через пористу перегородку, до накопичення в ній пилу і створення на поверхні пилового осаду, не є вирішальним в ефективності очищення промислових газових викидів. Процес осадження

пилу на волокнах фільтрувального матеріалу в первинний період відбувається за рахунок комплексу чинників дії на частинки при проходженні їх через лабіринт волокон. Якщо розмір частинок пилу перевищує розмір пір фільтрувального матеріалу, відбувається їх відсівання. При русі частинок в порах з великою швидкістю вони не можуть йти разом з газом огинаючи всі волокна, тому притискаються до цих волокон і осідають на них. Осадження дрібних частинок на волокнах може відбуватися за рахунок електричних сил, за рахунок гравітаційного осадження, за рахунок броунівського руху і, нарешті, за рахунок сукупності всіх цих чинників.

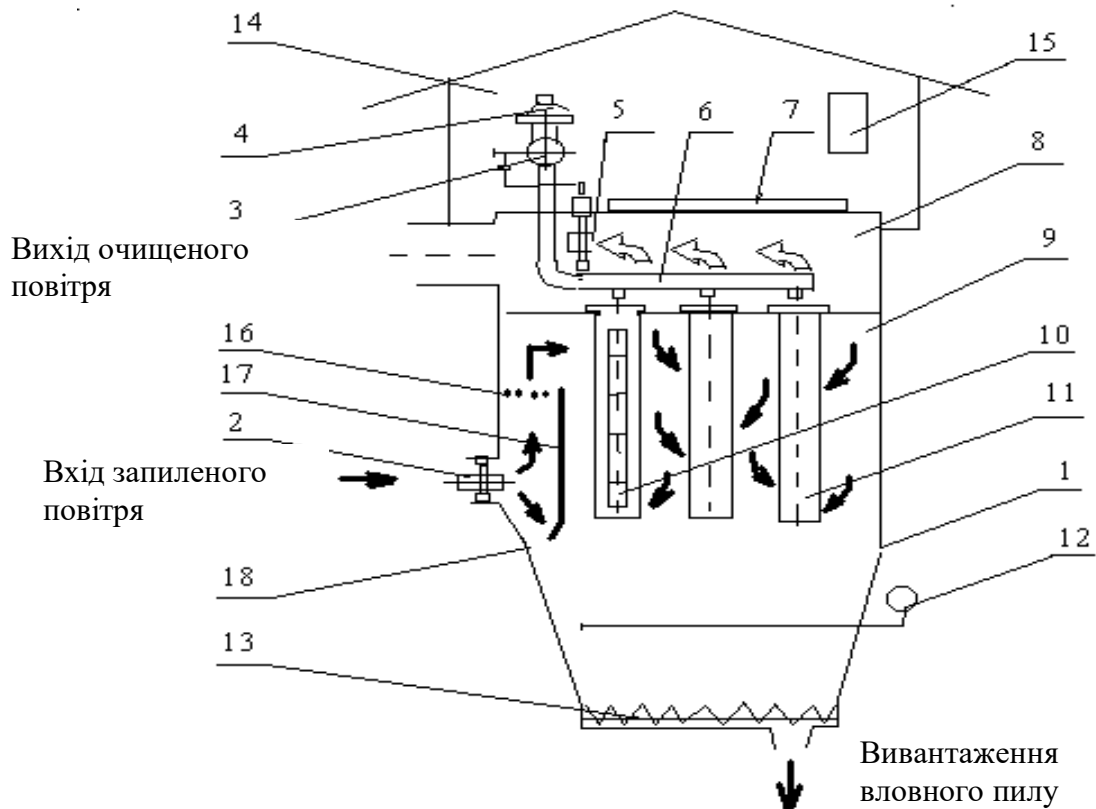
У практиці промислового пиловловлювання за допомогою рукавних фільтрів основним механізмом осадження частинок пилу, ймовірно, слід рахувати ситовий ефект. Поступово на поверхні фільтрувального матеріалу утворюється пиловий шар з порами, розмір яких не перевищує розмір частинок. Цей шар і є основою відділення частинок пилу від газу, що очищається, а збереження його є необхідною гарантією високоефективного очищення промислових газів [20].

Можна зробити висновок, що процес фільтрації в рукавному фільтрі здійснюється в декілька стадій. У початковій стадії відбувається осадження частинок пилу на чистих волокнах усередині пористої перегородки фільтрувального матеріалу. В процесі проходження запиленого газового потоку через чистий фільтрувальний матеріал пил осідає на волокнах в результаті безпосереднього торкання, дії інерційних сил, броунівській дифузії і в меншій мірі – електричних сил тяжіння порошинок до волокон і сили гравітації. Пилові нарости, що осідають на волокнах, поступово змикаються і утворюють суцільну пористу пилову перегородку. Потім відбувається осадження аерозолів на пиловій підкладці до утворення шару пилу завтовшки, відповідною певному гідравлічному опору. Гідравлічний опір рукавних фільтрів знаходиться в межах 1,5 – 2,5 кПа [20].

Таким чином, накопичуючись на поверхні тканини у вигляді шару, пил сам стає фільтруючим середовищем і збільшує ефективність пилозатримання фільтру. У міру зростання шару пилу росте і гідравлічний опір апарату.

Якщо періодично не видаляти пиловий шар з поверхні матеріалу і з його пір відбудеться "замикання фільтру", тобто тягодуттєвий апарат буде не в змозі протягувати газ через фільтрувальну перегородку, що забилася. В результаті поступового забивання падатиме продуктивність вентилятора і, врешті-решт, рух газу через фільтр припиниться. Пил, що осідає на поверхні фільтрувального матеріалу, одночасно є фільтруючим середовищем, що перешкоджає проскакуванню найбільш дрібних частинок пилу. Тому з фільтрувального матеріалу необхідно видалити не весь шар пилу, щоб забезпечити прийнятний гідравлічний опір апарату і зберегти його високу ефективність пиловловлювання. Процес видалення частини пилового шару зовні і зсередини фільтрувальної перегородки в тканинних фільтрах прийнято називати регенерацією, тобто частковим відновленням первинних властивостей фільтрувальної перегородки.

Конструкція рукавного фільтру типу ФРІР. Фільтр складається з корпусу і механічного устаткування. Корпус є несучою конструкцією і складається з опорного поясу з підвісними бункерами, вузла вивантаження пилу, системи пневмообрушення пилу, оглядових люків, відсічних клапанів забрудненого газу, розподільного газоходу і панелей огорожі. Перекриттям корпусу фільтру служить блок регенерації. Корпус розділений на камери чистого і брудного газу горизонтальними перегородками – рукавними дошками з отворами для кріплення фільтрувальних рукавів. До складу механічного устаткування фільтру входять: система регенерації рукавів (накопичувачі стислого повітря, продувні клапани і роздаточні колектори), рукавні дошки, фільтрувальні рукави, дротяні каркаси, відсічні клапани, вузол редукування стислого повітря, пристрої пиловидалення і шафа управління регенерацією фільтру. Основні конструктивні особливості фільтру представлені на рис. 2.5.



1 - корпус фільтра; 2, 5 - відсічний клапан; 3 - накопичувач стисненого повітря; 4 - продувний клапан; 6 - роздавальний колектор; 7 - кришка; 8 - камера чистого газу; 9 - камера запиленого газу; 10 - каркас рукава; 11 - фільтрувальний рукав; 12 - система пневмообрушення; 13 - вузол вивантаження пилу; 14 - шатер фільтра; 15 - пристрій управління регенерацією; 16 - аеродинамічна решітка; 17 - відбійний щит; 18 - бункер.

Рисунок 2.5 – Схема рукавного фільтра з імпульсною регенерацією

Запилене повітря через вхідний патрубок і відсічний клапан 2 потрапляє всередину корпусу фільтра 1 і прямує відбійним щитом 17 через іскрогасні аеродинамічні ґрати 16 у верхню частину камери 9, чим забезпечується супутній рух потоку фільтрованого газу і обтрушування при регенерації пилу [20].

Запилений газ пройшовши рукави 11 зовні всередину, очищається від пилу і потрапляє в камеру “чистого” газу 8, далі через вихідний патрубок, газохід і димотяг прямує в димар.

Швидкості фільтрації лежать між 1,5 і 2,5 м/хв залежно від адгезійних властивостей шару пилу. У міру накопичення пилу на зовнішній поверхні

рукавів загальний гідравлічний опір фільтру, що відстежується пристроєм управління регенерацією 15, росте і після досягнення заданої величини автоматично включається система регенерації фільтрувальних рукавів.

Осушене стисле повітря з накопичувача 3 через швидкодіючий продувний клапан 4 і роздавальний колектор з соплами 6 імпульсно подається всередину рукава і очищається як від пилу, що зібрався на зовнішній поверхні рукава у вигляді агломератів, так і від частинок пилу, що проникли всередину фільтрувального матеріалу.

Уловлений пил через щілистий бункер 18 і вузол вивантаження пилу 13 відводиться в систему пиловидалення. Підвісні бункери виконані у вигляді переверненої усіченої піраміди з кутом нахилу бічних граней 70° . Бункери фільтру в нижній частині обладнані вузлом вивантаження пилу, а також пристроєм пневмообрушення і оглядовими люками [20].

Накопичувач стислого повітря виготовлений з металевої труби і обладнаний: 16-ю патрубками з фланцями для установки продувних клапанів; штуцером для підведення стислого повітря; штуцером для зливу конденсату; штуцером для установки манометра електроконтакта; 16-ю повітроводами подачі стислого повітря в колектора. Об'єм накопичувача складає $0,3 \text{ м}^3$.

Установка відсічних клапанів “брудного” газу дозволяє проводити заміну фільтрувальних рукавів в 1/8 частин фільтру без його зупинки.

Рукавна дошка виконана з металевого листа з отворами діаметром $d=139 \text{ мм}$. Отвори для кріплення виконані з отбортівкою, що підвищує жорсткість конструкції і покращує умови кріплення фільтрувальних елементів.

Фільтрувальний рукав виконаний у вигляді циліндра. У горловину фільтрувального рукава ушито металеве кільце, з протилежного боку рукава пришито денце. Матеріалом для виготовлення фільтрувального рукава служить іглопробивний поліефірний фетр з каркасом з філаментних ниток.

Вузлом вивантаження пилю є пристрій для видалення пилю з бункера і складається з жолоба, до торців якого кріпляться бічні стінки. У середині жолоба поміщений шнек, який приводиться в рух через кулачкову муфту мотором - редуктором, змонтованим на одній з бічних стінок. З двох сторін шнек спирається на підшипникові вузли, закріплені на бічних стінках.

З бункерів фільтру уловлений пил за допомогою гвинтового конвеєра для подальшого транспортування подається на трубчастий ланцюговий конвеєр.

3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування основного та допоміжного обладнання технології очистки газів

3.1.1 Аеродинамічний розрахунок газового тракту газоочисної системи

Розрахунок газового тракту полягає у визначенні діаметрів і опорів його ділянок, що у свою чергу визначає характеристики вентилятора. Схема газового тракту для аеродинамічного розрахунку представлена на рис. 3.1. Довжини ділянок, залежно від розташування рукавного фільтру і вентилятора і від параметрів пилогазових викидів такі:

$$l_1 = 2,5 + 11,5 \text{ м}; \quad l_2 = 10 + 17,5 \text{ м}; \quad l_{\text{к.ох.}} = 6 \text{ м}; \quad l_3 = 18,5 + 10,5 \text{ м}; \\ l_4 = 3 + 10 + 3 \text{ м}; \quad l_5 = 3 + 2 \text{ м}; \quad l_6 = 3 \text{ м}; \quad l_7 = 6 \text{ м}.$$

Початкові дані для розрахунку:

- 1) витрата газів від зонти при н.у., $Q_{\text{ол}} \approx 305\,000 \text{ м}^3/\text{год}$;
- 2) витрата газів після порталної камери при н.у., $Q_{\text{ол}} \approx 78\,000 \text{ м}^3/\text{год}$;
- 3) температура газів уловлюваних зонтом, $t_{\text{г.1}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 4) температура газів після допалювання С, $t_{\text{г.2}} = 900 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 5) температура газів після камери охолодження на ділянці №3, $t_{\text{г.3}} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 6) температура після рукавного фільтру, $t_{\text{г.4}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 7) температура газу на вході в димотяг, $t_{\text{г.5}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 8) температура газу на вході в димар, $t_{\text{г.6}} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 9) барометричний тиск, $B = 99 \text{ кПа}$;
- 10) розрідження газу після зонти, $P_{\text{п.}} = - 0,5 \text{ кПа}$;
- 11) розрідження газу після порталної камери, $P_{\text{п.к.}} = - 1,5 \text{ кПа}$;

12) опір рукавного фільтру приймаємо [22] $\Delta P_{p.f.} \approx 2000$ Па.

13) при відборі газу з печі порталною камерою і витягальним зонтом газовий склад представлений в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад газів, що поступають на газоочищення

Компоненти	CO	CO ₂	H ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O
Об'ємна частка, %	0,79	4	0,01	18	75,4	1,8

1. Розрахуємо щільність газової суміші за нормальних умов. Щільність газу, що складається з декількох компонентів, за нормальних умов, визначається по формулі, кг/м³:

$$\rho_{o.cym} = \frac{M}{22,4} = 0,01 \cdot \frac{(M_1 \cdot a_1 + M_2 \cdot a_2 + \dots + M_n \cdot a_n)}{22,4},$$

де M , M_1 , M_2 , ..., M_n - молекулярні маси газової суміші і окремих компонентів, кг/кмоль [21];

a_1 , a_2 , ..., a_n - об'ємний зміст окремих компонентів газової суміші %.

$$\begin{aligned} \rho_{o.cM} &= \frac{\rho_{CO} \cdot a_{CO} + \rho_{CO_2} \cdot a_{CO_2} + \rho_{H_2} \cdot a_{H_2} + \rho_{O_2} \cdot a_{O_2} + \rho_{N_2} \cdot a_{N_2} + \rho_{H_2O} \cdot a_{H_2O}}{100} = \\ &= \frac{1,25 \cdot 0,79 + 1,976 \cdot 4 + 0,089 \cdot 0,01 + 1,429 \cdot 18 + 1,251 \cdot 75,4 + 0,804 \cdot 1,8}{100} = 1,3 \text{ кг/м}^3, \end{aligned}$$

Розрахуємо щільність газу за робочих умов на першій ділянці газоочисної системи, кг/м³:

$$\rho_{r1} = \rho_{o.cym} \cdot \frac{273 \cdot (B - P_3)}{(273 + t_{r1}) \cdot 101,3},$$

де B - барометричний тиск, кПа;

P_3 - розрідження газів після зонта, кПа;

t_{r1} - температура газів, що відходять від зонта, °С.

$$\rho_{Г1} = 1,3 \cdot \frac{273 \cdot (99 - 0,5)}{(273 + 30) \cdot 101,3} = 1,14 \text{ кг/м}^3.$$

Витрата газів відібраних зонтом за робочих умов [21], м³/с:

$$Q_{pl} = Q_{ol} \cdot \frac{\rho_{ocm.}}{\rho_{Г1}}.$$

$$Q_{pl} = 305000 \cdot \frac{1,3}{1,14} = 347807 \text{ м}^3 / \text{год} = 96,61 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

2. Розрахуємо діаметр початкової ділянки газоходу, тобто ділянки №1 – «зонт – камера охолодження», і швидкість на ділянці по формулах:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{Q_{pl}}{W}},$$

$$W_1 = 1,27 \cdot \frac{Q_1}{d_1^2},$$

де W - прийнята швидкість газу в газопроводі на тракті газоочисної системи, м/с; приймаємо $W = 20$ м/с [17].

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{96,61}{20}} = 2,48 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартний діаметр газоходу $d_l = 2,5$ м [16], тоді дійсна швидкість газу на цій ділянці складе:

$$W_1 = 1,27 \cdot \frac{Q_{pl}}{d_1^2} = 1,27 \cdot \frac{96,61}{2,5^2} = 19,6 \text{ м/с}.$$

Розрахуємо опір ділянки №1, Па [21]:

$$\Delta P_i = \Delta P_{li} + \Delta P_{Mi},$$

де ΔP_{li} - опір по довжині газоходу, Па;

ΔP_{Mi} - сума місцевих опорів, Па.

$$\Delta P_{li} = \lambda_i \cdot \frac{l_i}{d_i} \cdot \frac{W_i^2}{2} \cdot \rho_{гi}, \text{Па};$$

$$\Delta P_{Mi} = \sum \zeta \cdot \frac{W_i^2}{2} \cdot \rho_{гi}, \text{Па},$$

де λ - коефіцієнт опору тертю, що залежить від внутрішньої поверхні трубопроводу; з наближенням можна розрахувати по виразу [21]:

$$\lambda = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{d}},$$

де l - довжина ділянки, м;

d - діаметр газопроводу, м;

W - швидкість газу на цій ділянці, м/с;

ρ_g - щільність газу за робочих умов, кг/м³;

$\sum \zeta$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів.

$$\lambda_1 = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{2,5}} = 0,028.$$

Тоді

$$\Delta P_{l1} = 0,028 \cdot \frac{(2,5 + 11,5)}{2,5} \cdot \frac{19,6^2}{2} \cdot 1,14 = 34,3 \text{Па}.$$

Приймаємо $\Delta P_{l1} = 34 \text{Па}$.

На ділянці №1 з місцевих опорів є засувка - $\zeta_{зас} = 0,06$, плавний повороту на 60° , а також раптове розширення при вході газового потоку з трубопроводу в камеру охолодження - $\zeta_{рап.р.} = 0,5$ [21]. Коефіцієнт повороту на будь-який кут можна визначити по виразу: $\zeta_\alpha = \zeta_{90} \frac{\alpha}{90}$. Коефіцієнт опору повороту на 90° можна прийняти рівним $\zeta_{90} = 0,39$ [21]. Таким чином $\zeta_{60} = 0,39 \frac{60}{90} = 0,26$.

Таким чином

$$\Delta P_{M1} = (0,06 + 0,26 + 0,5) \cdot \frac{W_1^2}{2} \cdot \rho_{г1} = 0,82 \cdot \frac{19,6^2}{2} \cdot 1,14 = 179,6 \text{ Па};$$

приймаємо $\Delta P_{M1} = 180$ Па, тоді

$$\Delta P_1 = \Delta P_{I1} + \Delta P_{M1} = 34 + 180 = 214 \text{ Па}.$$

3. Розрахуємо параметри газу після допалювання СО.

Щільність газу на ділянці №2 – «розрив газоходу для допалювання СО – камера охолодження», враховуючи розрідження газів після порталльної камери $P_{п.к.} = -1,5$ кПа:

$$\rho_{г2} = \rho_{0см} \cdot \frac{273 \cdot (B - \Delta P_{п.к.})}{(273 + t_{г2}) \cdot 101,3} = 1,3 \frac{273 \cdot (99 - 1,5)}{(273 + 900) 101,3} = 0,29 \text{ кг/м}^3.$$

Витрата газу на цій ділянці за робочих умов складе:

$$Q_{p2} = Q_{ол} \cdot \frac{\rho_{0см.}}{\rho_{г2}} = 78000 \cdot \frac{1,3}{0,29} = 349655 \text{ м}^3 / \text{ч} = 97,13 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Розрахуємо діаметр газоходу ділянки №2 і швидкість на ділянці:

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{97,13}{20}} = 2,49 \text{ м.}$$

Приймаємо $d_2 = 2,5 \text{ м}$, тоді дійсна швидкість газу на цій ділянці складе:

$$W_2 = 1,27 \cdot \frac{Q_{p2}}{d_2^2} = 1,27 \cdot \frac{97,13}{2,5^2} = 19,7 \text{ м/с.}$$

Тоді

$$\lambda_2 = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{2,5}} = 0,028;$$

$$\Delta P_{l2} = 0,028 \cdot \frac{(10 + 17,5)}{2,5} \cdot \frac{19,7^2}{2} \cdot 0,29 = 18 \text{ Па.}$$

На ділянці №2 з місцевих опорів є засувка, плавний поворот на 90° , а також раптове розширення при вході газового потоку з трубопроводу в камеру охолодження. Таким чином,

$$\Delta P_{M2} = (0,06 + 0,39 + 0,5) \cdot \frac{W_2^2}{2} \cdot \rho_{r2} = 0,95 \cdot \frac{19,7^2}{2} \cdot 0,29 = 53,5 \text{ Па};$$

приймаємо $\Delta P_{M2} = 54 \text{ Па}$, тоді

$$\Delta P_2 = \Delta P_{l2} + \Delta P_{M2} = 18 + 54 = 72 \text{ Па.}$$

4. Загальний газовий потік, що поступає в камеру охолодження, складе:

$$Q_{\text{к.ох.}} = Q_{p1} + Q_{p2} = 96,61 + 97,13 = 193,74 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Визначаємо щільність суміші газів до камери охолодження:

$$\rho_{к.ох.} = \frac{Q_{P1} \cdot \rho_{Г1} + Q_{P2} \cdot \rho_{Г2}}{Q_{к.ох.}} = \frac{96,61 \cdot 1,14 + 97,13 \cdot 0,29}{193,74} = 0,714 \text{ кг/м}^3.$$

Прийнявши швидкість газу в камері охолодження $W_{к.ох.} = 10 \text{ м/с}$, розрахуємо діаметр камери охолодження:

$$d_{к.ох.} = 1,13 \sqrt{\frac{193,74}{10}} = 4,97 \text{ м},$$

приймаємо $d_{к.ох.} = 5,0 \text{ м}$, тоді

$$W_{к.ох.} = 1,27 \cdot \frac{193,74}{5,0^2} = 9,8 \text{ м/с};$$

$$\lambda = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{5,0}} = 0,023;$$

$$\Delta P_{l_{к.ох.}} = 0,023 \cdot \frac{6}{5,0} \cdot \frac{9,8^2}{2} \cdot 0,714 = 1 \text{ Па}.$$

Місцевими опорами для камери охолодження є з'єднання потоків – $\zeta_{з'єд.} = 0,74$ і раптове звуження $\zeta_{рап.зв.} = 0,35$.

$$\Delta P_{M_{к.ох.}} = (0,74 + 0,35) \cdot \frac{9,8^2}{2} \cdot 0,714 = 37,4 \text{ Па}.$$

Приймаємо $\Delta P_{M_{к.ох.}} = 37 \text{ Па}$.

$$\Delta P_{к.ох.} = \Delta P_{l_{к.ох.}} + \Delta P_{M_{к.ох.}} = 1 + 37 = 38 \text{ Па}.$$

Після камери охолодження температура газів складає $t_{г3} = 130^\circ\text{C}$, а щільність газів при н.у. – $\rho_0 = 1,3 \text{ кг/м}^3$, тому необхідно перерахувати щільність і витрату газу за робочих умов. Подальші розрахунки для ділянки

№3 та інших ділянок газоочисного тракту виконаємо аналогічно вище наведеним розрахункам. Всі результати розрахунку занесені в таблицю 3.2.

3.1.2 Розрахунок рукавного фільтру типу ФРІР

Початкові дані для розрахунку (табл.3.2):

Об'ємна витрата газу перед рукавним фільтром при робочих умовах, $Q_{p,y}$.	164,48 м ³ /с.
Щільність газу перед рукавним фільтром при робочих умовах, ρ_z	0,841 кг/м ³ .
Температура газу, t_z	130 °С.
Запиленість газу, що поступає на очищення, z_1	2 г/м ³ .
Розрідження перед фільтром, P_r	-2,5 кПа.
Середній медіанний діаметр частинок пилу, d_m	2,8 мкм.
Щільність частинок пилу, $\rho_{\text{ч}}$	4000 кг/м ³ .

Визначимо щільність газів, що поступають на очищення в рукавний фільтр, за робочих умов, враховуючи їх розрідження, тобто $P_r = - 2,5$ кПа:

$$\rho_{z.P.\Phi.} = \rho_{0cm} \cdot \frac{273 \cdot (B - P_r)}{(273 + t_r) \cdot 101,3} = 1,3 \frac{273 \cdot (99 - 2,5)}{(273 + 130) 101,3} = 0,839 \text{ кг/м}^3.$$

Витрата газів, що поступають на очищення в рукавний фільтр, за робочих умов складе:

$$Q_{pP.\Phi.} = Q_{p,y} \cdot \frac{\rho_z}{\rho_{z.P.\Phi.}} = 164,48 \cdot \frac{0,841}{0,839} = 164,87 \text{ м}^3 / \text{с} = 593540 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Питоме газове навантаження або швидкість фільтрації, згідно з паспортними даними фільтру типу ФРІР [23], 1,5 – 2 м³/м²·хв. Приймаємо питоме газове навантаження на фільтр рівної $q = 1,8$ м³/м²·хв.

Таблиця 3.2 - Результати аеродинамічного розрахунку газовідвідного тракту

Ділянки	Температура газу, $t_r, ^\circ\text{C}$	Витрата газу $Q_r, \text{м}^3/\text{с}$	Щільність газу $\rho_r, \text{кг}/\text{м}^3$	Геометричні параметри ділянок		Швидкість руху газу $W_r, \text{м}/\text{с}$	Вид місцевого опору, $\Sigma\zeta$		Втрати тиску			
				$l, \text{м}$	$d, \text{м}$		Найменування	Значення	$\Delta P_l, \text{Па}$	$\Delta P_M, \text{Па}$	$\Delta P_\Sigma, \text{Па}$	
Опір зонту $P_n, \text{Па}$												500
№1 – зонт – камера охолодження	30	96,61	1,14	14	2,5	19,6	Поворот на 60° , засувка, раптове розширення.	$0,26 + 0,06 + 0,5$	34	180	214	
Опір порталної камери РП.К., Па												1500
№2 – розрив газоходу – камера охолодження	900	97,13	0,29	27,5	2,5	19,6	Поворот на 90° , засувка, раптове розширення.	$0,39 + 0,06 + 0,5$	18	54	72	
Камера охолодження		193,74	0,714	6	5,0	9,8	З'єднання потоків, раптове звуження.	$0,74 + 0,35$	1	37	38	
№3 – камера охолодження – рукавний фільтр	130	164,48	0,841	29	3,3	19,2	Повороти на 120° і 90° , засувка, дифузор.	$0,26 + 0,39 + 0,06 + 0,2$	35	141	176	
Рукавний фільтр												2000
№4 – рукавний фільтр – трійник	100	155,77	0,888	16	3,2	19,3	Засувка, два повороти на 90° .	$0,06 + 0,78$	22	139	161	
№5 – розділення потоків – димотяг	90	75,92	0,911	5	2,2	19,9	Трійник, поворот на 90° , засувка, конфузор.	$1,1 + 0,39 + 0,06 + 0,1$	12	298	310	
Димотяг												
№6 – димотяг – трійник	85	71,38	0,97	3	2,2	18,7	Дифузор, засувка, поворот на 90° .	$0,1 + 0,06 + 0,39$	7	93	100	
№7 – злиття потоків – димар	85	142,76	0,97	6	3,0	20,2	Трійник, поворот на 90° , вхід в димар.	$0,56 + 0,39 + 0,5$	11	287	298	
Загальний опір газового тракту $\Delta P_\Sigma = 5369 \text{ Па} \approx 5370 \text{ Па} = 5,37 \text{ кПа}$.												

Площа необхідної фільтруючої поверхні, м²:

$$F = \frac{Q_{p.p.\phi.}}{q} = \frac{164,87 \cdot 60}{1,8} = 5496 \text{ м}^2.$$

Вибираємо рукавний фільтр типу ФРІР-5700, технічна характеристика якого приведена нижче.

Продуктивність по газу, що очищається, тис. м ³ /год	513– 684
Питоме газове навантаження, м ³ /м ² хв	1,5 – 2,0
Площа фільтрації, м ²	5700
Допустима температура газу, що очищається, °С	не більше 135
Масова концентрація пилу в газі, що очищається, г/м ³ :	
на вході у фільтр	до 50
на виході з фільтру	не більше 0,02
Гідравлічний опір фільтру, Па	не більше 2500
Кількість фільтрувальних рукавів, шт	2688
Розмір рукава фільтрувального, мм:	
діаметр внутрішній	135
довжина	5200
Маса фільтру, кг	149500
Маса шатра фільтру, кг	65000

Рукавні фільтри типу ФРІР добре працюють з фільтрувальними рукавами виготовленими з поліефірного іглопробивного полотна з каркасом з філаментних ниток.

Визначимо фактичне газове навантаження на фільтр:

$$q_{\phi} = \frac{Q_p}{F_{\phi}} = \frac{164,87}{5700} = 0,029 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{с} = 1,74 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{хв}.$$

Повний гідравлічний опір фільтру ΔP_{ϕ} складається з опору корпусу ΔP_{κ} і опору фільтрувальної перегородки $\Delta P_{\phi.п.}$, Па:

$$\Delta P_{\phi} = \Delta P_{\kappa} + \Delta P_{\phi.п.}$$

Гідравлічний опір корпусу фільтру:

$$\Delta P_{\kappa} = \zeta \frac{\rho_{\Gamma} \cdot W_{BX}^2}{2},$$

де ρ_{Γ} - щільність газу за робочих умов, г/м³;

W_{BX} - швидкість газу у вхідному патрубку фільтру, м/с; $W_{BX}=8$ м/с [23];

ζ - коефіцієнт гідравлічного опору корпусу; для правильно сконструйованих рукавних фільтрів зазвичай складає 1,5-2,0 [23], приймаємо $\zeta = 2$.

$$\Delta P_{\kappa} = 2 \frac{0,839 \cdot 8^2}{2} = 53,7 \approx 54 \text{ Па.}$$

Опір фільтрувальної перегородки фільтру, Па:

$$\Delta P_{\phi.п.} = \Delta P_{\tau} + \Delta P_{ш.п.},$$

де ΔP_{τ} – гідравлічний опір тканини фільтру, Па:

$$\Delta P_{\tau} = A \cdot W_{\phi} \cdot \mu_{\Gamma.с.м.};$$

де A – постійна фільтрування;

W_{ϕ} – швидкість фільтрування, м/с; $W_{\phi} = q_{\phi} = 1,74$ м/хв = 0,029 м/с;

$\mu_{\Gamma.с.м.}$ - динамічна в'язкість газової суміші при р.у., Па·с.

$\Delta P_{ш.п.}$ – гідравлічний опір шару пилу, що накопичується, Па:

$$\Delta P_{\text{ш.п.}} = \Delta P_{\text{ф}} - \Delta P_{\text{к}} - \Delta P_{\text{т.}}$$

Час періоду міжрегенерації рукавного фільтру визначимо по формулі:

$$t_p = \frac{\Delta P_{\text{с.п.}}}{B \cdot W_{\text{ф}}^2 \cdot \mu_{\text{см}} \cdot z_1},$$

де B – постійна фільтрування;

$W_{\text{ф}}$ – швидкість фільтрування, м/с;

z_1 - концентрація пилу в газі на вході в фільтр, г/м³.

Розраховуємо постійні фільтрування A і B :

$$A = 0,475 \frac{(1 - \varepsilon_n)^2}{\varepsilon_m^{3,24} \cdot \varepsilon_n^3 \cdot d_m^{1,77}},$$

$$B = 817 \frac{(1 - \varepsilon_{\text{п}})}{d_m^2 \cdot \varepsilon_n^3 \cdot \rho_{\text{ч}}},$$

де $\varepsilon_{\text{п}}$ - пористість шару пилу; $\varepsilon_{\text{п}} = 1 - 79d_m^{0,47} = 1 - 79(2,8 \cdot 10^{-6})^{0,47} = 0,806$;

$\varepsilon_{\text{тк}}$ - пористість тканини (іглопробивний поліефірний фетр), доли од.;
 $\varepsilon_{\text{тк}} = 0,75$;

d_m – середній медіанний розмір частинок пилу, м;

$\rho_{\text{ч}}$ - щільність частинок пилу, кг/м³.

$$A = 0,475 \frac{(1 - 0,806)^2}{0,75^{3,24} \cdot 0,806^3 \cdot (2,8 \cdot 10^{-6})^{1,77}} = 584,3 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1};$$

$$B = 817 \frac{(1 - 0,806)}{(2,8 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (0,806)^3 \cdot 4000} = 9,65 \cdot 10^9 \text{ м/кг.}$$

Обчислюємо динамічний коефіцієнт в'язкості газу, Па·с:

$$\mu = \mu_0 \frac{273 + c'}{T + c'} \left(\frac{T}{273} \right)^{1,5},$$

де μ_0 - в'язкість компонента, при 0°C і тиску $101,3 \text{ кПа}$ [21], $\text{Па}\cdot\text{с}$;

c' - постійна Сезерленда [21];

T - абсолютна температура, $^\circ\text{C}$.

$$\mu_{\text{CO}} = 22,03 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}; \mu_{\text{CO}_2} = 19,67 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}; \mu_{\text{H}_2} = 10,98 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с};$$

$$\mu_{\text{O}_2} = 27,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}; \mu_{\text{N}_2} = 22,78 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}; \mu_{\text{H}_2\text{O}} = 16,23 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

Знаходимо динамічну в'язкість суміші:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{см}} = (\sum a_i \cdot \mu_i) / 100 = (0,79 \cdot 22,03 + 4 \cdot 19,67 + 0,01 \cdot 10,98 + 18 \cdot 27,5 + 75,4 \cdot 22,78 \\ + 1,8 \cdot 16,23) \cdot 10^{-6} / 100 = 23,38 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}. \end{aligned}$$

Гідравлічний опір тканини, Па :

$$\Delta P_T = 584,3 \cdot 106 \cdot 0,029 \cdot 23,38 \cdot 10^{-6} = 396 \text{ Па}.$$

Гідравлічний опір шару пилу визначимо, прийнявши опір рукавного фільтру $\Delta P = 2000 \text{ Па}$, тоді:

$$\Delta P_{\text{ш.п.}} = 2000 - 54 - 396 = 1550 \text{ Па}.$$

Тривалість періоду фільтрування між двома регенераціями:

$$t_p = \frac{1550}{9,65 \cdot 10^9 \cdot 0,029^2 \cdot 23,38 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 4085 \text{ сек.} \approx 1 \text{ год } 8 \text{ хв.}$$

Визначимо ефективність рукавного фільтру. Якщо прийняти залишкову запиленість газу $z_2 = 20 \text{ мг/м}^3$, виходячи з технічної

характеристики роботи рукавного фільтру марки ФРІР-5700, тоді

$$\eta = (z_1 - z_2) / z_1 = (2 - 0,02) / 2 = 0,99 \text{ або } 99 \%$$

3.1.3 Розрахунок параметрів димаря

Димар необхідний для створення ефективної тяги і здійснення розсіювання шкідливих викидів. Висота димаря $H=100$ м, діаметр підстави (основи) $D_{\text{осн}} = 6$ м, діаметр горловини димаря $D_{\text{горл}} = 5$ м.

Температура газів в основі труби $t_{\text{осн}} = 85^\circ\text{C}$, температура газів в горловині труби $t_{\text{горл}} = 65^\circ\text{C}$.

Щільність газів на виході з димаря:

$$\rho_{\text{горл}} = 1,3 \cdot \frac{273}{273 + 65} = 1,05 \text{ кг} / \text{м}^3$$

Тоді витрата газів на виході з димаря складе:

$$Q_{\text{горл}} = Q_{\text{р7}} \cdot \frac{\rho_{\text{р7}}}{\rho_{\text{горл}}} = 142,76 \cdot \frac{0,97}{1,05} = 131,88 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Швидкість газів на виході з труби приймаємо рівною 15 м/с.
Гідравлічний опір димаря, Па:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{H}{D_{\text{горл}}} \cdot \frac{W_{\text{горл}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{горл}} = 0,05 \cdot \frac{100}{5} \cdot \frac{15^2}{2} \cdot 1,05 = 118 \text{ Па}$$

де λ – гідравлічний коефіцієнт тертя; для бетонних труб $\lambda = 0,05$ [21].

Динамічний тиск газів, необхідний для створення швидкості $W_{\text{горл}}$, Па:

$$P_{\text{дин}} = \frac{W_{\text{горл}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{горл}} = \frac{15^2}{2} \cdot 1,05 = 118 \text{ Па}.$$

Опір виходу в атмосферу:

$$\Delta P_{\text{вих}} = \zeta_{\text{вих}} \cdot \frac{W_{\text{горл}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{горл}} = 1,5 \cdot \frac{15^2}{2} \cdot 1,05 = 177 \text{ Па},$$

де $\zeta_{\text{вих}}$ – коефіцієнт опіру виходу в атмосферу [21].

Сумарний опір димаря:

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_{\text{тр}} + P_{\text{дин}} + \Delta P_{\text{вих}} = 118 + 118 + 177 = 413 \text{ Па}.$$

Самотяга димаря визначається по формулі, Па:

$$P_{\text{т}} = q \cdot H(\rho_{\text{пов}} - \rho_2) \cdot V/101,3,$$

де H – висота труби, м;

$\rho_{\text{пов}}$ – щільність навколишнього повітря в даних умовах, кг/м^3 :

$$\rho_{\text{пов}} = 1,293 \cdot \frac{273}{273 + 27} = 1,18 \text{ кг/м}^3,$$

V – атмосферний тиск, кПа.

$$P_{\text{т}} = 9,81 \cdot 100 (1,18 - 1,05) \cdot 99/101,3 = 125 \text{ Па}.$$

Додатковий тиск:

$$P_{\text{дод}} = P_{\text{т}} - \Delta P_{\Sigma} = 125 - 413 = -288 \text{ Па}.$$

Оскільки $R_{\text{дод}} < 0$, то означає що самотяга труби не забезпечує подолання його сумарного опору, тому $R_{\text{дод}}$ слід врахувати загалом аеродинамічному опору газового тракту.

3.1.4 Вибір тягодуттєвого пристрою

Дуттєвий вентилятор (димотяг) вибираємо на основі аеродинамічного розрахунку газівідвідного тракту. Продуктивність $Q_{\text{д}}$ приймають із запасом 10% по відношенню до розрахункової кількості газів на вході у димотяг $Q_{\text{р}}$ і з поправкою на барометричний тиск:

$$Q_{\text{д}} = 1,1Q_{\text{р}} \cdot 101,3 / B;$$

де $Q_{\text{р}}$ – витрата газів перед димотягом при р.у. (див. табл.2.2), $\text{м}^3/\text{с}$.

$$\begin{aligned} Q_{\text{д}} &= 1,1 \cdot 151,84 \cdot 3600 \cdot 101,3/99 = 615156 \text{ м}^3/\text{ч} \approx 615,3 \text{ тис. м}^3/\text{Год} = \\ &= 171 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned}$$

Створюване димотягом розрідження, приведенне до умов каталога, по якому вибираємо його марку, Па:

$$\Delta P_{\text{КАТ}} = 1,2 \cdot \Delta P_{\Sigma} \cdot K,$$

де 1,2 – коефіцієнт запасу;

ΔP_{Σ} – сумарний опір газівідвідного тракту, Па;

K – коефіцієнта перерахунку:

$$K = (273 + t_{\text{г}}) 101,3 \cdot \rho_{\text{ог}} / (273 + t_{\text{кат}}) B \cdot \rho_{\text{ов}};$$

$$K = (273 + 90) \cdot 101,3 \cdot 1,3 / (273 + 100) 99 \cdot 1,293 = 1,00.$$

Тоді

$$\Delta P_{\text{КАТ}} = 1,2 \cdot (5370 + 288) \cdot 1,00 = 6789 \approx 6800 \text{ Па.}$$

За значенням $\Delta P_{\text{КАТ}}$ і продуктивності димотягу підбираємо його марку ВДН-32Б, в кількості 2-х штук, встановлених паралельно, оскільки цей димотяг при повному тиску 8000 Па розвиває продуктивність $Q = 300 - 350$ тис. м³/год; частота обертання $n = 980$ об/хв, максимальний КПД $\eta = 0,85$ [21]. Споживана димотягом потужність:

$$N = \frac{Q \cdot \Delta P_{\text{дим.}}}{\eta} \cdot 10^{-3} = \frac{171 \cdot 6789}{0,85} \cdot 10^{-3} = 1366 \text{ кВт.}$$

3.2 Утилізація пилу від газоочистки електросталеплавильного виробництва

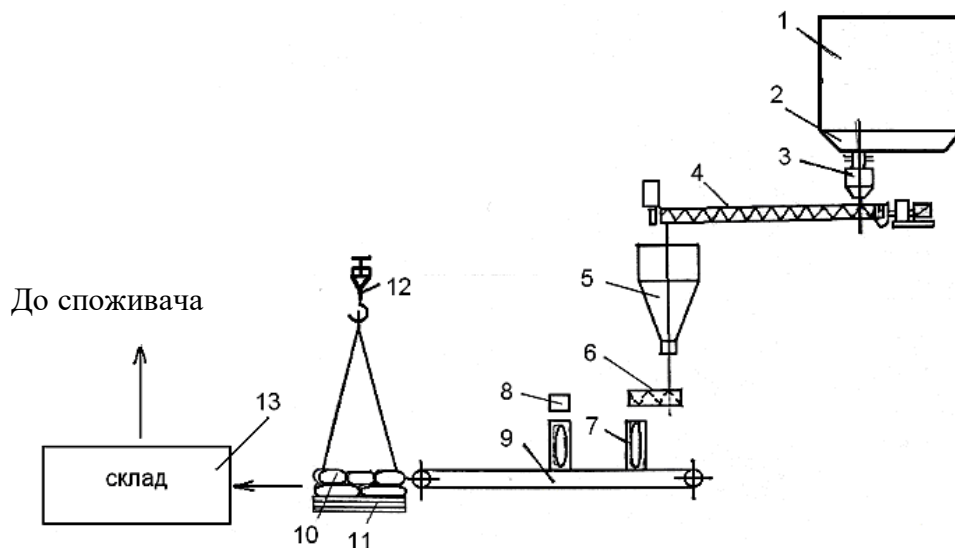
В ході очищення технологічних і аспіраційних газів вловлюється велика кількість пилу. Аналіз хімічного складу пилу показав великий вміст цінних компонентів - оксидів заліза, марганцю та хрому. Складування вловленого пилу в відвалах економічно не вигідно так як є втратаю сировини. Складування у відвалах часто проходить на відкритих майданчиках, на які впливають метеорологічні і кліматичні природні фактори, під дією яких компоненти і, що містяться у відвалах речовини, приходять в рухливість. Вивітрювання і вимивання відвалів сприяє погіршенню навколишнього природного середовища. Погіршення якості природного середовища спостерігається також на видаленні, що пояснюється геологічними і метеорологічними зв'язками.

Утилізація вловленого продукту дозволяє повернути у виробництво сировину, це збільшує вихід продукту і віддачу витрат. Утилізація також дозволяє не збільшувати площу існуючих відвалів, що сприяє зменшенню тенденції зростання техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Даним кваліфікаційним проектом розроблена система очищення газів в рукавному фільтрі типу ФРІР. Вловлений в рукавному фільтрі пил при

регенерації рукавів осідає в бункер. Схема вивантаження і транспортування пилу, вловленого в рукавному фільтрі представлена на рисунку 3.2. З пилового бункера 2 рукавні фільтри 1 через пиловий затвор 3 за допомогою двох шнеків пил вивантажується на гвинтовий конвеєр 4. За допомогою цього конвеєра пил, що транспортується, через бункер 5 висипається на напівавтоматичні ваги 6.

Напівавтоматичні ваги призначені для відмірювання певної порції пилу, який фасується по мішках 7. Паперові мішки 10 запакуються за допомогою мішкозашивної машини 8 і по стрічковому конвеєру 9 вивантажуються на піддон 11. Піддон з готовими упакованими мішками пилу електроталью 12 доставляється на склад 13 сталеплавильного цеху.



1 – рукавний фільтр ФРІР; 2 – бункер рукавного фільтру; 3 – пиловий затвор; 4 – конвеєр гвинтовий; 5 – розподільний бункер; 6 – ваги напівавтоматичні; 7 – мішки; 8 – мішкозашивна машина; 9 – стрічковий конвеєр; 10 - паперові мішки; 11 – піддон; 12 – електроталь; 13 – склад.

Рисунок 3.2 – Схема вивантаження і транспортування пилу, вловленого в рукавному фільтрі

Вловлений в рукавному фільтрі продукт може бути використаний на аглофабриці як додатковий компонент аглошихти. Також можливе використання як залізовмістних добавок, що входять до складу

портландцементів, і фарбувальні компоненти при виробництві кольорових портландцементів. Дані дослідження проводилися ВПО «Електросталь» і НЩцемент на вловленому продукті хімічного складу, показаного в таблиці 3.3, і гранулометричного, приведенного в таблиці 3.4.

Таблиця 3.3 - Хімічний складу вловленого продукту, %

Речовина	ППП	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Σ
Проба 1	3,02	1,78	-	84,4	6,08	0,86	1,18	0,28	0,39	96,99
Проба 2	3,16	0,52	1,41	87,7	3,10	1,17	0,73	0,22	0,19	99,15

Таблиця 3.4 - Гранулометричний склад вловленого продукту, %

Розмір частинок, мм	0,5-0,15	0,15-0,05	0,05-0,02	0,02-0,01	0,01-0,005	Менше 0,005
Проба 1	1,33	42,9	12,42	11,22	19,63	12,5
Проба 2	-	20,8	17,2	4,8	28,8	28,4

Досліджуваний продукт вводили в сировинну суміш для отримання клінкеру як залізовмісної добавки, що коректувалася, в кількості 1,68 – 1,78% першої проби і 1,66 – 1,73% другої проби. Випробування фізико-механічних властивостей отриманих цементів показали, що цементи на основі клінкерів, приготованих з сировинних сумішей, що містять як добавку, вловлений продукт газоочисток сталеплавильного виробництва, по марці рівноцінні цементам з сировинних сумішей з добавкою, у вигляді огарків.

Можливість використання відходів газоочисток сталеплавильних печей як фарбувальний компонент при використанні кольорових цементів коричневого кольору вивчалася з використанням тих же проб на основі клінкеру Подільського цементного заводу і гіпсу [24].

В даний час для виробництва цементів коричневого кольору як фарбувальні компоненти використовується сурик-руда і марганцева руда.

Склад вловленого пилу дозволяє повертати пил з шихтою в електосталеплавильне виробництво як джерело кисню і оксидів заліза для

інтенсифікації дефосфорації металу в період розплавлення шихти, а також кипіння ванни в окислювальний період. Такий варіант утилізації дозволяє утилізувати 95% заліза, 75% марганцю і не більше 25% хрому [24].

Більш ефективним варіантом є використання вловленого продукту в якості шихтових матеріалів для відновлювальної плавки в руднотермічній печі з отриманням легованого чавуну і шлаку. Подальше продування чавуну киснем дозволяє перевести цінні компоненти в шлак з отриманням феросплавів або без перекладу компонентів в шлак отримати сталь. Цей варіант передбачає більш повне використання вловленого продукту, але також вимагає великих вкладень і витрат.

Утилізація пилу утруднена без попередньої підготовки - огрудкування. Продукт вловлюється у вигляді дрібнодисперсного пилу. Введення пилу в піч супроводжується великим виносом пилу разом з газами, що відходять. Для зменшення виносу у проєктному варіанті утилізації пропонується попереднє огрудкування - на чашковому огрудкувачі з отриманням залізовмісних окатишів.

Окатиші володіють певним запасом міцності, що дозволяє транспортувати їх не тільки конвеєрними стрічками, але і автотранспортом. В трубчастій сушарці окатиші зневоднюються і частково відновлюються, при цьому збільшується міцність окатишів.

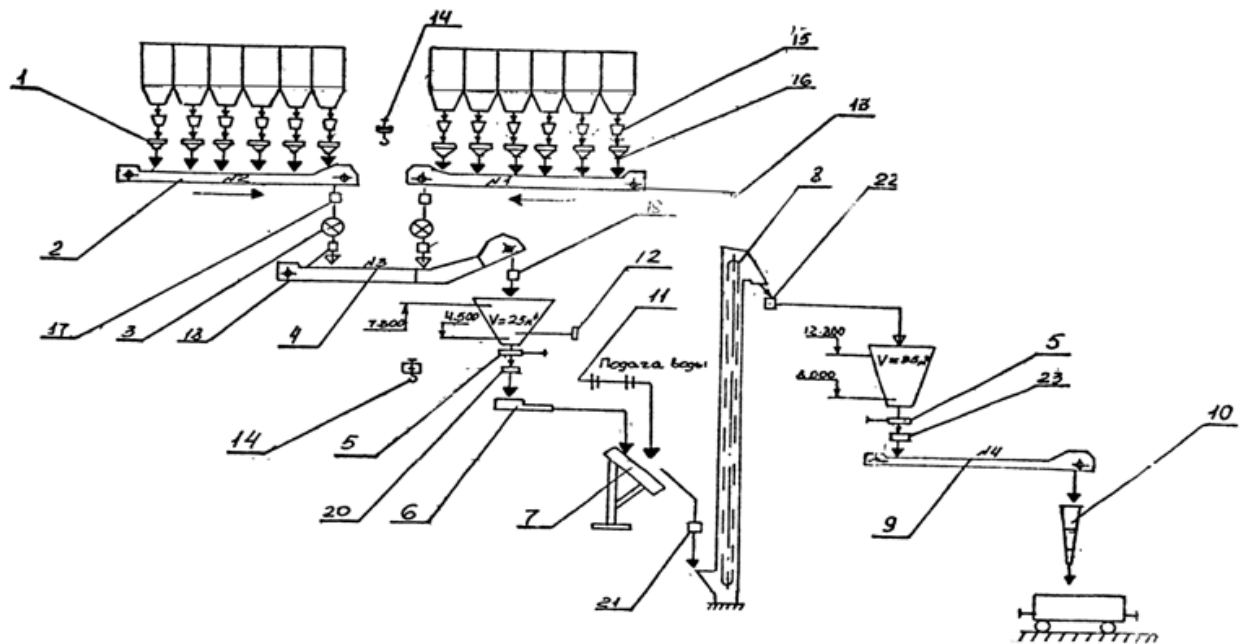
Схема утилізації уловленої пилу представлена на рис. 3.3. Проєктна схема пилоприбирання передбачає безперервне вивантаження пилу з бункерів накопичувачів кожної секції.

Відсікання кожного бункера від системи пилоприбирання здійснюється за допомогою дискових затворів. Вловлений пил скребковими транспортерами подається в загальний бункер-накопичувач об'ємом 25 м³.

Пересипання пилу з поздовжніх бункерів на поперечний здійснюється через шлюзові живильники.

Рівномірна подача пилу на огрудкувач досягається включенням в роботу шнекового живильника. Відключення живильника для виконання

ремонтних робіт проводиться двохранним затвором. Пил з певною швидкістю по тічці живильника надходить на чашковий огрудкувач, туди ж підведена технічна вода зі сполучною речовиною (наприклад, 0,5% розчин сульфітного лугу). Регулювання кількості води, яка подається на зрошення, здійснюється вентилями, встановленими перед кожною форсункою, всього встановлено три форсунки типу «Спрейер».



1 – затвор дисковий, 2 – конвеєр скребковий, 3 – живильник шлюзовий, 4 – конвеєр скребковий, 5 – затвор двореечний, 6 – живильник, 7 – огрудкувач чашковий, 8 – елеватор стрічковий, 9 – конвеєр скребковий, 10 – завантажувальний пристрій телескопічний, 11 – розводка води до чашкового огрудкувача, 12 – механізм віброобвалення з вібратором, 13 – таль електрична, 14 – таль ручна черв'ячна, 15 – жолоб від бункера фільтра, 16 – фланець, 17 – жолоб від конвеєра № 1, 2, 18 – жолоб на конвеєр № 3, 19 – жолоб від конвейера № 3, 20 – жолоб на віброживильники, 21 – жолоб на елеватор, 22 – жолоб від елеватора, 23 – жолоб на конвеєр № 4, 24 – збірний бункер фільтра.

Рисунок 3.3 - Схема утилізації вловленого пилу

Огрудкувач є похилою чашею діаметром 2 м, всередині якої встановлені 2 ножа (рис. 3.4), один у днища, другий - вертикально у самій стінки. Чаша обертається зі швидкістю 60 об/хв.

Пил, змішуючись з водою в певному співвідношенні, перетворюється в окатиші певного діаметру. Готові окатиші в міру їх накопичення в огрудкувач пересипаються через нижній край і по жолобу надходять на елеватор. Елеватором окатиші перевантажуються в бункер-накопичувач об'ємом 35 м³, звідки скребковим конвеєром через телескопічну течку вивантажуються в залізничний вагон.

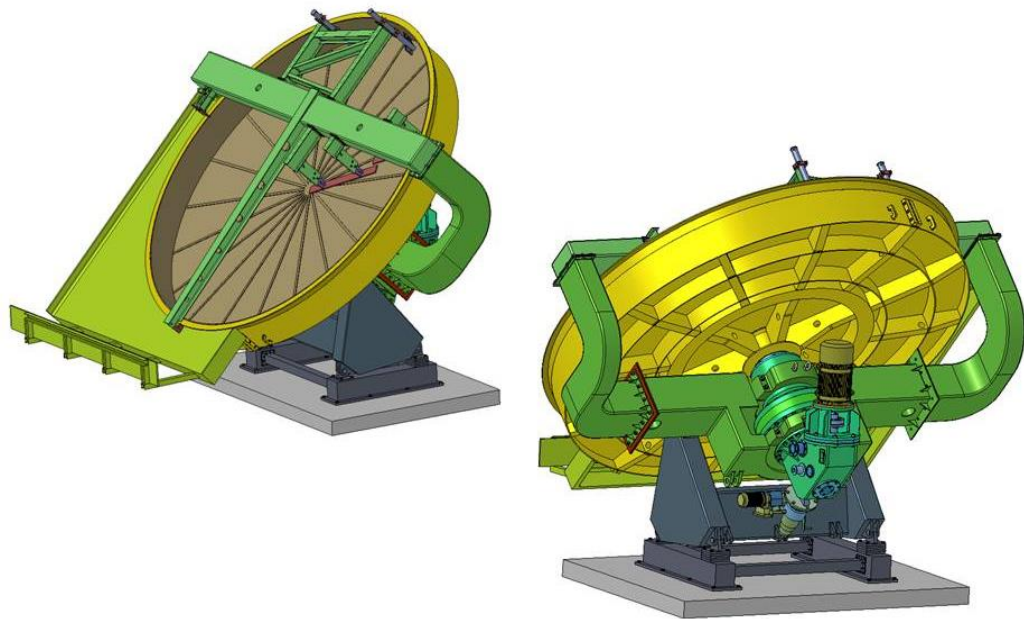


Рисунок 3.4 – Чашковий огрудкувач

З метою підвищення терміну служби механізмів системи пилоприбирання, в проєкті обрана схема періодичної вивантаження пилу - 1 раз на добу. Для забезпечення вивантаження пилу з бункерів кожної секції, в нижній частині бункера вирізали отвір діаметром 30 мм, в яке оператор заводить трубку, з'єднану з системою стисненого повітря. При погіршенні сходу пилу, оператор відкриває стиснене повітря і руйнує настіль, що утворився. Обслуговування бункерів пилу секцій рукавного фільтра здійснюється з галереї, встановленої вздовж кожного ряду бункерів.

Вивантаження пилу і приготування окатишів роблять два оператора. Один забезпечує рівномірне безперервне надходження пилу на огрудкувач, а другий - регулює подачу води і контролює якість приготування окатишів.

Аспірація огрудкувача забезпечує повний відбір викидів пилу при виробництві окатишів. Продуктивність системи аспірації становить 4576-5076 м³/год.

Продуктивність чашкового огрудкувача визначається гвинтовим живильником і становить 0,7-1,0 т/год.

Розмір окатишів залежить від кута нахилу чаші. Чим більше нахил чаші від вертикалі, тим більше діаметр окатишів. При налагодженні режиму приготування окатишів було встановлено кут нахилу чаші 45°. Діаметр окатишів, одержуваних при цьому, становить 7-10 мм. Вологість окатишів змінна величина, яка залежить від практичних навичок оператора, і становить 6,7-10,2 %. Щільність окатишів 2350-2500 кг/м³.

У кваліфікаційному проекті пропонується використовувати вловлений пил в якості добавки в шихту на агломераційної фабриці.

Визначаємо масу накопиченого пилу в бункерах двох рукавних фільтрів за формулою, т/доб.:

$$M_{\text{доб.}} = G_{\text{сух}} \cdot 24;$$

де $G_{\text{сух}}$ – маса сухого пилу, т/год.

$$M_{\text{доб.1}} = 0,94 \cdot 24 = 22,56 \text{ т/доб.};$$

$$M_{\text{доб.2}} = 0,91 \cdot 24 = 21,84 \text{ т/доб.};$$

$$M_{\text{доб.}} = M_{\text{доб.1}} + M_{\text{доб.2}} = 22,56 + 21,84 = 44,4 \text{ т/доб.}$$

Знаходимо об'єм бункера – накопичувача пилу, м³:

$$V_{\text{б.п.}} = \frac{M_{\text{доб.}}}{\gamma_{\text{нас.}}};$$

де $\gamma_{\text{нас.}}$ – насипна маса пилу. Становить 1800...2000 кг/м³ [29]. Приймаємо 1800 кг/м³.

$$V_{\text{б.п.}} = \frac{44400}{1800} = 24,667 \text{ м}^3 \sim 25 \text{ м}^3.$$

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища

Основними шкідливими чинниками в цеху № 3 є виділення великих кількостей тепла, пилу і газів, а також шум і вібрація [25]. Найбільша кількість тепла виділяється при виплавці і розливанні сталі, роздяганні зливків та очищенні газів від пилу.

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

У електросталеплавильному цеху пил виділяється в шихтових і плавильних відділеннях. При ремонтних роботах пил вогнетривів сілікозонебезпечний та містить 65-97% сполук кремнію, в тому числі 70% діоксиду кремнію. Він виділяється при збитті, навантаженні, транспортуванні футеровки, під час ремонту ковшів, склепіння печей у концентраціях, що знаходяться, як правило, на рівні 10-24 мг/м³ [25].

У плавильних відділеннях джерелами запиленості повітря є метал, що плавиться в печі, а також різні сипучі матеріали. Гранично допустима концентрація такого пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень не повинна перевищувати 4 мг/м³, а фактичне значення на робочому місці машиніста ексгаустера складає 18,4 мг/м³ і відноситься до III класу III ступеня небезпеки.

У повітря робочої зони також потрапляють наступні газоподібні

речовини: CO, SO₂, NO₂, які утворюються в результаті фізико-хімічних реакцій в процесі плавки.

Джерелом шуму є рухомі технологічні гази при поданні їх у комунікації, вдуванні в печі, рухомі крани, транспортери, поїзди та ін. Рівень шуму на робочих місцях досягає 96 дБА.

Вібрація спостерігається в кабінах кранівників, при зачистці металу та деяких інших операціях. Рівень загальної вібрації на робочих місцях досягає 116 дБ.

Наявність на більшості ділянок потужного нагрівального обладнання, розплавленого і розпеченого металу, шлаку обумовлює величезні тепловиділення в приміщенні цеху та інтенсивне інфрачервоне (теплове), а на деяких ділянках і ультрафіолетове випромінювання. Виділення тепла на деяких ділянках сягає 1950 Вт/м². Інтенсивне інфрачервоне випромінювання, крім прямого впливу на робітників, нагріває навколишні поверхні і предмети, які стають додатковими вельми потужними джерелами тепловиділення. В результаті повітря цеху в теплий період року значно нагрівається, 32-41°C. У холодний період року тепловиділення, створюючи сильний тепловий напір, сприяє інтенсивному повітрообміну, за рахунок якого повітря робочої зони нерідко значно переохолоджується.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та карта умов праці для робочого місця сталевара електропечі представлені в табл. 4.1.

Таким чином, проведений аналіз умов праці дозволяє зробити висновок, що умови праці відносяться до III класу 3 міри. Робоче місце має в наявності 2 чинника I міри, 1 чинник II міри і 6 чинників III міри. За показниками робоче місце слід вважати з особливо шкідливими і особливо важкими умовами праці.

Пільги: пенсія за списком №1, додаткова відпустка 18 діб, додаток до зарплати – 24%, молоко.

Таблиця 4.1 – Оцінка чинників виробничого трудового процесу сталевара електропечі електросталеплавильного цеху

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення (ГДК, ГДР)	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови, характер праці			Тривалість дії чинника за зміну, %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ :						
	1 клас безпеки						
	Ангідрид хромовий	0,01	0,07			7	83
	Оксид марганцю	0,05	0,39			7,8	90
	3 клас безпеки						
	Сірководень	10	10,8	1,08			85
	Діоксид азоту	2,0	0,55				
	Оксид вуглецю	20,0	5,0				
2	Пил, переважно фіброгенної дії, г/м ³	4	18,4			4,6	90
3	Шум, дБА	80	96			16	90
4	Вібрація (локальна), дБ	109	116			7	90
5	Мікроклімат в приміщенні:						
	- Температура, °С	16...27	34		7		90
	- Швидкість руху повітря, м/с	0,2...0,6	0,71	1,18			90
	- Відносна вологість повітря, %	75	40				90
	- Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	140	3000			3000	90
6	Тяжкість і напруженість праці	Категорія робіт - важка, III напружена					

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

Пил виявляє шкідливу дію на організм людини, подразнюючи шкіру, очі, ясна, вуха. Проникаючи в легені, пил може викликати специфічні професійні захворювання, такі як силікоз, силікатоз, антракоз та ін. [26].

Найбільш ефективними засобами боротьби з пилом є механізація виробничих процесів з герметизацією операцій, пов'язаних з просіюванням, змішуванням і транспортуванням сипучих матеріалів і аспірацією пилу з місць її утворення, а також зрошування водою при різних робочих операціях, пов'язаних з пилоутворенням. Також необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, зокрема респіратор ШБ-2 «лепесток», який усуває дію пилу на організм працюючих [27].

Оксид вуглецю потрапляє в організм людини через дихальні шляхи. Із-за утворення карбоксигемоглобіну різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може наступити кисневе голодування. Головним чином, це впливає на функції центральної нервової системи.

Сірчаний ангідрид має подразнюючу дію. При контакті з біологічними органами він викликає запальну реакцію, причому в першу чергу страждають органи дихання, шкіра і слизові оболонки очей.

Оксид азоту (II) потрапляє в організм через дихальні шляхи і утворює в крові метгемоглобін. У робітників може виникнути кашель, задуха, задишка. У важких випадках може розвинутися набряк легенів. Спостерігаються також головні болі, серцева слабкість.

Одному з основних заходів по попередженню можливого отруєння оксидом вуглецю (II), сірчистим ангідридом, оксидом азоту (II) і іншими газами є своєчасне виявлення місць їх виділення або скупчення. Ці місця є газонебезпечними. Перелік таких місць і ділянок складається заздалегідь і затверджується головним інженером заводу. Працівники санітарно-технічних лабораторій і газорятувальні служби щодоби по встановленому графіку контролюють склад повітряного середовища в усіх газонебезпечних місцях. При виявленні виділень або скупчень газу негайно приймають заходи по припиненню допуску в газонебезпечні зони людей і локалізації джерела виділення газу [26].

Для поліпшення мікроклімату на робочих місцях сталевара в районі пічного прольоту і розливного прольоту передбачена природна і механічна

подача повітря душуючими установками з обробкою повітря на типових кондиціонерах до постійних робочих місць.

Також потрібна витяжна вентиляція: в пічному прольоті – за допомогою місцевих відсмоктувань і механічної вентиляції з верхньої зони; у розливному прольоті – також місцеві відсмоктування і природна загальнообмінна вентиляція з верхньої зони [26].

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

Для захисту виробничого персоналу від шуму устаткування його повністю закривають герметично звукоізолюючим кожухом, який виготовляють зазвичай із сталевих листів товщиною 2-3 мм, а внутрішні поверхні облицьовували звукопоглинальними матеріалами. Якщо це не зробити, то за рахунок хорошої відбивної здатності сталевих листів рівень шуму усередині кожуха різко підвищиться і його фактична звукоізоляція виявиться зменшеною на 18-20 дБ. Звукоізолюючий кожух встановлюють на пружних прокладеннях, а машину ретельно віброізолюють від фундаменту, не допускаючи жорстких контактів між машиною і кожухом. Отвори для циркуляції повітря і проходу комунікацій забезпечуються глушниками шуму або герметизуються сальниками [27].

У електросталеплавильному цеху захисту від теплових випромінювань підлягають конструкції на наступних теплонапружених ділянках: підкранові балки над електросталеплавильними печами, колони майданчика на ділянці зливу металу і шлаку, конструкції розливного майданчика, стіни і колони у відділенні роздягання зливків. Підвищена тепла дія на організм людини призводить до перенапруження його терморегуляторних функцій і може викликати порушення теплового балансу організму. Посилене потовиділення при напруженій м'язовій роботі в умовах підвищеного температурного режиму призводить до втрати кров'ю хлористого натрію, що є основним елементом що утримує в крові воду. Вимивання з'єднань хлору з організму

призводить до пониження кислотності шлункового соку і виникнення шлунково-кишкових захворювань [26].

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

4.3 Заходи з електробезпеки

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

Небезпека електричних поразок в електросталеплавильному цеху створює різне устаткування: електричний привід (включаючи пускорегулюючу апаратуру), електроустаткування підйомно-транспортних пристроїв, електрифікований внутрішньозаводський транспорт, зварювальні апарати, освітлювальні установки, електричний ручний інструмент і т.д. На рівень електротравматизму чинять вплив недоліки в конструкції і монтажі устаткування, недоліки в експлуатації, незадовільна організація робочих місць, недостатній інструктаж і т.п. Також можливий дотик до струмоведучих частин пускорегулюючих і захисних апаратів. При експлуатації електродвигунів замкнутого типу можливий випадковий дотик до дротів, що підводять електрострум, виводи яких знаходяться на сполучних клемах коробки на корпусі електродвигуна, у разі її незахищеності.

На особливу увагу заслуговують переносні електродвигуни, вживані при експлуатації різних переносних електроінструментів. Якщо корпус такого електродвигуна опиняється під напругою, то внаслідок щільного

контакту з великою поверхнею зіткнення створюється небезпека важкої поразки електричним струмом працюючих.

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

При нормальному режимі роботи безпечніша трипровідна мережа з ізолюваною нейтраллю. При аварійному режимі більш безпечна чотирипровідна мережа з глухо заземленою нейтраллю. Мережі з глухозаземленою нейтраллю застосовуються там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію дротів, оскільки є висока температура і вологість повітря, агресивне середовище, велика протяжність мережі, а також коли не можна швидко відшукати або усунути ушкодження ізоляції, якщо місткість дротів відносно землі велика, тобто коли можливий аварійний режим. Ефективною мірою захисту для трифазних чотирипровідних мереж напругою до 1000 В з глухозаземленою нейтраллю є захисне занулення [28].

4.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

Причинами пожеж можуть бути недоліки в будівельних конструкціях, спорудах, плануванні приміщень, пристрої комунікацій, дефекти устаткування, порушення режимів технологічних процесів, неправильне ведення робіт, необережність і недбалість персоналу, самозаймання, розряди атмосферної і статичної електрики.

Пічний проліт електросталеплавильного виробництва, а також розливний проліт розташований в приміщеннях, відносяться до категорії

пожежонебезпеки «Г», оскільки характеризується наявністю матеріалу в гарячому, розплавленому стані, процес обробки якого супроводжується виділенням променистого тепла і полум'я. Газоочищення технологічних газів електросталеплавильних дугових печей розташовані в приміщенні, яке відноситься до категорії «А» (вибухопожежонебезпечні). Підсобні приміщення цього виробництва можна віднести до категорії «Д» (пожежонебезпечні), оскільки вони призначені для речовин, що не згорають, і матеріалів в холодному стані.

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

Найбільш поширені, надійні і дешеві автоматичні установки водяного гасіння. Як вогнегасильні засоби в них використовуються краплинні водяні струмені, водно-хімічні піни і емульсії, легко-механічні піни з додаванням змочувачів. Дренчерне устаткування – сухопутна система; дренчерні голівки постійно відкриті. Це устаткування в електросталеплавильному цеху використовується в основному для створення по периметру будівлі водяних завіс, що перешкоджають поширенню пожеж.

Для гасіння пожеж також застосовують хімічні пінні вогнегасники ВХП-10 і вуглекислотні вогнегасники ВВ-2, ВВ-5 і ВВ-8, а також пересувні ВВ-25 і ВВ-80 [29].

4.5 Розрахунок теплоізоляції поста керування сталевара

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

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

де E - інтенсивність теплових опромінь, Вт/м²;

F - площа випромінюваної поверхні, м²;

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

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

$A=110$ для спецодягу із сукна [25].

Площа поверхні ДСВ-50 становить $F \approx 19,55$ м², інтенсивність теплових опромінь на робочому місці $E = 3000$ Вт/м². Таким чином, можна визначити температуру на зовнішній поверхні стінки поста керування:

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

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

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

$$q = \alpha_1 (t_{\text{випр.}} - t_{\text{зов.ст.}}) = \frac{\lambda_{\text{в}} (t_{\text{зов.ст.}} - t_{\text{ш.}})}{\delta_{\text{в}}} = \frac{\lambda_{\text{і}} (t_{\text{ш.}} - t_{\text{ст.}})}{\delta_{\text{і}}} = \alpha_2 (t_{\text{ст.}} - t_{\text{вс.п.}}),$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від нагрітого зовнішнього повітря зовнішній стінці поста, Вт/м²К; $\alpha_1=50$ Вт/м²К [25];

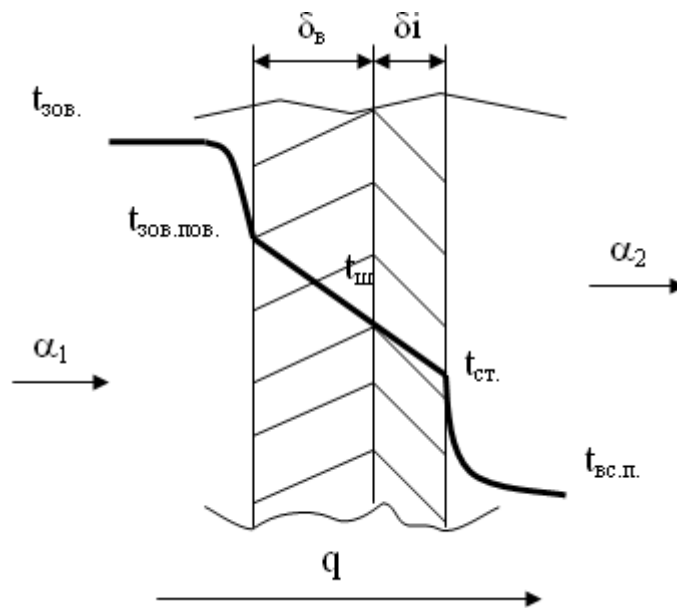
$t_{\text{зов.ст.}}$ – температура зовнішньої поверхні стінки, °С;

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

$\lambda_{\text{в}}, \lambda_{\text{i}}$ – коефіцієнт теплопровідності відповідно вогнетриву й ізоляції, Вт/м²К;

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

На рисунку 4.1 показана розрахункова схема теплоізоляції стінки поста керування.



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

Рисунок 4.1 - Розрахункова схема теплоізоляції поста керування.

Коефіцієнт тепловіддачі можна розрахувати за формулою, Вт/м²К:

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

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

Питомий тепловий потік через стінку поста можна визначити по формулі:

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

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

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

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

Орієнтовно приймаємо температуру між шарами вогнетриву й ізоляції, $^\circ\text{С}$:

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

Знаходимо середню температуру шару вогнетриву, $^\circ\text{С}$:

$$t_{\text{в}} = 0,5(t_{\text{зов.пов.}} + t_{\text{ш}}) = 0,5(266 + 169) = 217,5 \text{ }^\circ\text{С}.$$

При цій температурі визначаємо теплопровідність вогнетриву, $\text{Вт/м}^2\text{К}$:

$$\lambda_{\text{в}} = a + b \cdot 10^{-4} t_{\text{в}},$$

де a , b – коефіцієнти для матеріалу вогнетриву; для червоної цегли $a = 0,466$, $b = 5,12$ [25].

$$\lambda_{\text{в}} = 0,466 + 5,12 \cdot 10^{-4} \cdot 217,5 = 0,58 \text{ Вт/м}^2\text{К}.$$

Уточнюємо температуру між шарами з формули питомого теплового потоку:

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

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

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

$$t_i = \frac{t_{\text{Ш}} + t_{\text{СТ}}}{2} = \frac{211,7 + 35}{2} = 123^\circ \text{C}.$$

Для матеріалу ізоляції – скловолокно $a = 0,04$ і $b=3$ [25], тоді коефіцієнт теплопровідності ізоляції дорівнює:

$$\lambda_i = 0,04 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot t_i = 0,04 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 123 = 0,077 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ К};$$

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

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

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

5.1 Розрахунок виробничої потужності і виробничої програми газоочисної системи сталеплавильного цеху

Сталеплавильний цех характеризується безперервністю виробництва і великою кількістю шихтових матеріалів, що обумовлює великі вантажопотоки сировини і продуктів плавки. Тому організація трудових процесів в такому великому цеху має первинне значення.

Організація виробництва в цехах означає [30-32]:

- ✓ відповідно до прийнятої технології визначити склад, виробничу потужність, спеціалізацію ділянок;
- ✓ визначити кількість і склад устаткування, пропускну спроможність ділянок;
- ✓ забезпечити ув'язку виробництва основних і допоміжних процесів в часі;
- ✓ забезпечити професійно-кваліфікаційний склад працівників з урахуванням розділення і кооперації праці;
- ✓ визначити потребу цеху в матеріалах, різних видах енергії, паливі, змінному устаткуванні.

Важливу роль в організації усіх робіт при обслуговуванні газоочисного устаткування грає чітке виконання своїх обов'язків майстром, оператором газоочисної установки (ГОУ) і іншими членами ділянки очищення газу.

Виробничі процеси очищення відхідних газів тісно пов'язані з роботою сталеплавильного цеху. Робота ділянки газоочищення протікає по безперервному графіку.

Газоочисна система призначена для видалення і очищення запилених газів, що відбираються від сталеплавильної печі комбінованим способом, а саме порталною камерою, встановленою на склепінні печі, і встановленим над піччю зонтом.

Об'єм газу, що поступає на очищення, з запиленістю газів - 2 г/м^3 дорівнює

$$78000 + 305000 = 383 \text{ тис. м}^3/\text{год.}$$

За базовий варіант прийнята система газоочищення, що складається з 12 труб Вентурі і 4 краплевловлювачів, димотяга і димаря. Кінцева запиленість газу після такої схеми очищення складає $0,08 \text{ г/м}^3$.

Недоліком цієї схеми очищення є:

- 1) наявність шламового господарства;
- 2) значні витрати енергії при високих мірах очищення;
- 3) утворення відкладень в устаткуванні і газовідводах при краплинному віднесенні вологи з пиловловлювача;
- 4) шкідливий вплив краплинної вологи, що міститься в газах, на стінки димарів.

У проектному варіанті пропонується заміна мокрого газоочищення на сухе. Ця схема містить: рукавний фільтр типу ФРІР - 5700, димотяг і димар. Кінцева запиленість газу після такої схеми очищення складає $0,02 \text{ г/м}^3$.

Запропонована схема має ряд переваг:

- 1) отримання пилу в готовому виді для повернення у виробництво;
- 2) відсутність шламового господарства.

Газоочисні установки повинні піддаватися періодичним оглядам, поточним, планово-запобіжним і капітальним ремонтам. Капітальний ремонт передбачає заміну частини устаткування або його відновлення, планово - попереджувальний ремонт робиться один раз в місяць по 12 годин без зупинки устаткування. Час простою на капітальний і поточний ремонт в проектному варіанті буде скорочений на 5 днів в порівнянні з базовим варіантом, оскільки мокре газоочищення вимагає більшого часу на ремонт, а саме 20 днів в рік.

Коефіцієнт використання газоочисної установки в часі визначаємо відношенням фактичного часу до календарного:

$$K_{\text{в}} = \frac{T_{\text{еф}}}{T_{\text{к}}},$$

де $T_{\text{к}}$ - календарний час роботи установки, год;

$T_{\text{еф}}$ - ефективний час роботи установки, год.

Виробництво на ділянці очищення газів планується виходячи з технічної норми продуктивності очисної установки в одиницю часу річного фонду фактичного часу роботи установки (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 - Баланс часу роботи газоочисної установки

Показники	Од. вим.	Варіант	
		Базовий	Проектний
1.Режим роботи	—	безперервний	безперервний
2. Календарний час роботи, $T_{\text{к}}$	Дні години	365 $365 \cdot 24 = 8760$	365 $365 \cdot 24 = 8760$
3. Простої на капітальний і поточний ремонти, $T_{\text{рем}}$	Дні години	20 $20 \cdot 24 = 480$	15 $15 \cdot 24 = 360$
4.Ефективний час роботи, $T_{\text{еф}}$	Дні години	$365 - 20 = 345$ $8760 - 480 = 8280$	$365 - 15 = 350$ $8760 - 360 = 8400$
5. Коефіцієнт використання установки, $K_{\text{в}}$	—	$\frac{345}{365} = 0,945$	$\frac{350}{365} = 0,96$

З таблиці 5.1 видно, що в проектному варіанті коефіцієнт використання газоочисної установки в часі на 0,015 вище, ніж у базовому варіанті завдяки зменшенню простоїв на капітальний і поточний ремонти основного устаткування, означає, що проектний варіант ефективніший.

Річна виробнича потужність газоочисної установки, м^3 :

$$\Pi = N \cdot T_{\text{еф}},$$

де N - технічна норма продуктивності газоочисної установки в одиницю часу, $\text{м}^3/\text{год}$; $N = 383000 \text{ м}^3/\text{год}$;

$T_{\text{эф}}$ - річний фонд ефективного часу роботи установки, г.

Базовий варіант:

$$P_{\text{б}} = 383000 \cdot 8280 = 3171,24 \cdot 10^6 \text{ м}^3,$$

Проектний варіант:

$$P_{\text{п}} = 383000 \cdot 8400 = 3217,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

Виробнича потужність газоочисної установки по базовому і проектному варіантам не повинна відрізнятись більше ніж на 10 %:

$$\Delta = \frac{P_{\text{п}} - P_{\text{б.}}}{P_{\text{п}}} \times 100 \% = \frac{3217,2 \cdot 10^6 - 3171,24 \cdot 10^6}{3217,2 \cdot 10^6} \times 100 = 2,8\% \leq 10 \%.$$

Кількість уловленого пилу з очищеного газу у базовому і проектному варіанті визначається по формулі:

$$K_{\text{п}} = \frac{(Z_1 - Z_2) \cdot P}{10^6},$$

де Z_1 - запиленість газу до очищення, $\text{г}/\text{м}^3$; $Z_1 = 2 \text{ г}/\text{м}^3$;

Z_2 - запиленість газу після очищення, $\text{г}/\text{м}^3$.

Оскільки у базовому варіанті застосовується мокре газоочищення, то кількість шламу утвореного у базовому варіанті очищення складе:

$$K_{\text{шлам}}^{\text{б}} = \frac{(2 - 0,08) \cdot 3171,24 \cdot 10^6}{10^6} = 6089 \text{ т/рік.}$$

У проєктному варіанті очищення відхідних газів сталеплавильної печі проводиться сухим способом. Тоді кількість уловленого пилу в сухому вигляді для проєктного варіанту складе:

$$K^n_{п.сух} = \frac{(2 - 0,02) \cdot 3217,2 \cdot 10^6}{10^6} = 6370 \text{ т/рік.}$$

Приймаючи втрати уловленого продукту при утилізації 10%, кількість продукту, що утилізоване, складе, т/рік:

$$K_{ут} = 0,9 \cdot K_{п.},$$

У базовому варіанті утилізація пилу не робиться, тому розрахунок здійснимий тільки для проєктного варіанту:

$$K_{п.ут} = 0,9 \cdot 6370 = 5733 \text{ т.}$$

Визначимо витрату води на газоочищення для базового варіанту по формулі:

$$Q_{бж} = Q_{г} \cdot m \cdot T_{ЕФ},$$

де $Q_{г}$ - витрата газу за робочих умов, м³/год; $Q_{г} = 594372 \text{ м}^3/\text{г}$;

m - питоме зрошування, м³/м³; $m = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^3$ - для скрубера.

$$Q_{бж} = 594372 \cdot 0,001 \cdot 8280 = 4921400 \text{ м}^3/\text{рік} = 4921,4 \text{ тис. м}^3/\text{рік.}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 - Виробнича програма

Показники	Од. виміру	Варіант	
		базовий	проектний
Річна продуктивність газоочисної установки, П	м ³	3171,24 · 10 ⁶	3217,2 · 10 ⁶
Технічна норма продуктивності основного агрегату очищення, N	тис. м ³ /рік	383,0	383,0
Вміст пилу в газі:			
- до очищення	г/м ³	2	2
- після очищення		0,08	0,02
Кількість вловленого продукту:			
- у сухому вигляді	т	-	6370
- у вигляді шламу		6089	-
Кількість утилізованого продукту:			
- у сухому вигляді	т	-	5733
- у вигляді шламу		-	=
Витрата води	тис. м ³ /рік	4921,4	-

З таблиці видно, що використання проектного варіанту для очищення відхідних газів від дугових печей дозволяє додатково вловити пил у кількості 281 т/рік, а також перевагою проектного варіанту очищення газів є утилізація 5733 т уловленого продукту. До того ж в проектному варіанті увесь вловлений пил знаходиться в сухому вигляді, що робить її цінніше, оскільки шлам вимагає додаткових витрат на утилізацію. Також перевагою проектного варіанту є те, що застосовується суха система очищення, що не вимагає витрат пов'язаних з використанням води для газоочищення.

5.2 Розрахунок величини капітальних вкладень у газоочисну систему

Величина необхідних капітальних вкладень до основних фондів визначається методом прямого розрахунку окремих елементів вкладень. У загальному вигляді капітальні вкладення включають наступні статті витрат на [32]:

- будівництво будівель і споруд;
- придбання технологічного і енергетичного устаткування;
- придбання підйомне - транспортного устаткування;
- створення системи контролю і автоматики;
- інші капітальні вкладення.

Капітальні вкладення у базовому варіанті приймаємо за заводськими даними. Капітальні вкладення по проектному варіанту приймаємо з урахуванням технічних рішень по реконструкції газоочищення.

Капітальні витрати (C_K) розраховують у вигляді питомих величин, віднесених до 1000 м³ газу (грн/1000 м³), грн:

$$C_K = (C_{осн.об.} + C_{КИП} + C_{уст.} + C_{м.к.} + C_{Н.Р} + C_{П.И.} + C_{зд}) \frac{1000}{P},$$

де $C_{осн.об.}$ - вартість основного устаткування, грн.;

$C_{кип}$ – вартість КІПіА, грн.;

$C_{уст.}$ – величина витрат на монтаж і установку устаткування, грн.;

$C_{м.к.}$ – вартість монтажу комунікацій, грн.;

$C_{Н.Р}$ - вартість накладних витрат спецорганізацій, грн.;

$C_{п.и}$ – вартість проектно-дослідницьких робіт, грн.;

$C_{зд}$ – вартість будівель, грн.;

P – річна виробнича потужність газоочисної установки, м³.

У вартість газоочисного устаткування в діючому (базовому) варіанті

входить вартість 12-ти труб Вентури, 4-х краплевловлювачів, димотягу й насосу, а також газоходів і шламового господарства (приймаються, виходячи із заводських даних):

$$C_{осн.об}^B = C_{Тр.В} + C_{К.УЛ.} + C_{\delta} + C_{Н} + C_{z} + C_{Ш.Х.},$$

де $C_{Тр.В}$ - вартість труб Вентури;

$C_{К.УЛ.}$ - вартість краплевловлювачів;

C_{δ} - вартість димотягу;

$C_{Н}$ - вартість насосу;

C_{z} - вартість газоходів;

$C_{Ш.Х.}$ - вартість шламового господарства.

У вартість устаткування в проектному варіанті входить вартість рукавного фільтру ФРІР-5700, конвеєрів з бункером накопичувачем пилу, 2-х димотягів, а також газоходів (приймаються за даними «Дніпроспецелектросталі»):

$$C_{осн.об}^П = C_{Р.Ф} + C_{\delta} + C_{К.Б.} + C_{z} + C_{у.п.},$$

де $C_{Р.Ф.}$ - вартість рукавного фільтру, грн.;

C_{δ} - вартість димотягу, грн.;

$C_{К.Б.}$ - вартість конвеєрів і бункера накопичувача пилу, грн.;

C_{z} - вартість газоходів;

$C_{у.п.}$ - вартість устаткування для утилізації пилу.

Вартість засобів контролю і управління (КІП) приймається у відсотках від вартості газоочисного устаткування.

У базовому варіанті використовується «мокрый» метод очищення газів, тому вартість КВП складає 40 % вартостей основного устаткування:

$$C_{КВП}^B = 0,4 \cdot C_{осн.об}^B.$$

У проєктному варіанті використовується «сухий» метод очищення газів і вартість КВП складає 25 % вартостей основного устаткування:

$$C_{КВП}^П = 0,25 \cdot C_{осн.об}^П.$$

Капіталовкладення в газоочисне устаткування визначаються як сума вартості газоочисного устаткування і вартості КВП:

$$K_{з.об} = C_{осн.об} + C_{КВП}.$$

Вартість установки і монтажу устаткування приймається у розмірі 30 % капіталовкладень в устаткування:

$$C_{уст} = 0,3 \cdot K_{з.об}.$$

Вартість монтажу комунікацій приймається у розмірі 15 % капітальних вкладень в устаткування:

$$C_{м.к.} = 0,15 \cdot K_{з.об}.$$

Накладні витрати спеціалізованої організації, що здійснює монтаж, складають 20 % капітальних вкладень в устаткування:

$$C_{Н.Р.} = 0,2 \cdot K_{з.об}.$$

Вартість проєктно-дослідницьких робіт приймається рівній 7% вартості газоочисних апаратів.

Вартість будівлі у базовому варіанті розраховується залежно від його об'єму. Потрібне спорудження будівель для димотягів розміром 12×6×6 м і для розміщення засобів контролю і управління розміром 6×12×4 м.

Вартість будівель в проєктному варіанті включає вартість будівель для димотягу і засобів контролю і управління, як у базовому варіанті, і додатково

вартість шатра над рукавним фільтром:

$$C_{зд}^n = C_{зд}^d + C_{ш},$$

де $C_{ш}$ - вартість шатра, грн.

Питомі капітальні вкладення, віднесені до 1000 м³ газів, що очищаються, грн./1000 м³:

$$C_{к}^B = 116384509 \cdot \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} = 36,7 \frac{грн}{1000 м^3}.$$

$$C_{к}^П = 139369104 \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} = 43,32 \frac{грн}{1000 м^3}.$$

Вартість основного устаткування по базовому і проєктному варіантам та розрахунки наведені в таблиці 5.3.

5.3 Розрахунок витрат на експлуатацію газоочисної системи

Розрахунок витрат на основні матеріали. Витрати на основні матеріали включають усі витрати, пов'язані з очищенням газу. У скрубєрі Вентури у базовому варіанті зрошування робиться оборотною технічною водою, тому витрати на очищення в скрубєрі обчислюються, виходячи з витрати води:

$$C^B = K^B \cdot \frac{1000}{П^B} \cdot Ц_{об.в.},$$

де K^B – витрата технічної води в рік, м³;

$П^B$ – газова виробнича потужність газоочисної установки, м³;

$Ц$ – ціна за 1 м³ оборотної води, грн., $Ц = 5,227$ грн.;

$$C_{осн.мат}^B = 4921400 \cdot \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} \cdot 5,227 = 8,11 \frac{грн}{1000 м^3}.$$

Таблиця 5.3 - Капітальні вкладення в систему очищення газів

№ п/п	Показники	Базовий варіант			Проектний варіант		
		Кількість, шт.	Ціна за од., грн.	Сума, тис. грн.	Кількість, шт.	Ціна за од., грн.	Сума, тис. грн.
1	Вартість обладнання:			91958,894			110533,489
	- труба Вентурі	12	5654,91	67858,894	-		
	- краплевлловлювач	4	600000	2400	-		
	- рукавний фільтр	-	-		1	101498489	101498,489
	- газоходи (всього)		480000	480		480000	480
	- система подачі зрошувальної рідини		4000000	4000			
	- димотяги	1	500 000	1000	2	100 000	2000
	- обладнання для шламового господарства			15000			
	- ділянка утилізації вловленого пилу						6250
	- димар	2	610 000	1220	1	610000	610
- КВП			6387,5			7737,5	
РАЗОМ				98346,394			118270,989
2	Вартість монтажу обладнання	-	-	9566,25			11606,25
3	Вартість монтажу комунікацій	-	-	4783,125			5803,125
4	Витрати на будівлю	-	-	3688,740			3688,740
Всього капітальних вкладень				116384,509			139369,104
Всього капітальних вкладень на 1000 м ³ газу			36,70			43,32	

Витрати на очищення газу в рукавному фільтрі пов'язані з використанням стислого повітря і витратами на заміну тканини.

Витрати на використання стислого повітря:

$$C_{сж.в}^{\Pi} = K \cdot \frac{1000}{\Pi^{\Pi}} \cdot C_{сж.в}$$

де K – витрата стислого повітря в рік, м^3 ;

Π^{II} – газова виробнича потужність газоочисної установки в рік, м^3 ;

$C_{\text{сж.в}}$ – ціна за 1 м^3 стислого повітря, грн., $C_{\text{сж.в}} = 3,92$ грн;

$$C_{\text{сж.в.}}^{\text{II}} = (350 \cdot 8400) \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} \cdot 3,92 = 3,58 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

Витрати на тканину визначаються залежно від вартості 1 м^2 вживаної для виготовлення рукавів тканини. Тканина для рукавів підлягає заміні 1 раз в два роки за ціною 600 грн./м^2 , тоді:

$$C_t^n = \left(\frac{5700}{2}\right) \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} \cdot 600 = 0,53 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

$$C_{\text{mat}}^{\text{II}} = 3,92 + 0,53 = 4,45 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

Розрахунок енергетичних витрат. Енергетичні витрати на експлуатацію скрубєрів Вентурі (базовий варіант) включає витрати на транспортування газу, на подання зрошуючої води і витрати на освітлення шламової води.

Енергетичні витрати на транспортування газу, віднесені до 1000 м^3 газу, що очищається, $\frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}$:

$$C_{\text{э}}^{\text{mp.б}} = T_{\text{эф}}^{\text{б}} \cdot r \cdot l \cdot N^{\text{б}} \cdot \frac{1000}{\Pi^{\text{б}}},$$

де $T_{\text{эф}}^{\text{б}}$ - ефективний час роботи газоочисної установки, год;

r - вартість електроенергії, $\frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$; $r = 3,397 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$;

l - коефіцієнт, що враховує зміст обслуговуючого персоналу, $l = 1,1$;

N^B – потужність електродвигуна, кВт: $N^B = 2400$ кВт;

Π^B - річна виробнича потужність газоочисної установки, м³.

$$C_E^{mp.B} = 8280 \cdot 3,397 \cdot 1,1 \cdot 2400 \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} = 23,41 \frac{грн}{1000 м^3}.$$

Енергетичні витрати на подання зрошуючої води, віднесені до 1000 м³ газу $\frac{грн}{1000 м^3}$:

$$C_{\text{э}}^{op.B} = \frac{r \cdot l_1 \cdot K_3 \cdot \Delta P_{\text{жс}}}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta_H} \cdot m,$$

де l_1 - коефіцієнт, що враховує витрати на зміст насосного господарства, $l_1 = 1,05$;

K_3 - коефіцієнт запасу потужності, $K_3 = 1,2$;

$\Delta P_{\text{жс}}$ - тиск зрошуючої рідини, Па, $\Delta P_{\text{жс}} = 300000$ Па;

η_H – коефіцієнт корисної дії насоса, $\eta_H = 0,9$;

m - питома витрата зрошуючої води, л/м³, $m = 1$ л/м³;

$$C_{\text{э}}^{op.B} = \frac{3,397 \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 300000}{3,6 \cdot 10^6 \cdot 0,9} \cdot 1 = 0,39 \frac{грн}{1000 м^3}.$$

Енергетичні витрати на освітлення шламової води розраховуються в наступному порядку:

- кількість води, витікаючої з газоочисного апарату, м³/год;

$$Q_B^{oc} = \frac{Q_0 \cdot z_2}{\varepsilon \cdot \chi} \cdot 10^{-3} \cdot T_{эф},$$

де Q_0 – витрата газу, що проходить очищення при н.у. м³/г, $Q = 383000$ м³/год;

z_2 – кількість пилу в газі після очищення, г/м³;

ε - коефіцієнт згущування; $\varepsilon = 0,7$;

χ - допустимий вміст твердої фази у воді, що подається на зрошування; приймають (0,1 ... 0,5) кг/м³. Приймаємо $\chi = 0,2$ кг/м³.

$$Q_B^{oc} = \frac{383000 \cdot 0,08}{0,7 \cdot 0,2} \cdot 10^{-3} \cdot 8280 = 1812137 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Вартість освітлення цієї кількості води, грн.:

$$C_{oc}^B = Q_B^{oc} \cdot C_{oc},$$

де C_{oc} – ціна за освітлення 1 м³ води; $C_{oc} = 0,9$ грн.;

$$C_{oc}^B = 1812137 \cdot 0,9 = 1630923,3 \text{ грн.}$$

Витрати на освітлення шламової води, віднесені до 1000 м³ газів, що очищаються, $\frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}^3}$:

$$C_{oc}^{1B} = 271821 \cdot \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} = 0,086 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}^3}.$$

Загальні енергетичні витрати на очищення в скрубєрі Вентурі, $\frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}^3}$:

$$C_{\text{з}}^B = C_{\text{з}}^{mp.B} + C_{op}^B + C_{oc}^{1B};$$

$$C_{\text{з}}^B = 23,41 + 0,39 + 0,086 = 23,886 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}^3}.$$

Витрати на експлуатацію рукавного фільтру включають витрати на транспортування газу, віднесені до 1000 м^3 газів, що очищаються, $\frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}$:

$$C_{\text{э}}^{\text{II}} = T_{\text{эф}}^{\text{II}} \cdot r \cdot l \cdot N^{\text{II}} \cdot \frac{1000}{\text{II}^n},$$

де N^{II} – потужність електродвигуна, кВт: $N^{\text{II}} = 2366$ кВт;

$$C_{\text{э}}^{\text{II}} = 8400 \cdot 3,397 \cdot 1,1 \cdot 2366 \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} = 23,08 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

Амортизаційні відрахування від вартості основних фондів.

Амортизаційні відрахування визначаються множенням вартості основних фондів на відповідні норми амортизаційних відрахувань.

Амортизаційні відрахування для будівель складають (при нормі амортизації 5 %):

- по базовому варіанту:

$$A_{\text{зо}}^{\text{Б}} = 3688,740 \cdot 0,05 = 184,437 \text{ тис. грн};$$

- по проєктному варіанту:

$$A_{\text{зо}}^{\text{П}} = 3688,740 \cdot 0,05 = 184,437 \text{ тис. грн.}$$

Амортизаційні відрахування на КВП складають (при нормі амортизації 25 %) :

- по діючому варіанту:

$$A_{\text{КВП}}^{\text{Б}} = 6387,5 \cdot 0,25 = 1596,875 \text{ тис. грн};$$

- по проектному варианту:

$$A_{КИП}^{\Pi} = 7737,5 \cdot 0,25 = 1934,375 \text{ тис. грн.}$$

Амортизаційні відрахування складають від вартості устаткування (апарату очищення, насоса, димотягу і бункерів) при нормі амортизації 15%:

$$A_{оф}^B = 55258,893 \cdot 0,15 = 8288,83 \text{ тис. грн.};$$

$$A_{оф}^{\Pi} = 110533,489 \cdot 0,15 = 16580,02 \text{ тис. грн.}$$

Сумарна величина амортизаційних відрахувань, грн.:

$$\sum A = A_{з\partial} + A_{КИП} + A_{оф};$$

$$\sum A^B = 184,437 + 1596,875 + 8288,83 = 10070,142 \text{ тис. грн.};$$

$$\sum A^{\Pi} = 184,437 + 1934,375 + 16580,02 = 18698,832 \text{ тис. грн.}$$

Сума амортизаційних відрахувань, віднесена до 1000 м³ газу, що очищається:

$$\sum A^B = 10070142 \cdot \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} = 3,18 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3};$$

$$\sum A^{\Pi} = 18698832 \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} = 5,81 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

Витрати на оплату праці і соціальне страхування працівників цеху.

1) Основна заробітна плата працівників:

$$C_{зп.осн}^Б = C_{зп.осн}^П = 221,028 \text{ тис. грн};$$

$$C_{зп.осн.уд}^Б = C_{зп.осн.уд}^П = 0,160 \text{ грн}/1000\text{м}^3;$$

2) Додаткова заробітна плата працівників:

$$C_{зп.дод}^Б = C_{зп.дод}^П = 168,062 \text{ тис. грн.}$$

$$C_{зп.дод.уд}^Б = C_{зп.дод.уд}^П = 0,122 \text{ грн}/1000\text{м}^3;$$

3) Відрахування на соціальне страхування:

$$C_{соц}^Б = C_{соц}^П = 141,239 \text{ тис. грн.}$$

$$C_{соц.уд}^Б = C_{соц.уд}^П = 0,102 \text{ грн}/1000\text{м}^3.$$

Витрати на ремонт і експлуатацію основних засобів. Витрати на ремонт і експлуатацію основних засобів складають 15 % від сумарних амортизаційних відрахувань, грн.:

$$C_{т.р.} = 0,15 \cdot \sum A;$$

$$C_{т.р.}^Б = 0,15 \cdot 10070,142 = 1510,52 \text{ тис. грн};$$

$$C_{т.р.}^П = 0,15 \cdot 18698,832 = 2804,82 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на ремонт і експлуатацію основних засобів, віднесені до 1000 м³ газу, що очищається $\frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}$:

$$C_{T.P.} = C_{T.P.} \cdot \frac{1000}{\Pi};$$

$$C_{T.P.}^B = 1510520 \cdot \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} = 0,48 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3};$$

$$C_{T.P.}^П = 2804820 \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} = 0,87 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

Інші цехові витрати. Відрахування на інші цехові витрати складаються з витрат на різного роду послуги і допоміжні матеріали.

Інші витрати складають 25 % від витрат на поточний ремонт і експлуатацію основних засобів а також сумарних амортизаційних відрахувань :

$$C_n = 0,25 \cdot (\sum A + C_{T.P.});$$

$$C_n^B = 0,25 \cdot (10070,142 + 1510,52) = 2895,17 \text{ тис. грн};$$

$$C_n^П = 0,25 \cdot (18698,832 + 2804,82) = 5375,91 \text{ тис. грн.}$$

Інші витрати, віднесені до 1000 м³ газів, що очищаються:

$$C_n^B = 2895170 \cdot \frac{1000}{3171,24 \cdot 10^6} = 0,91 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3};$$

$$C_n^П = 5375910 \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} = 1,67 \frac{\text{грн}}{1000\text{м}^3}.$$

Економія від утилізації пилу. Розрахунок економія від утилізації пилу

в процесі очищення газів виконується тільки по проектному варіанту, оскільки у базовому не передбачена утилізація уловленого пилю. Розрахунок робитися на підставі об'єму продуктів в рік, що утилізували, і відпускних цін, грн.:

$$\mathcal{E}_{ym} = Q_{ym} \cdot C,$$

де Q_{ym} - кількість утилізованого пилю, т;

C - відпускна ціна за 1 т, грн, $C = 925$ грн;

$$\mathcal{E}_{ym}^{\Pi} = 5733 \cdot 925 = 5303,025 \text{ тис. грн.}$$

Економія від утилізації пилю, віднесена до 1000 м³ газів, що очищаються:

$$C_{ym}^{\Pi} = 5303025 \cdot \frac{1000}{3217,2 \cdot 10^6} = 1,65 \frac{\text{грн}}{1000 \text{ м}^3}.$$

Розраховані значення зводяться в таблицю 5.4.

5.4 Техніко-економічне обґрунтування проекту очищення технологічних газів електросталеплавильного цеху

Економічне обґрунтування доцільності прийнятих рішень зводиться до розрахунку і зіставлення техніко-економічних показників по варіантах [32].

Річний економічний ефект:

$$\mathcal{E}_z = [(C_{y\delta}^{\delta} + E_n \cdot K_{y\delta}^{\delta}) - (C_{y\delta}^n + E_n \cdot K_{y\delta}^n)] \cdot \Pi^{\Pi}, \text{ грн,}$$

де $C_{уд}^{\delta}$ і $C_{уд}^n$ - витрати на 1000 м³ газу, що очищається, відповідно по базовому і проектному варіантам, грн.;

$K_{уд}^6$ і $K_{уд}^п$ - відповідно питомі капітальні вкладення по базовому і проектному варіантам, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $\frac{грн}{грн}$;

$П^п$ – річна виробнича потужність газоочисної установки по проектному варіанту, $м^3$

Таблиця 5.4 - Витрати на очищення газу в електросталеплавильному цеху

№ п/п	Найменування статей витрат	Варіант			
		базовий		проектний	
		витрати на 1000м ³ газу, грн.	витрати на увесь об'єм, тис.грн	витрати на 1000м ³ газу, грн.	витрати на увесь об'єм, тис.грн
1	Матеріальні витрати	8,11	25718,76	4,45	14316,54
2	Електроенергія	23,886	75748,24	23,08	74252,976
3	Основна і додаткова зарплати	1,160 0,122	221,028 168,062	1,160 0,122	221,028 168,062
4	Відрахування на соціальне страхування	0,102	141,239	0,102	141,239
5	Амортизаційні відрахування від вартості основних фондів	3,18	10070,142	5,81	18698,832
6	Витрати на ремонт і експлуатацію основних засобів	0,48	1510,52	0,87	2804,82
7	Інші витрати	0,91	2895,17	1,67	5375,91
8	Разом витрати	37,95	116473,161	37,264	115979,407
9	Економія за рахунок утилізації пилу	-	-	1,65	5303,025
10	Разом витрати з урахуванням економії	37,95	116473,161	35,614	110676,382

$$\Delta_2 = [(37,95 + 0,25 \cdot 36,70) - (35,614 + 0,25 \cdot 43,32)] \cdot 3217,2 \cdot 10^6 / 1000 = 2190913,2 \text{ грн.}$$

Розрахунковий термін окупності визначається по формулі:

$$T_{ок.р.} = \frac{K^П}{(C_{уд}^Б - C_{уд}^П)П^П}, \text{ роки.}$$

де ΔK – додаткові капітальні вкладення на впровадження проекту, тис. грн.

$$T_{ок.р.} = \frac{(139369,104 - 116384,509) \cdot 1000 \cdot 1000}{(37,95 - 35,614) \cdot 3217,2 \cdot 10^6} = 3,1 \text{ років.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень рівний:

$$E_p = \frac{1}{T_{ок}} = \frac{1}{3,1} = 0,32 \frac{\text{грн}}{\text{грн}}$$

Пропонований проєкт є економічно вигідним, оскільки розрахункові показники знаходяться в межах нормативних.

В результаті розрахунку отримані наступні техніко-економічні показники, які приведені в таблиці 5.5.

В результаті проведених заходів по очищенню газоподібних викидів електросталеплавильної печі можна отримати річний економічний ефект у розмірі 2190913,2 тис. грн. Додаткові капітальні вкладення підприємство окупить за 3,1 років за рахунок зниження експлуатаційних витрат. Таким чином, запропоновані заходи є економічно ефективними і доцільними.

Таблиця 5.5 - Основні техніко-економічні показники роботи газоочисної установки електросталеплавильного цеху

№ п/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Варіант	
			Базовий	Проектний
1	Річна виробнича потужність установки	млн. м ³	3171,24	3217,20
2	Вміст пилу в газі: - до очищення - після очищення	г/м ³	2 0,08	2 0,02
3	Капітальні вкладення	тис. грн.	116384,509	139369,104
4	Витрати на очищення 1000 м ³ газу	грн	37,95	37,264
5	Економія від утилізації пилу	грн	—	1,65
6	Витрати на очищення 1000 м ³ газу з урахуванням економії	грн.	37,95	35,614
7	Річний економічний ефект	тис. грн	—	2190,913
8	Термін окупності додаткових капітальних вкладень	років	—	3,1
9	Економічна ефективність капітальних вкладень	грн грн	—	0,32

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційному проєкті пропонується реконструкція електросталеплавильного цеху ПАТ «Дніпроспецсталь» з впровадженням високоефективного газоочисного обладнання. У сталеплавильному цеху СПЦ-3 ПАТ «Дніпроспецсталь» проводиться виплавка високоякісних шарикопідшипникових сталей. Вихідними матеріалами для електросталеплавильного виробництва є: металевий брухт, переробний чавун, шлакоутворюючі, окислювачі, розкислювачі і легуючі добавки. Процес отримання сталі в дугових сталеплавильних печах складається з трьох основних періодів – плавлення, окислення і рафінування – і трьох допоміжних: завантаження, заправки і випуска.

2. В періоди плавлення і окислення в дуговій електропечі з технологічними газами викидаються тонкодисперсний пил, оксид вуглецю, азот, кисень та ін. речовини. Гази виділяються з печей не лише в процесі плавлення, але і під час завантаження печі та зливу готової сталі в ківш.

3. Проєктна схема передбачає відбір запилених газів від печі порталньою камерою, встановленою на склепінні печі, і встановленим над піччю зонтом. Зонт забезпечує локалізацію неорганізованих викидів при зливі металу (над льоткою), і при розплаві і плавці металу. При цьому пічні газы розбавляються, їх температура знижується і складає біля 200°C. Для того, щоб ще понизити температуру газів встановлюють камеру охолодження, яка є ділянкою газоходу більшого діаметру. Таким чином, температура газів, що поступають на очищення, складе 130 °C, запиленість - до 2 г/м³.

4. На основі характеристики пилогазових викидів електродугової печі, їх кількості і складу, обрано систему очищення газів від пилу сухим способом з використанням рукавного фільтру типа ФРІР-5700 з імпульсною регенерацією рукавів. Ефективність вловлювання складає за результатами розрахунків 99%. Проведено аеродинамічний розрахунок газоочисного

тракту, опір якого склав 5370 Па, а також вибрано димотяг марки ВДН-32 Б у кількості 2-х штук.

5. Розглянуті потенційно небезпечні і шкідливі чинники виробничого середовища електросталеплавильного цеху, дана гігієнічна характеристика трудового процесу і оцінка чинників виробничого середовища робочого місця оператора електропечі. Розроблені технічні рішення по виробничій санітарії, розглянуті заходи щодо техніки безпеки і пожежної безпеки. Для досягнення санітарних норм по тепловому випромінюванню виконаний розрахунок теплоізоляційного посту керування сталевара на робочому місці.

6. Для досягнення санітарних норм по тепловому випромінюванню виконаний розрахунок теплоізоляційного посту керування сталевара на робочому місці. Щоб захистити сталевара від шкідливого і небезпечного впливу теплового випромінювання, необхідно на робочому місці встановити пост керування з червоної цегли із шаром ізоляції з скловолокна товщиною 0,13 м.

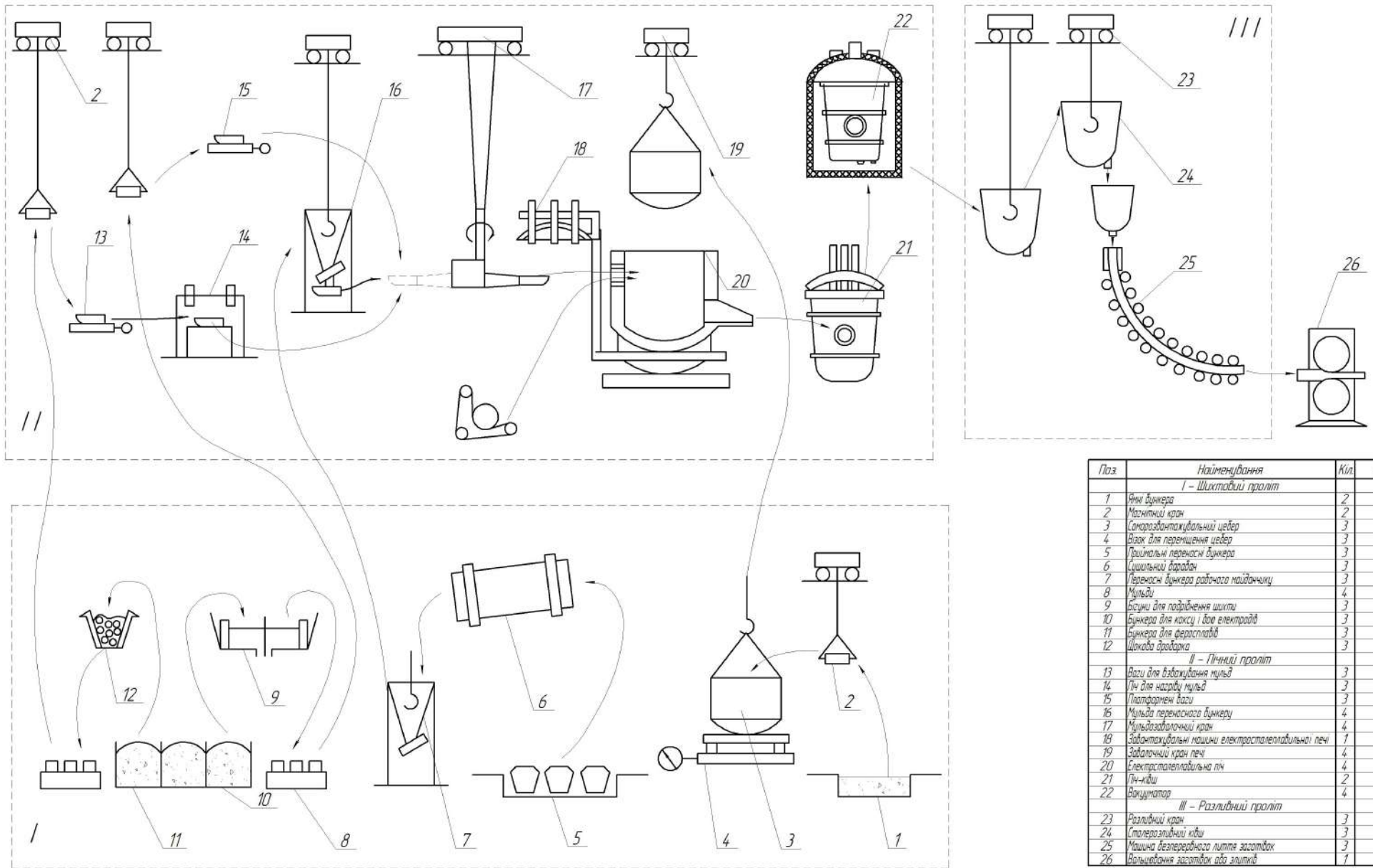
7. В результаті запропонованих заходів щодо очищення газів електросталеплавильного цеху можливо отримати річний економічний ефект у розмірі 2 190,913 тис. грн. Додаткові капітальні вкладення підприємство окупить за 3,1 роки за рахунок зниження експлуатаційних витрат. Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень за результатами розрахунку склав 0,32, що вище нормативного. Таким чином, запропоновані заходи є економічно ефективними і доцільними.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Мугтасимов А.В. Современные высокотемпературные тканые материалы для пылегазоочистки / А.В. Мугтасимов // Пылегазоочистка. 2013. № 5. С. 67–70.
2. Чекалов В.В., Чекалов Л.В., Смирнов М.Е. Технология 3DESA (3D Economical System of Aspiration) для сталеплавильных комплексов. Пылегазоочистка. 2012. № 4. С. 9–12.
3. Чекалов В.В. Современные материалы и технология фильтрации в рукавных фильтрах. Технология 3DESA (3D Economical System of Aspiration). Пылегазоочистка. 2014. № 8. С. 9–12.
4. Карих П.И. Применение при фильтрации промышленных газов в черной и цветной металлургии фильтровальных материалов в микромембраной. Пылегазоочистка. 2011 № 1. С. 15–17.
5. Борисов В.А. Комплексный подход к оптимизации пылеулавливающих установок на основании инновационных фильтровальных систем для агрессивных сред. Пылегазоочистка. 2015. № 10. С. 15–17.
6. Кузьмин М.Г., Чередниченко В.С., Бикеев Р.А. Новые технические решения для обработки паропылегазовых смесей в газоходах дуговых сталеплавильных печей. Электрометаллургия. 2013. № 7. С. 11–17.
7. Денисов С.И. Улавливание и утилизация пылей и газов (на предприятиях черной металлургии). Київ : Вища школа, 1992. 333 с.
8. Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве. Москва : Металлургия, 1990. 400 с.
9. Алиев Г.М. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов : Справочник. Москва : Металлургия, 1986. 312 с.
10. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. Москва : ИКЦ "Академкнига", 2005. 767 с.

11. Воденніков С.А., Галицький Ю.П., Воденнікова О.С. Теорія та технологія електросталеплавильних процесів. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 6.090401 «Металургія чорних металів». Запоріжжя : Видавництво ЗДІА, 2008. 124 с.
12. Сборник технологических инструкций по выплавке стали в основных дуговых печах. Запорожье : ОАО Днепрспецсталь, 1990. 586 с.
13. Чуйко Н.М., Чуйко А.Н. Теория и технология электроплавки: учебное пособие. Донецк : Вища школа, 1983. 248 с.
14. Поволоцкий Д.Я., Рошин В.Е. Электрометаллургия стали и ферросплавов. Москва : Metallurgy, 1984. 488 с.
15. Горобец В.Г., Гаврилова В.Н. Производство стали в дуговой печи. Москва : Metallurgy, 1986. 204 с.
16. Самохвалов Г.В., Черныш Г.И. Электрические печи черной металлургии : уч. пособие для вузов. Москва : Metallurgy, 1984. 232с.
17. Якушев А.М. Проектирование сталеплавильных и доменных цехов. Москва : Metallurgy, 1984. 216с.
18. Осипенко В.Д., Егоричев А.П., Максимов Б.Н. Отвод и обеспыливания газов дуговых сталеплавильных печей. Москва : Metallurgy, 1985. 104с.
19. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т. 1. Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. 917 с.
20. Технический каталог оборудования и услуг. Запорожье : ООО Научно-производственное Предприятие «Днепроэнергосталь», 2002. 52 с.
21. Павлюк Ю.С. Методичні вказівки до розрахунку газового тракту газоочисної системи в курсових проектах спецдисциплін і дипломному проектуванні для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 7.090409. Запоріжжя, 2002. 21с.
22. Теверовский Б.З. Расчеты устройств для очистки промышленных газов от пыли: учебное пособие. Киев : УМК ВО, 1991. 92 с.

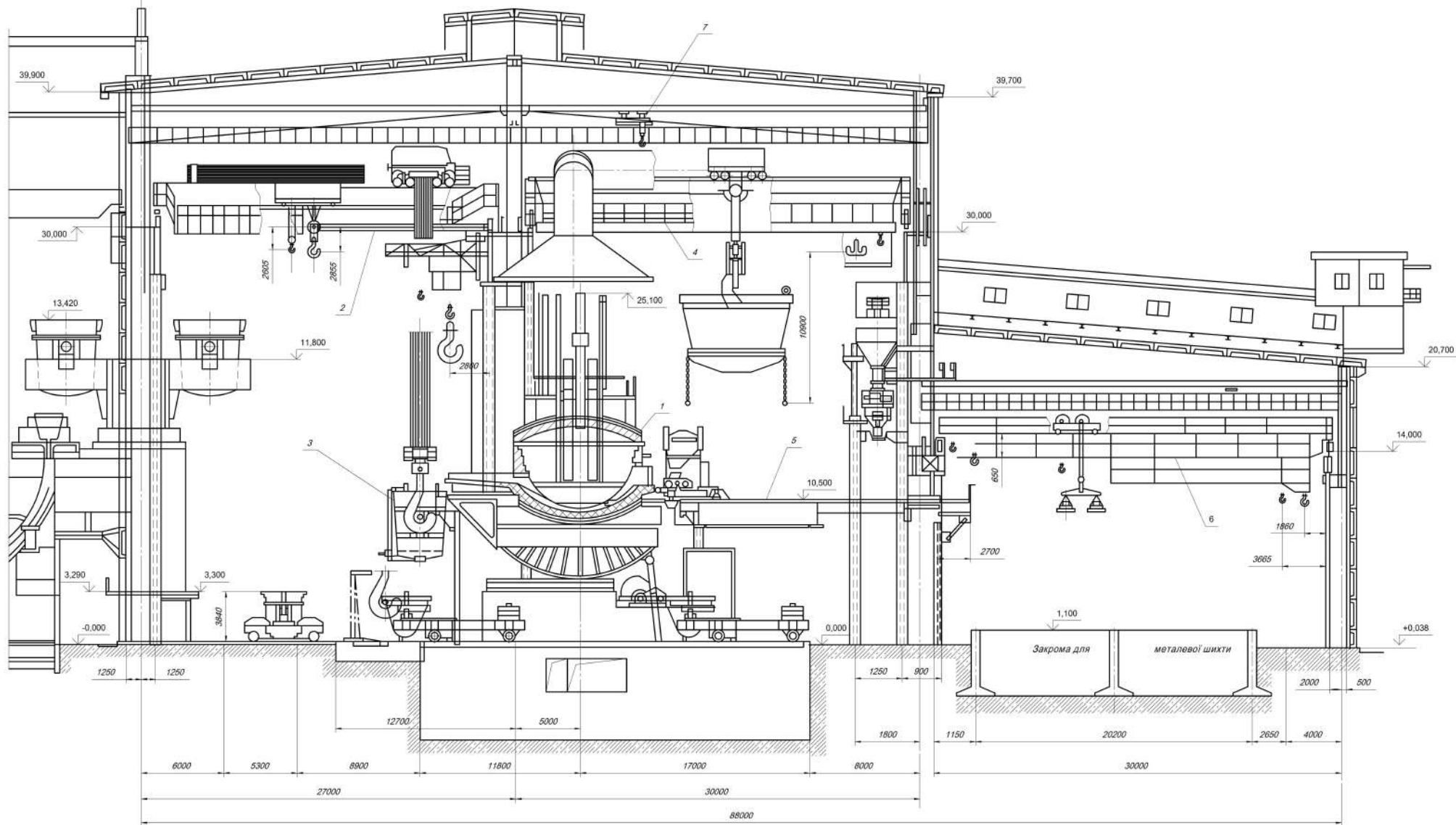
23. Теверовский Б.З. Расчеты устройств для очистки промышленных газов от пыли: учебное пособие. Киев : УМК ВО, 1991. 92 с.
24. Гудим Ю.А., Голубев А.А. Безотходная утилизация побочных продуктов электросталеплавильного производства.
25. Ефанов П.Д., Берг И.А. Охрана труда и техника безопасности в сталеплавильном производстве. Москва : Metallurgiya, 1987. 230с.
26. Трахтенберг А.М., Коршун М.М., Чебанова О.В. Гигиена труда и производственная санитария. Киев : Киев, 1997. 462с.
27. Юдин Е.Я. Справочник проектировщика. Защита от шума. Москва : Стройиздат, 1974. 134 с.
28. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Минск : Беларусь, 1987. 479 с.
29. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии. Москва : Metallurgiya, 1991. 132с.
30. Єгупов Ю.А. Організація виробництва на промисловому підприємстві. Навчальний посібник. К. : Центр навчальної літератури, 2006. 488 с.
31. Беренда Н.В., Малишева І.В. Організація виробництва. Методичні вказівки до виконання організаційної частини дипломного проекту для студентів ЗДІА професійного напрямку “Металургія” денної та заочної форми навчання. Запоріжжя, 2006. 38с.
32. Іващенко О.В. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічної частини дипломного проекту для студентів ЗДІА спеціальності 7.090401. Запоріжжя, 2004. 32 с.



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
I - Шиктовий проліт			
1	Якні бункера	2	
2	Мазитний кран	2	
3	Саморозвідомлювальний щедер	3	
4	Візок для перенесення щедер	3	
5	Грипальні переносні бункера	3	
6	Сувальний барабан	3	
7	Телевасні бункера робочого майданчику	3	
8	Мульд	4	
9	Басейн для ладібнення шкоти	3	
10	Бункера для коксу і док електродів	3	
11	Бункера для феросплавів	3	
12	Шокава драбарна	3	
II - Лінійний проліт			
13	Вози для вважування мульд	3	
14	Гч для насадки мульд	3	
15	Платформені вази	3	
16	Мульда переносного бункера	4	
17	Мульдозабірничий кран	4	
18	Забірничий кран	1	
19	Забірничий кран печі	4	
20	Електросталеплавильна піч	4	
21	Гч-ліфш	2	
22	Вакууматор	4	
III - Розливний проліт			
23	Розливний кран	3	
24	Стерезливий кіш	3	
25	Машина безперервного лиття зсотіток	3	
26	Вальцювання зсотіток або злітків	1	

ІННІ Д2. 57-19. 100 СХ				Лист	Масо	Висота
Дет. Назв.	КР. Вимір.	Квал.	Матр.	І/Н		
Розроб.	Гр. Ім'я	ДП				
Проб.	Гр. Ім'я	ДП				
Технік	Гр. Ім'я	ДП		Лист	Листів	0
Назнач.	Розроб.	ВГ		Технічний опис і креслення		
Виб.	Кожуховий	Г.В.		Інженер П.В. Зінько код. 1234, ст. 12.03.99		
Апаратно-технологічна схема				Формат А1		

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10



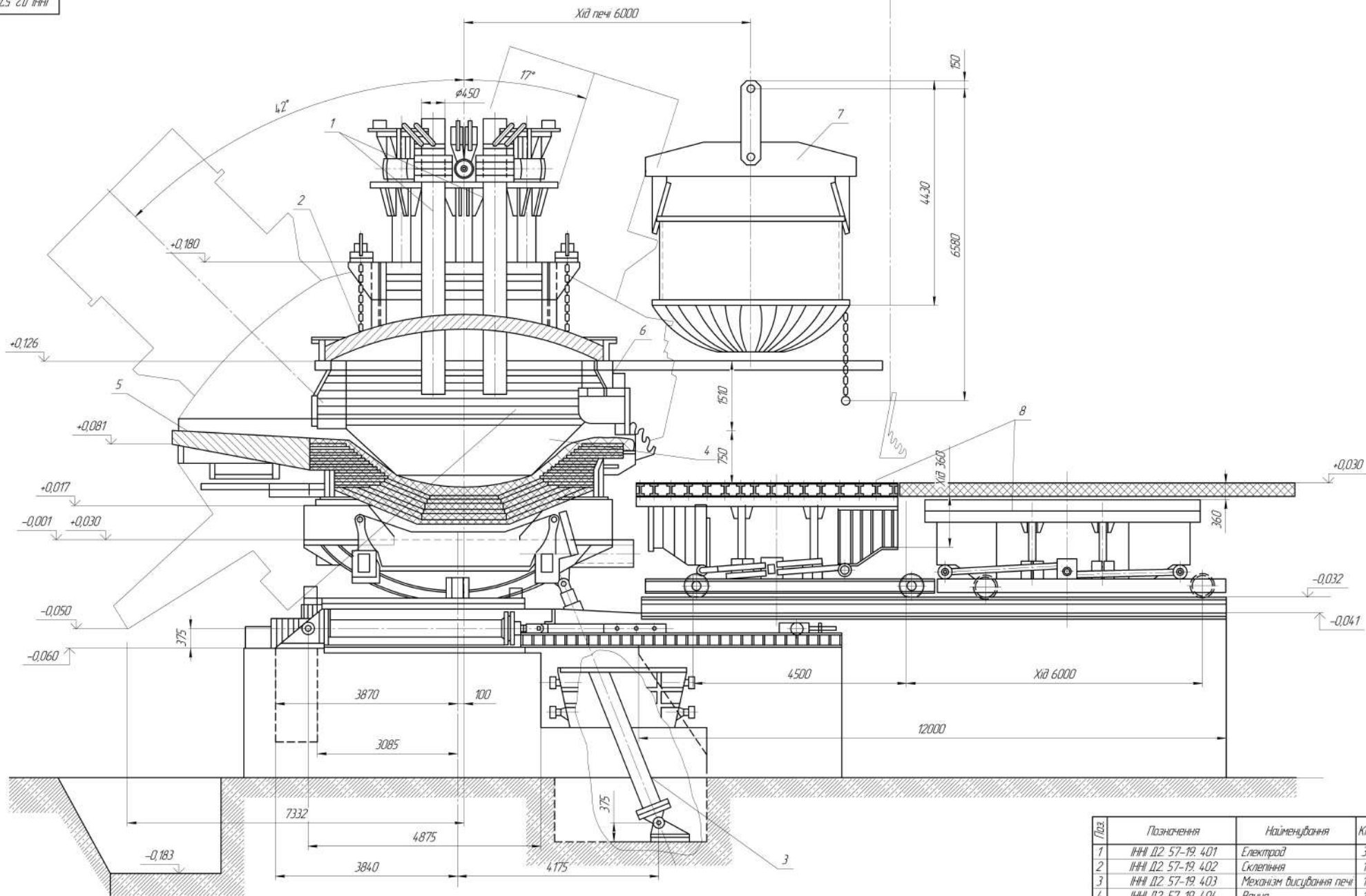
Лист	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
1	ІНН Д2.57-19.301	Електропідвіс лн ДСВ-50	1	
2	ІНН Д2.57-19.302	Розливний кран	1	
3	ІНН Д2.57-19.303	Кіби	1	
4	ІНН Д2.57-19.304	Мульозабвальний кран	1	
5	ІНН Д2.57-19.305	Стелаж для мильд	1	
6	ІНН Д2.57-19.306	Магнітно-грейферний кран	1	
7	ІНН Д2.57-19.307	Тельфер	1	
8	ІНН Д2.57-19.308	Зант	1	

ІНН Д2.57-19.300.3В

Зм.	Лист	№ Вказ.	Лист	Лист	Літера	Маск	Масштаб
Розроб	Гордієнко ДП				Д/Н		1:200
Керівник	Григорук ДС						
Конструктор	Григорук ДС				Лист 1		Лист 30
Начальник	Розкоп ВГ				Міжгалузевий завод «Укрмет» ІНН ЗНУ		
Зант	Колесник ГЗ				кар. ПЕОТ, ар. В.8339		

Проект системи очистки газів
 виробництва сириндоксицикліну
 сплавів з використанням спеціальних
 печей з утилізацією вихідного пилу

Розрахунок електричного балансу
 цеху

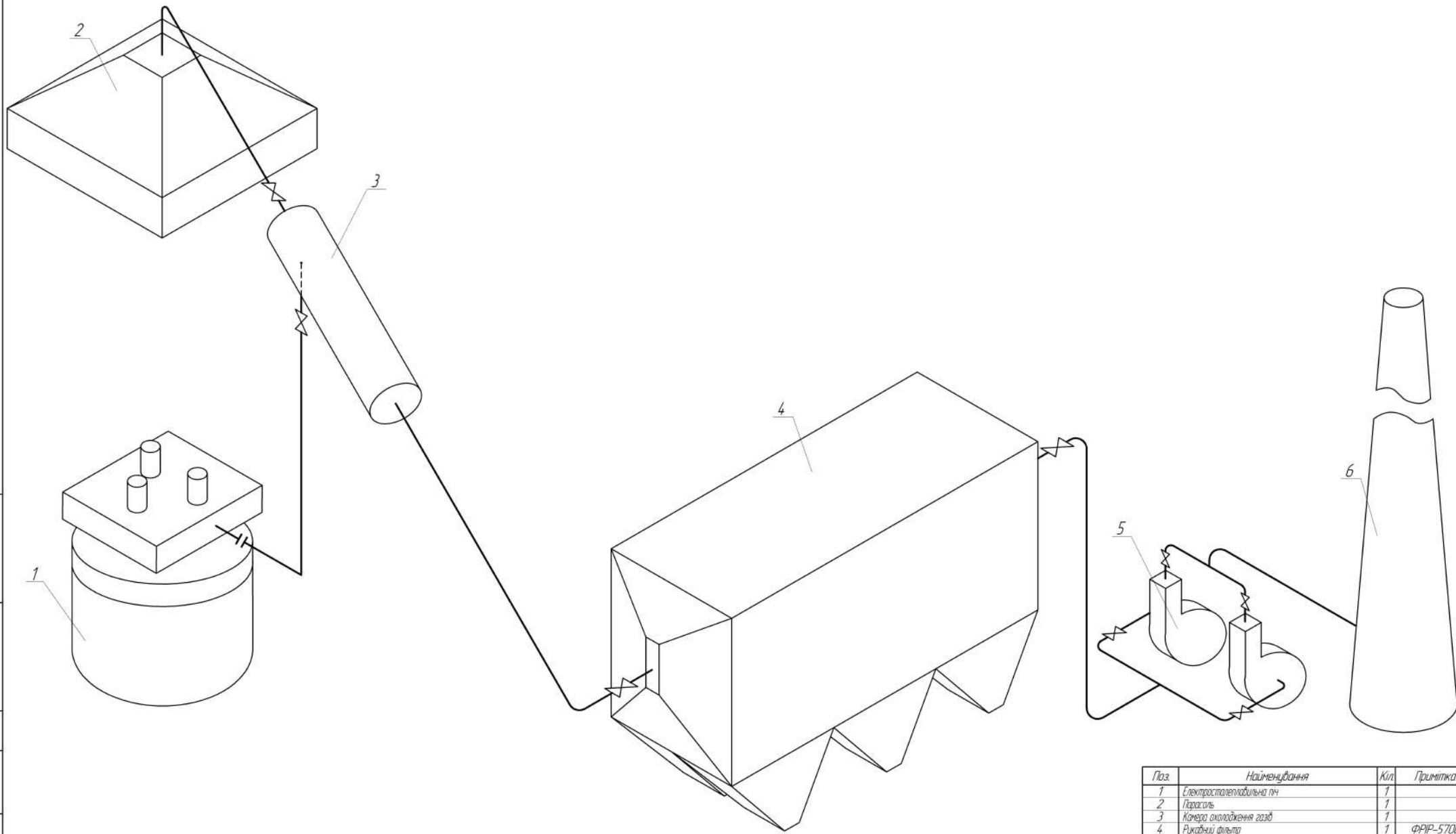


Лист	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН Д2 57-19. 401	Електродр	3	
2	ІНН Д2 57-19. 402	Скеління	1	
3	ІНН Д2 57-19. 403	Механізм висунання печі	1	
4	ІНН Д2 57-19. 404	Ванна	1	
5	ІНН Д2 57-19. 405	Зливний жолоб	1	
6	ІНН Д2 57-19. 406	Корпус	1	
7	ІНН Д2 57-19. 407	Завантажувальна баддя	1	
8	ІНН Д2 57-19. 408	Візок	2	

ІНН Д2. 57-19. 400 3В

Дет.	Лист	№ деталі	Під.	Лист	Листов.	Маса	Масштаб
Газодр	Газодр	ДР			Д Н		1:50
Корпус	Корпус	КО			Лист 6		Лист 87
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					
Корпус	Корпус	КО					

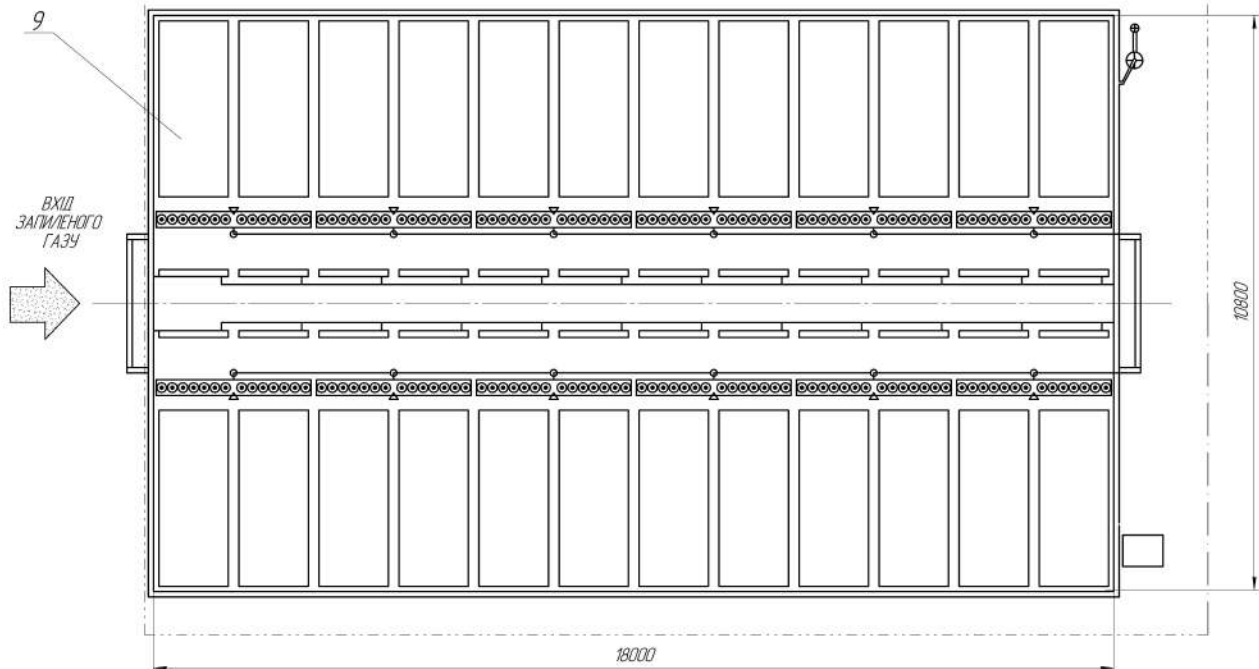
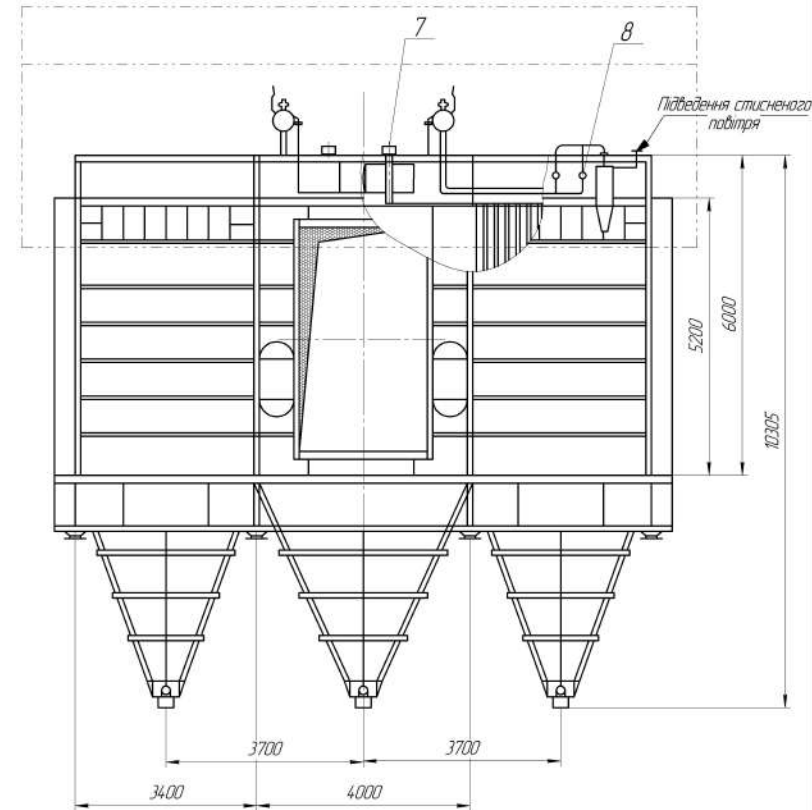
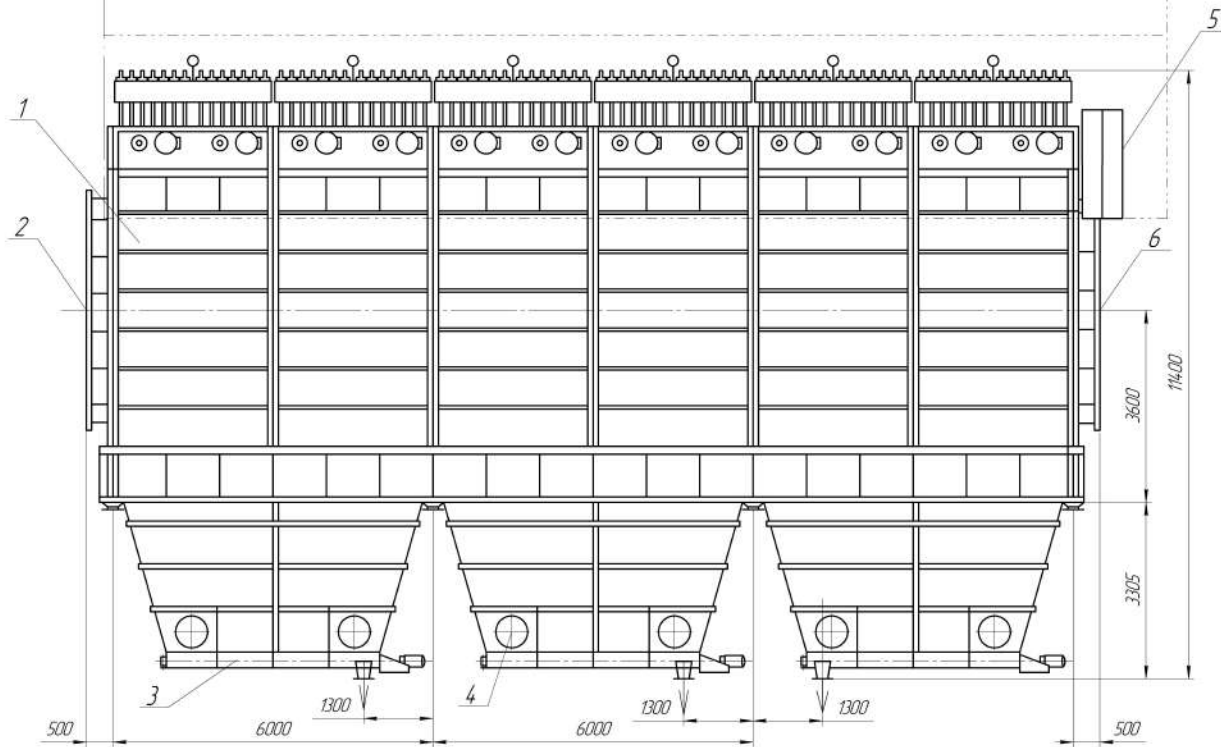
Проект системи очиски газів
 виробництва шпаківоблицювальних
 стовбів з електрокаталітичними
 печами з утилізацією вловленого пилу.
 Шкода електрокаталітичного пін
 ДСР-50
 Інженер: С.С.С. / М.М.М.
 м.р. 1983 р. за В.9839



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Електростатична пил.	1	
2	Парасоль	1	
3	Корпус охолодження газів	1	
4	Ручковий фільтр	1	ФРПР-5700
5	Вентильор	2	ВДН-326
6	Шимар	1	

				ІННІ Д2. 57-19. 500 СХ				
Вид	Лист	№ докум.	Група	Дата	Проект системи очищення газів від двоцифрових окислювальних сполук в електростатичній пилці з утилізацією вловленого пилу	Лист	№	Масштаб
Розроб	Григоренко Д.В.					0	1	
Проєкт	Григоренко Д.В.							
Конструктор	Григоренко Д.В.							Лист 5 з 12
Начальник	Рижко В.Г.				Схема газодобудового тракту газозахисної системи			Міністерство освіти і науки України ІННІ Д2
Зам.	Коваленко Г.В.				докум. № 8199			карт. ПЕДП, од. В.8199
					Автори:			Формат А1

Лист 1 з 12

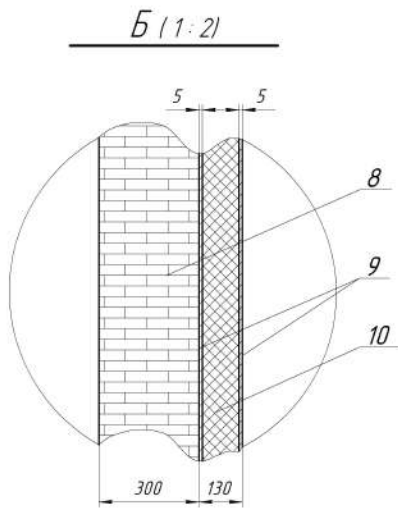
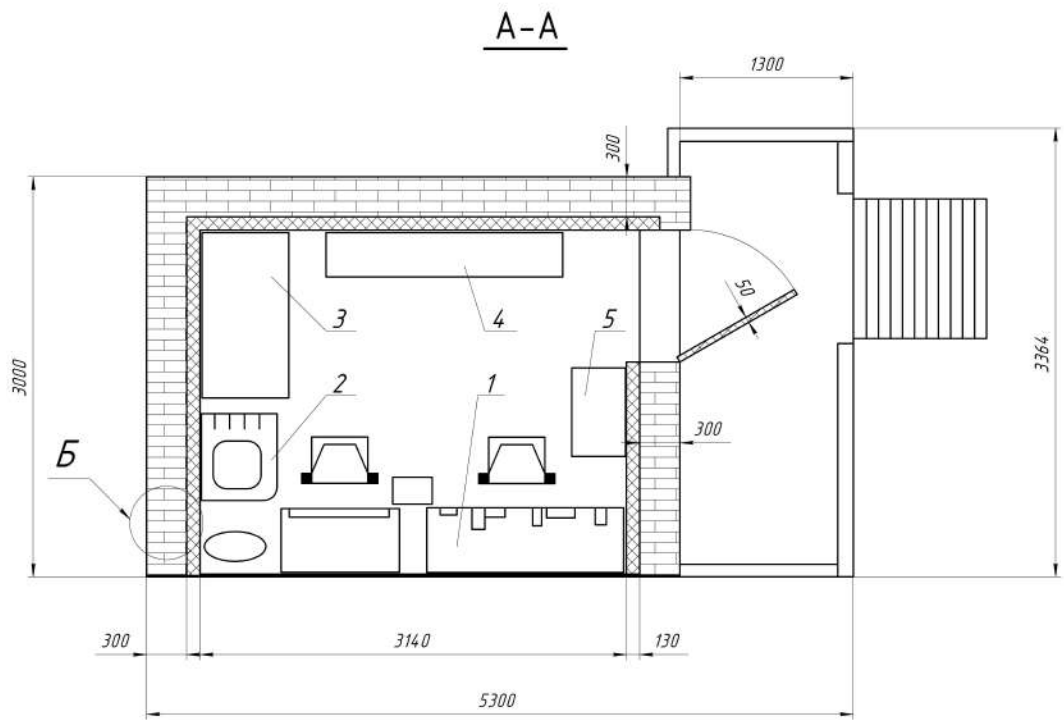
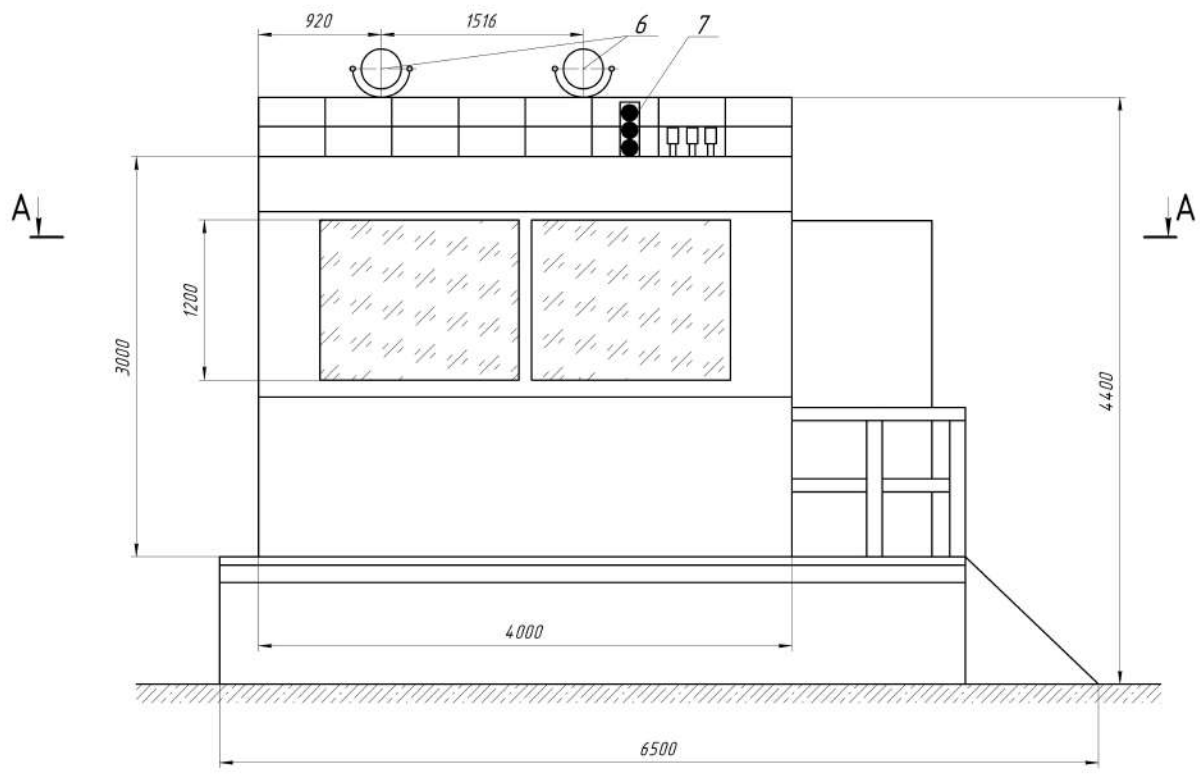


ВИХІД
ОЧИЩЕНОГО
ГАЗУ

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН Д2.57-19.701	Корпус фільтру	1	
2	ІНН Д2.57-19.702	Патрубок виходу газу	1	
3	ІНН Д2.57-19.703	Вузел відкачування пилу	6	
4	ІНН Д2.57-19.704	Ліжк	12	
5	ІНН Д2.57-19.705	Штра керування автоматичної системи регенерації рукавів	1	
6	ІНН Д2.57-19.706	Патрубок виходу газу	1	
7	ІНН Д2.57-19.707	Клапан відсичний	12	
8	ІНН Д2.57-19.708	Вузел регулювання стисненого повітря	12	
9	ІНН Д2.57-19.709	Кришки з'єдн.	24	
10	ІНН Д2.57-19.710	Клапан провідний	168	
11	ІНН Д2.57-19.711	Накопичувач стисненого повітря	12	
12	ІНН Д2.57-19.712	Коллектор розподільчий	1	
13	ІНН Д2.57-19.713	Корпус	1	
14	ІНН Д2.57-19.714	Рукав фільтрувальний	2688	

ІНН Д2.57-19.700.3В

Вен. Ліст	№ Висноу	Група	Дата	Проект системи очистки газів відокремлювачем штифтів з електромагнітним пилком з утилізацією відокремленої пилу	Лист	№	Масштаб
Архив	Група	ДП			Д/Н	14	150
Прод.	Група	ДП			Лист	1	Листів
Генерал	Група	ДП					
Начальн.	Рукав	ВГ		Рукавний фільтр ФРФ-5700	Місцевість	здати	назва
Змін.	Коллектор	Г.Б			Формат	А1	



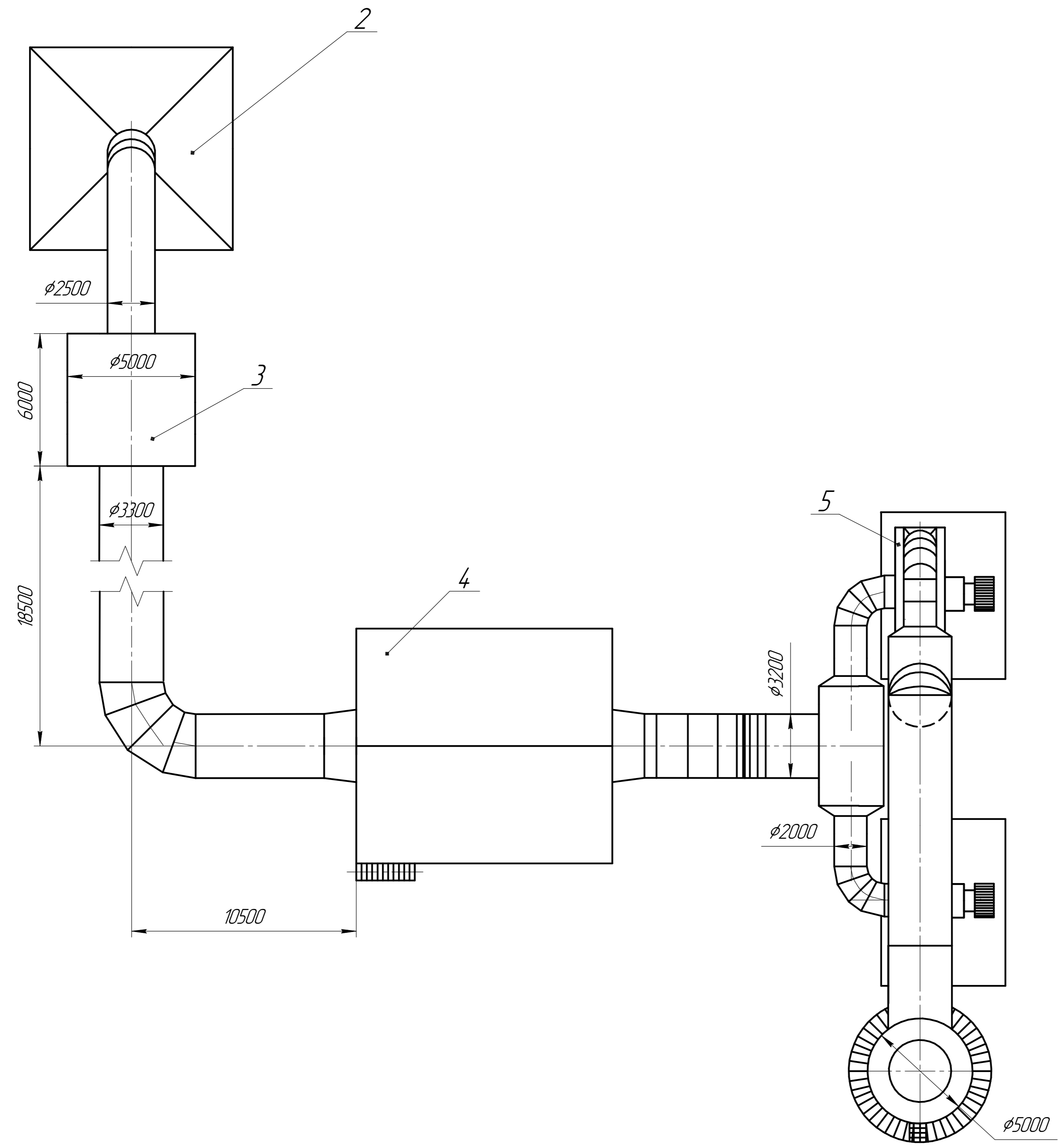
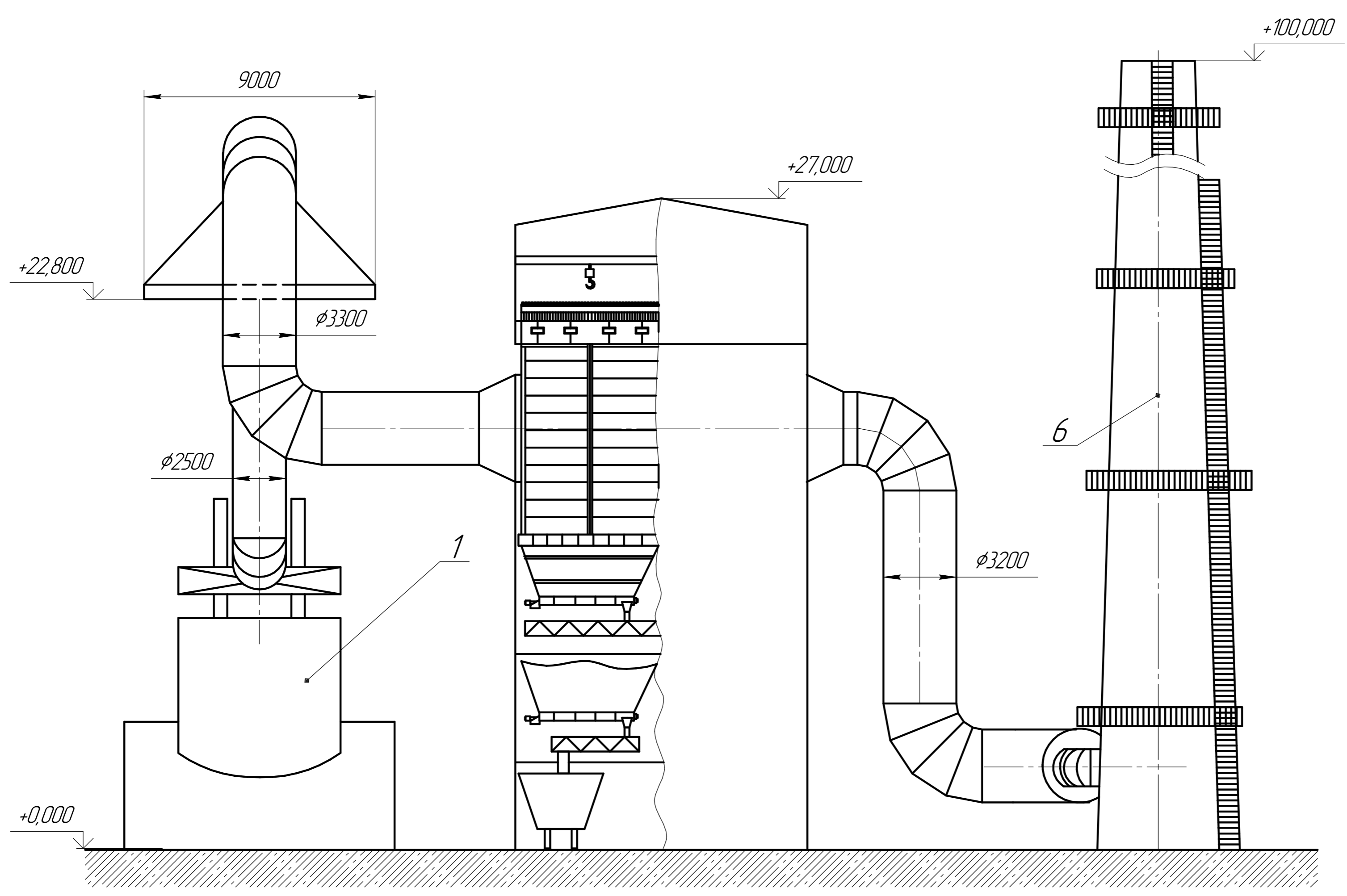
Поз	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН Д2. 57-19. 901	Пульт керування	1	
2	ІНН Д2. 57-19. 902	Ручкомичник	1	
3	ІНН Д2. 57-19. 903	Шкаф електрика	1	
4	ІНН Д2. 57-19. 904	Кондиціонер	1	
5	ІНН Д2. 57-19. 905	Стіл для комп'ютеру	1	
6	ІНН Д2. 57-19. 906	Проектор	2	
7	ІНН Д2. 57-19. 907	Сигналізація	1	
8	ІНН Д2. 57-19. 908	Цегельна стіна	1	
9	ІНН Д2. 57-19. 909	Металебий профіль	2	
10	ІНН Д2. 57-19. 910	Суперпанке склоблока	1	

ІНН Д2. 57-19. 900 3В				Лист	Масштаб
Проект системи очистки газів				Лист	Масштаб
виробництва підприємства «Інновації»				Лист	Масштаб
в електрогосподарстві міста з				Лист	Масштаб
утилізацією виведеного пилу				Лист	Масштаб
Теплоізоляційний пост				Лист	Масштаб
керування				Лист	Масштаб
Міністерство освіти і науки				Лист	Масштаб
України ІНН Д2. 57-19.				Лист	Масштаб
Д2.01. 22. В.1839				Лист	Масштаб
Формат А1				Лист	Масштаб

Лист 1 з 1
Лист 2 з 2
Лист 3 з 3
Лист 4 з 4
Лист 5 з 5
Лист 6 з 6
Лист 7 з 7
Лист 8 з 8
Лист 9 з 9
Лист 10 з 10

Основні техніко-економічні показники роботи газоочисної установки електросталеплавильного цеху

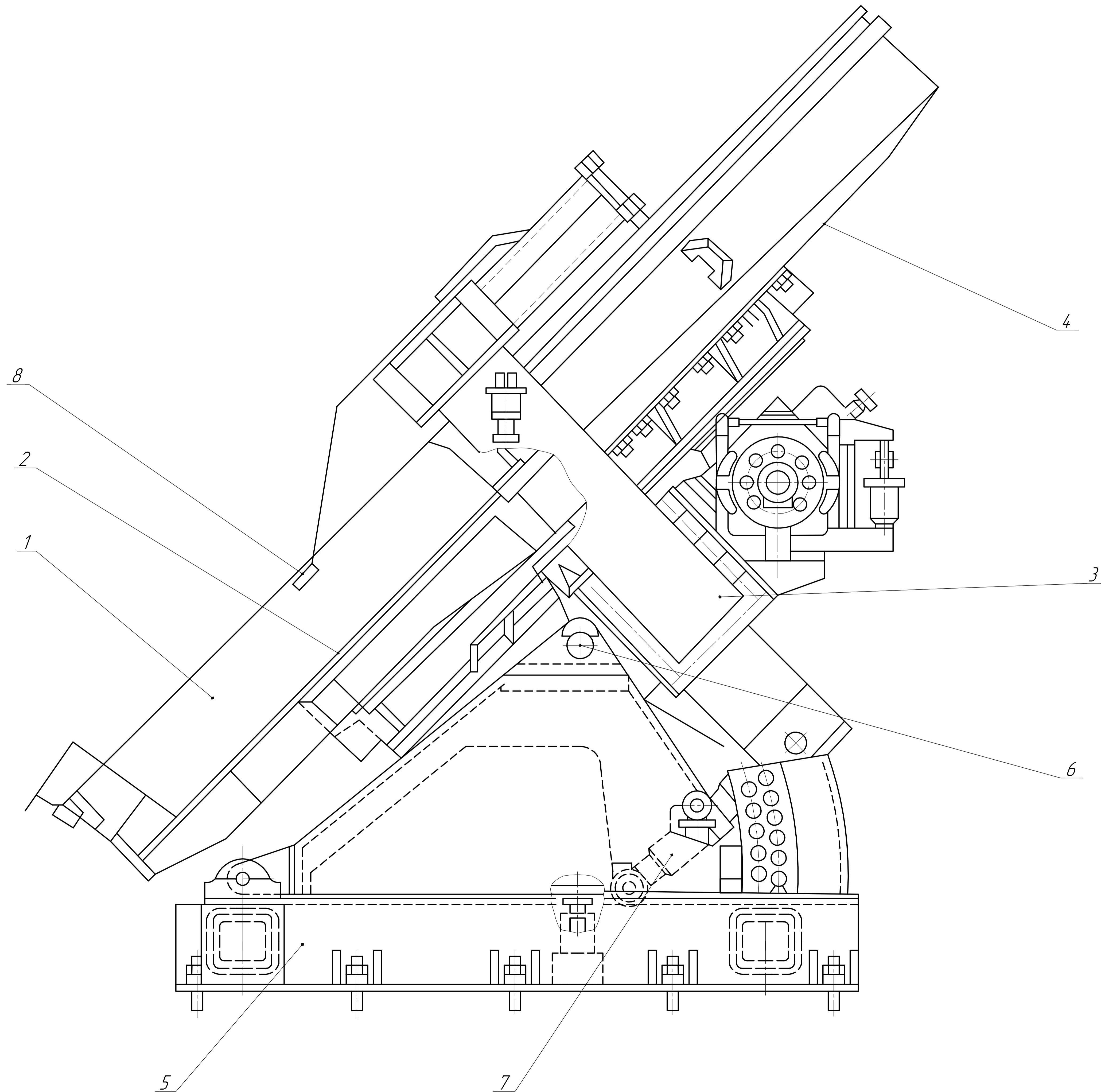
№ п/п	Найменування показника	Од. вим.	Варіант	
			базовий	проектний
1	Річна виробнича потужність установки	млн. м ³	3171,24	3217,20
2	Вміст пилу в газі: - до очищення - після очищення	г/м ³	2 0,08	2 0,02
3	Капітальні вкладення	тис. грн	116384,509	139369,104
4	Експлуатаційні витрати на очищення 1000 м ³ газу	грн	37,95	37,264
5	Економія від утилізації пилу на 1000 м ³ газу	грн	--	1,65
6	Витрати на очищення 1000 м ³ газу з урахуванням економії	грн	37,95	35,614
7	Річний економічний ефект	тис. грн	--	2190,913
8	Термін окупності додаткових капітальних вкладень	років	--	3,1
9	Економічна ефективність капітальних вкладень	грн/грн	--	0,32



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ ДЗ. 57-19.601	Ліч	1	
2	ІННІ ДЗ. 57-19.602	Зонт	1	
3	ІННІ ДЗ. 57-19.603	Камера охолодження	1	
4	ІННІ ДЗ. 57-19.604	Рукавний фільтр	1	ФРІР-57000
5	ІННІ ДЗ. 57-19.605	Вентилятор	2	ВДН-325
6	ІННІ ДЗ. 57-19.606	Димовая труба	1	

ІННІ ДЗ. 57-19. 006.3В						
ЗМ. Арх.	№ док.ім.	Підп.	Дата	Проект системи очистки газів виробництва швидкоплавних сталей в електросталеплавильних печах з утилізацією відпраженого пилю		
Розроб.	Гордієнко Д.Р.					
Керівник	Троцька О.О.					
Консил.	Троцька О.О.					
Інконтр.	Рижков В.Г.			Розріз системи газоочищення		
Затв.	Кожемжко Г.В.					
				Лит.	Маса	Маштаб
				Д	Н	1:20
				Лист в	Листів	10
				Міністерство освіти і науки України, ІННІ ЗНУ, каф. ПЕОП, зв. 8.1839		
				Формат А1		

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Чаша	1	
2	Зубчастий вінець	1	
3	Вал	1	
4	Кришка	1	
5	Станина	1	
6	Шарніра	1	
7	Гідрадамкрат	1	
8	Фарсунки	1	
9	Зубчаста передача	1	

				ІННІ. Д2. 57-19. 008 СХ		
Зм. Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата	Проект системи очистки газів виробництва шарикопідшипникових сталей в електросталеплавильних печах з утилізацією відходного пилу	Лист	Всього
Розроб.	Гордієнко Д.Р.				8	10
Керівник	Троцька О.О.				Міністерство освіти і науки України, ІННІ ЗНУ, каф. ПЕОП, гр. 8/1832	
Консил.	Троцька О.О.			Чашевий гідрадамкрат		
Начальн.	Рижков В.Г.					
Затв.	Коженьков Г.Б.					