

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 мокрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламу до утилізації»

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи 8.1839

Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»

Освітньої програми ^(назва) «Технології захисту
навколишнього середовища»

^(назва)
спеціалізації _____
^(код і назва спеціалізації)

Полюляк А.В.
^(ініціали та прізвище)

Керівник Кожемякин Г.Б.

^(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

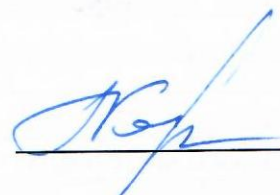
Кафедра прикладної екології та охорони праці

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
“ ” _____ 2020 року

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

Полюляк Анастасія Валеріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Проект системи мокрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламу до утилізації»

керівник роботи Кожемякін Геннадій Борисович, доцент, кандт. техн.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

3. Вихідні дані до роботи Температура мартенівського газу-600°С
витрата газу 150000 нм³/год, запиленістю 10 г/м³. Склад газу: CO₂ -5%, O₂ -
14%,N₂-74%, H₂O-7%

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, Характеристика мартенівського виробництва, Розрахункова частина. Охорона праці та техногенна безпека, Організаційно-економічна ефективність проекту, техніко-економічне обґрунтування проектних рішень, висновки, список використаних джерел,

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 10 креслень: План мартенівського цеху, Розріз мартенівського цеху, План газоочистки , Переріз газоочистки , Мартенівська піч, Труба Вентурі типу

ГВПВ-060 та Краплевловловач типу КЦТ 2200, Гідроциклон, Принципова схема зневоднення осаду, Аероціоний ліхтар, техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доц., к.т.н. Кожемякін Г.Б.		
2	доц., к.т.н. Кожемякін Г.Б.		
3	доц., к.т.н. Кожемякін Г.Б.		
4	доц., к.т.н. Кожемякін Г.Б.		

7. Дата видачі завдання 0.1.09.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	01.09-15.09 2020	
2	Аналіз зібраного матеріалу	15.09-01.10 2020	
3	Виконання 1 розділу	01.10-10.10 2020	
4	Виконання 2 розділу	11.10-18.10 2020	
5	Виконання 3 розділу	19.10-30.10 2020	
6	Виконання 4 розділу	01.11-10.11 2020	
7	Розробка графічного матеріалу	01.11-01.12.2020	
8	Перевірка роботи консультантами	01.11-01.12.2020	
9	Попередній захист роботи	01.12.2020	
10	Захист роботи у ЕК	15.12.2020	

Студент

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Полюляк А.В.

Керівник роботи (проекту)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Кожемякін Г.Б.

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Рижков В.Г.

Анотація

Полюляк А.В.. Кваліфікаційна робота «Проект системи мокрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламу до утилізації».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», науковий керівник Кожемякін Г.Б. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2020.

Розглянуто системи очистки газів мартенівського виробництва. Запропоновано та обґрунтовано схему газоочистки відхідних газів мартенівського виробництва мокрим методом. За допомогою цього метода можна понизити концентрацію пилу в газах до 50 мг/м^3 , що відповідає санітарним вимогам, тобто міра очищення досягає 98 – 99 %.. Розраховані основні газоочистні апарати, аеродинамічний тракт, основні апарати очистки стічних вод, реагентне господарство та апарати для зневоднення осаду.

Ключові слова: СКРУБЕР ВЕНТУРИ, ГАЗООЧИСТКА, ВОДООЧИСТКА, ГІДРОЦИКЛОН, УТИЛІЗАЦІЯ ПИЛУ, АЕРОДИНАМІКА, ВТРАТИ ТИСКУ.

Abstract

Poliuliak A. V.. Qualifying work « Project of a system for wet cleaning of open-hearth furnace gases with preparation of captured sludge for disposal ».

Qualification work for higher education master's degree in specialty 183 "environmental protection technologies", scientific supervisor Kozhemyakin G. B. Zaporozhye national University. Engineering educational and scientific Institute, Department of applied ecology and labor protection, 2020.

Gas purification systems of open-hearth production are considered. The scheme of gas cleaning of waste gases of open-hearth production by the wet method is proposed and justified. Using this method, you can reduce the concentration of dust in gases to 50 mg / m³, which meets the sanitary requirements, the degree of purification reaches 98-99 %.. The main gas cleaning devices, the aerodynamic path, the main waste water treatment devices, the reagent farm and the devices for sludge dewatering are calculated.

Keywords: VENTURI SCRUBBER, gas TREATMENT, water TREATMENT, HYDROCYCLONE, DUST RECOVERY, AERODYNAMICS, PRESSURE LOSS.

Аннотация

Полюляк А.В.. Квалификационная работа «Проект системы мокрой очистки газов мартеновских печей с подготовкой уловленного шлама к утилизации».

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 183» технологии защиты окружающей среды", научный руководитель Кожемякин Г. Б. Запорожский национальный университет. Инженерный учебно-научный институт, кафедра прикладной экологии и охраны труда, 2020.

Рассмотрены системы очистки газов мартеновского производства. Предложено и обосновано схему газоочистки отходящих газов мартеновского производство мокрым методом. С помощью этого метода можно снизить концентрацию пыли в газах до 50 мг/м³, что соответствует санитарным требованиям, степень очистки достигает 98 – 99 %.. Рассчитаны основные газоочистные аппараты, аэродинамический тракт, основные аппараты очистки сточных вод, реагентное хозяйство и аппараты для обезвоживания осадка.

Ключевые слова: СКРУББЕР ВЕНТУРИ, ГАЗООЧИСТКА, ВОДООЧИСТКА, ГИДРОЦИКЛОН, УТИЛИЗАЦИЯ ПЫЛИ, АЭРОДИНАМИКА, ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра :
с., табл., рис., джерел.

Ключові слова: СКРУБЕР ВЕНТУРИ, ГАЗООЧИСТКА,
ВОДООЧИСТКА, ГІДРОЦИКЛОН, УТИЛІЗАЦІЯ ПИЛУ,
АЕРОДИНАМІКА, ВТРАТИ ТИСКУ

Об'єкт проектування – система мокрої очистки газів мартенівського виробництва.

Предмет проектування - відхідні гази від мартенівського виробництва.

У ході кваліфікаційної роботи було обґрунтовано використання системи мокрої очистки газів мартенівських печей та обрано заходи з підготовки уловленого шламу до утилізації.

За допомогою мокрого методу очистки мартенівських викидів можна понизити концентрацію пилю в газах до 50 мг/м^3 , що відповідає санітарним вимогам, міра очищення досягає 98 – 99 %.

Були розраховані та обрані апарати, що входять в систему мокрої газоочистки. Система включає в себе 6 труб Вентурі типу ГВПВ-0,060, 4 краплєвловлювачі типу КЦТ-2200, ексгаустер типу ВМ-180/1100.

Проведено розрахунок основних техніко-економічних показників очищення конвертерного газу. На підставі проведених розрахунків було встановлено, що строк окупності капіталовкладень становить 0,81 років при коефіцієнті економічної ефективності 1,23 грн/(грн·рік

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	8
1.1. Виробництво сталі в мартенівських печах	8
1.2. Двованні печі	10
1.3. Розливання та зливка сталі	14
1.4.Характеристика мартенівських газів.....	17
1.5.Очитска мартенівських газів	20
1.6. Очищення газів, що відходять двохванних печей	24
1.7. Оксиди азоту і боротьба з ними в мартенівському виробництві.....	27
1.8. Аналіз та обґрунтування схем очищення.....	28
1.9. Неорганізовані викиди та боротьба з ними	30
1.10 Висновки до розділу	31
РОЗДІЛ 2.РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	35
2.1. Розрахунок скрубера Вентурі	35
2.2 Аеродинамічний розрахунок газового тракту системи мокрої газоочистки газів мартенівського виробництва	45
2.3 Підбір тягодуттєвого обладнання	55
2.4 Зневоднення осаду, що йде на утилізацію	57
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	74
3.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних чинників	74
виробничого середовища проектованого мартенівського цеху	74
3.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища проектованого мартенівського цеху	76
3.3 Виробнича санітарія основного приміщення проектованого цеху, побутових та допоміжних приміщень	79
3.4 Заходи з електробезпеки у проектованому цеху	81
3.5 Заходи пожежної безпеки в проектованому мартенівському цеху	83
3.6 Розрахунок аераційного ліхтаря	85
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	88
4.1 Організація роботи на ділянці очищення газів	89
4.2 Планування виробничої програми	91
4.3 Розрахунок капітальних вкладень	92
4.4 Розрахунок витрат на очищення води	96
4.5. Визначення основних техніко-економічних показників.....	102
ВИСНОВОК	104
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ВИКОРИСТАННЯ	106

ВСТУП

З усіх пилогазових викидів зі сталеплавильних агрегатів найбільша кількість припадає на мартенівські печі: 90% оксидів сірки, 85% оксидів азоту і 75% пилу. Основними джерелами димоутворення в мартенівській печі є паливо, газовиділення з сипучих матеріалів при їх нагріванні і розкладанні і виділяються при окисленні вуглецю шихти вуглекислий газ і окис вуглецю.

Відведений від мартенівської печі газ, перед викидом в атмосферу піддається обов'язковому очищенню. Перед очищенням газ охолоджують в котлах-утилізаторах до 220-250 °С.

Найбільшого поширення набули дві схеми очищення мартенівського газу: суха в електрофільтрах і мокра в скруберах Вентурі.

Суха очистка газу вимагає спорудження дорогих систем водопостачання та шламової каналізації, полегшують утилізацію уловленого продукту, знижують корозійний знос обладнання та комунікацій, характеризуються меншим споживанням електроенергії та води, покращують умови розсіювання шкідливих викидів в атмосфері

Скрубера Вентурі знайшли широке застосування завдяки малим габаритам, простоті виготовлення, монтажу та обслуговування. Скруббер включає в себе власне трубу Вентурі і прямоочний циклон-краплевловлювач. При необхідності очищення великих кількостей газів застосовують групову компоновку з декількох труб Вентурі - по кілька труб в два ряди. Скрубери Вентурі забезпечують високий ступінь очищення газів (вище 99%) від тонкодисперсного пилу, але володіють великим гідравлічним опором (до 10 кПа і вище) і значним краплеуносом. Вони відносяться до розряду високоенергоємних апаратів.

Мокрі апарати мають такі переваги: простоту конструкції і порівняно не високу вартість; менші габарити в порівнянні з електрофільтрами; можливість використання при підвищеній температурі і підвищеній вологості

газів; уловлювання разом з зваженими твердими частинками парів і газоподібних компонентів.

РОЗДІЛ 1

1.1. Виробництво сталі в мартенівських печах

При мартенівському способі сталь виплавляється в мартенівських печах за рахунок нагріву шихти і плавлення металу спалюванням рідкого або газоподібного палива.

Залежно від складу шихти розрізняють скрап-процес і рудний процес.

При скрап-процесі шихта складається з металевого лому (приблизно 75%) і твердого чавуну у вигляді чушок. Цей процес застосовується там, де є сталевий лом - на машинобудівних заводах. Такий різновид мартенівського процесу має назву - плавка на твердій шихті.

При рудному процесі в піч заливається рідкий чавун і додається 20-25% руди. Окислення домішок чавуну йде за рахунок кисню руди. Оксиди кремнію, марганцю і інших елементів, що утворюються, переходять в шлак, вуглець у вигляді CO, CO₂ - в газову фазу. Рудний процес застосовується на великих металургійних заводах з повним циклом, де є рідкий чавун.

Використовують також скрап-рудний процес, при якому шихта складається з руди, рідкого чавуну і металевого лому.

Основною характеристикою мартенівської печі є її місткість - кількість сталі, що виплавляється за одну плавку. Мартенівські печі мають місткість від 50 до 500 т і більше.

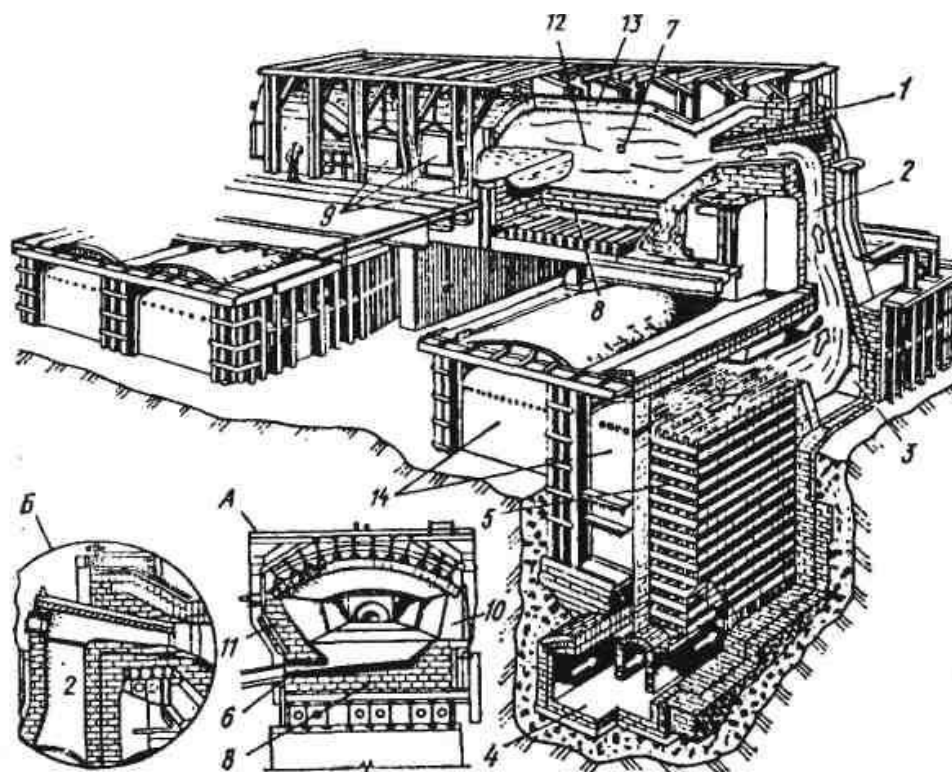
Перевага мартенівського способу виробництва сталі в отриманні якісного металу заданого хімічного складу, можливості виплавки сталей будь-якої марки, навіть легованих.

Недоліком способу є неможливість повного видалення сірки і фосфору і наявність в сталі газових включень.

Мартенівську сталь одержують в полум'яній печі, де спалюють газоподібне (суміш генераторного, колошникового або коксівного газів) або

рідке (нафта, мазут) паливо. Для підтримки горіння в піч подається підігріте повітря.

Основна частина мартенівської печі - робочий простір, куди завантажуються шихтові матеріали і де проводиться плавка. Завантаження шихти проводиться через спеціальні вікна.(рис.1).



1 - голівка; 2 - вертикальний канал; 3 - шлаковик; 4 - свині; 5 - насадка газового регенератора; 6 - сталевипукле ОТВејрсае; 7 - отвір в задній стінці печі для спуску шлаку; 8 - під; 9 - вікна завалок; 10 - передня стінка; 11 - задня стінка; 12 - робочий простір; 13 - зведення; 14 - регенератори (газовий і повітряний); А - поперечний розріз робітника простору печі; Б - розріз по «голівці» печі.

Рисунок 1. - Сучасна мартенівська піч.

Регенератори для підігріву повітря і палива мають вигляд камер, викладених зсередини вогнетривкою цеглою та утворюють насадку з вертикальними каналами. Регенератори в нижній частині сполучені каналами, по яких поступають повітря і газ і відводяться продукти горіння. Періодично напрями подачі палива і відведення продуктів горіння змінюються.

У разі застосування газоподібного палива використовуються по два регенератори з кожної сторони: в одному підігрівається повітря, в іншому - паливо. Печі, що опалюються рідким паливом, мають по одному регенератору - для підігріву повітря, а паливо подається в піч форсунками.

З робочого простору мартенівської печі продукти горіння, що мають температуру біля 1600 °С, поступають в регенератори, і нагрівають їх насадки до температури 1000-1200 °С.

Через нагріті регенератори, що розташовані по іншу сторону печі, проходять газоподібне паливо і повітря. Останні нагріваються до температури 900-1000 °С і поступають в мартенівську піч.

У піч завантажують шихтові матеріали, подають паливо і повітря.

Потрапляючи в піч, гаряче повітря і паливо утворюють факел. Температура в робочому просторі підіймається до 1700-1800°С.

Мартенівський процес підрозділяється на три періоди: плавлення (тривалість 3-5 год), кипіння (1-3 год) і розкислювання. Загальна тривалість плавки сталі в мартенівських печах 5-8 годин.[2]

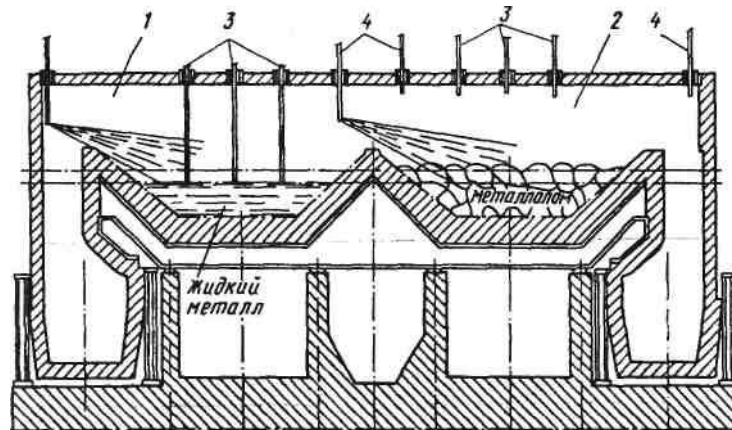
1.2. Двованні печі

У нашій країні перші двохванні печі були встановлені в 1965 р., надалі в Росії і Україні працювало більше десяти двохванних печей. Двохванні печі є плавильними агрегатами з двома ваннами, двома голівками, двома

вертикальними каналами, двома шлаковиками і системою свиней і перекидних клапанів.

Принцип роботи двохванної печі полягає в тому, що тоді як в одній (I) ванні йде продування металу киснем, в другій (II) тверда шихта (металобрухт, додаткові матеріали) підігрівається теплом газів, що відходять від першої ванни. Продуктивність печі при такому методі роботи зростає.

Технологія плавки в двованній печі принципово не відрізняється від технології плавки в мартенівській печі, що працює з інтенсивним продуванням ванни киснем, проте є деяка відмінність. У момент закінчення заливки чавуну і початку продування ванни в шлаку спостерігається високий зміст оксидів заліза (30-40 %, а на деяких плавках ще вище). В період інтенсивного зневуглицювання зміст оксидів заліза в шлаку дещо знижується, проте у кінці плавки, при пониженні концентрації вуглецю знову зростає.(рис.2).[3]



1-ванна ; 2 - ванна ; 3 - кисневі фурми; 4 - паливо-кисневі пальники

Рисунок 2 . Схема двованної сталеплавильної печі.

Основна кількість тепла у ванні печі виділяється в результаті окислення заліза і його домішок, а відносна величина тепловіддаючої поверхні в двованній печі вища, ніж в конвертері, тому температура в робочому просторі нижча, ніж в мартенівських печах в періоди плавлення і

доведення і в конвертерах. Температура шлаку в двованній печі, як правило, не перевищує температури металу.

Внаслідок нижчої температури шлаку наведення активного рідкоподвижного високоосновного шлаку утруднюється, тому вважають за краще по ходу плавки не вводити значних порцій вапна, а для повного ошлакування винищити або вапняку, завантажених під час завалки, практикують метод підйому одній або двох фурм.

При цьому починає інтенсивно окислюватися залізо (так само, як в початковий період конвертерної плавки), в результаті підвищення температури шлаку і його окислення швидко формується досить рідкорухливий і гомогенний шлак.

Зміст SiO_2 в шлаку нижчий, ніж зазвичай в мартенівській плавці, що пов'язано з тим, що в двованній печі залізну руду в період завалки зазвичай не вводять. Розчинення в шлаку вапна, введеного в піч в період завалки, починається через деякий час після закінчення заливки чавуну. До моменту розплавлення основність шлаку CaO/SiO_2 підвищується до 2, під час доведення основність шлаку продовжує зростати. Формування активного жидкоподвижного шлаку забезпечує досить успішне проведення десульфурації металу.

Підвищена окисленність шлаку в двухфазній печі забезпечує також успішне проведення дефосфорації металу.

Розрахунок показує, що при продуванні киснем звичайного передільного чавуну прихід тепла на 1т чавуну складає приблизно 3150 МДж. Ця кількість тепла складається з трьох приблизно рівних частин: 1) фізичного тепла рідкого чавуну; 2) тепло, що виділяється при окисленні домішок чавуну; 3) тепло допалювання CO в CO_2 .

Витрата цього тепла розподіляється таким чином: близько 50 % від приходу тепла міститься в рідкій сталі і шлаку (ентальпія ванни); близько 10 % -тепло, що знаходиться в газах (в основному CO_2), що відходять, і іншого 40 % тепла витрачаються на компенсацію втрат через кладку, втрат з водою,

що охолоджує окремі елементи печі, і на переробку лому або залізної руди (надлишок тепла). Таким чином, кількість переробленого лому (чи залізної руди) визначається тепловим балансом.

Теоретично при зміні в шихті більше 65 % рідкого чавуну двохванніве печі можуть працювати без витрачання палива. Якщо ж за умовами виробництва в піч завантажують лому більше, ніж відповідає по балансу тепла, то недолік тепла має компенсуватися паливом, що подається. Природно, що тепловий баланс залежить також від складу чавуну, головним чином від змісту в нім кремнію.[4]

Паливо в двохванні печі подають за допомогою газо-кислородних пальників, встановлених в зведенні і торцях печі. Пальники можуть бути стаціонарними або рухливими.

Добре працюючі двохванні печі витрачають на 1т стали 70-75 м³ кисню і 3-4 кг вогнетривів. Витрата топлива визначається складом шихти (головним чином витрат і складом чавуну).

Перевагами двохванових печей є:

- 1) Висока продуктивність;
- 2) Менша трудомісткість ремонтів;
- 3) Можливість розміщення печей в існуючих мартенівських цехах (габарити, використання кранового обладнання, комунікацій і т.д.).

Ці переваги визначили поширення печей такого типу для заміни мартенівських печей, що працюють скрапрудним процесом з інтенсивною продувкою киснем.

Разом з тим цілий ряд проблем організації роботи двохванних печей поки ще не вирішено: а) тепла робота печі ускладнюється великими підсосами холодного повітря (в результаті підсосу основна маса СО окислюється в тому робочому просторі, де відбувається продування, не встигаючи перейти в той простір, де йде Підігрів твердої шихти); б) в двохванних печах при інтенсивній продувці киснем спостерігається підвищений Чад металу; в) не вирішена проблема видалення з атмосфери

цеху бурого диму, що вибивається при інтенсивній продувці через щілини в кладці і оглядові наглядачі; не вирішені і деякі інші проблеми.

Однак найголовніший недолік-незадовільні умови роботи в екологічному відношенні: значний винос плавильного пилю і газів, що містять CO, SO₂, NO^{*}. При цьому викиди газів і пилю безпосередньо на робочих місцях в цеху шкідливі і заважають обслуговуванню печей.

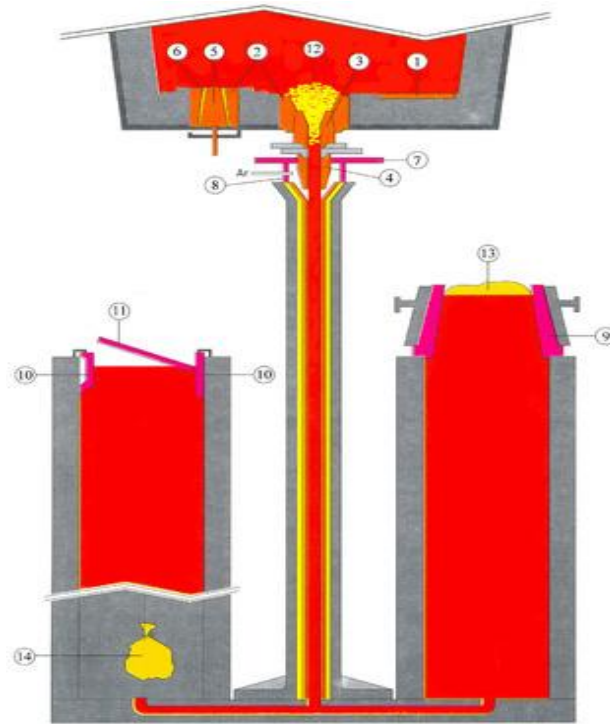
Помітного скорочення неорганізованих викидів пилю і газів безпосередньо в цеху вдалося домогтися, реконструювавши звичайні двохванні печі на печі прямоточні або одноканальні. Печі ці отримали назви ПДА (прямоточний двохванный агрегат) або ПСА (прямоточний сталеплавильний агрегат). Основний принцип роботи цих агрегатів-відведення димових газів з кожного робочого простір через суміжний вертикальний канал або взагалі в один загальний вертикальний канал. У таких агрегатах не тільки відсутня Регенерація тепла відходять газів, а й зменшується частка тепла, що витрачається на підігрів твердої шихти. Природно, що при цьому помітно зростають витрати палива і кисню.[5]

1.3. Розливання та зливка сталі

При всіх способах виробництва рідка сталь випускається в *розливний ківш*, виконаний з листової сталі, футерований вогнетривкою цеглою. Ємність розливного ковша відповідає кількості металу, що розливають. В днищі ковша є отвори, які закриваються або шибєрними затворами, або вогнетривкими пробками стопора, який укріплено на спеціальному стрижні.

З ковша сталь розливають у виливниці - чавунні форми з гладкою внутрішньою поверхнею для полегшення витягання зливка з виливниці, щоб уникнути утворення на ньому тріщин. Перед заповненням виливниці розплавленою сталлю стінки її мажуть кам'яновугільною смолою, або

спеціальних пазах піддону, з декількома виливницями. Рідкий метал проходить через ці канали і одночасно заповнює знизу всі виливниці, які розташовані на одному піддоні. На одному піддоні можуть бути одночасно розташовані від 2 до 40 виливниць. (рис.4).



1 - відбійна плита ковша; 2 - гніздова цеглина; 3 - верхня (внутрішній) вогнетривка склянка; 4 - нижня вогнетривка склянка; 5 - продувальний блок; 6 - кожух продувочного блоку; 7 - захисний екран; 8 - облаштування для захисту струменя металу; 9 - моноблочна прибуткова надставка; 10 - прибуткова надставка, що полягає з декількох частин; 11 - захисна пластина; 12 - порошок для засипки каналу шибера (стартова суміш); 13 - люнкерит; 14 - порошкоподібний флюс.

Рисунок.4- Схема сифонного розливання сталі.

На сьогодні безперервне розливання сталі витісняє всі інші способи розливання сталі, так є найекономічнішим і якнайменше витратним способом. Сталь з ковша через проміжний ківш потрапляє в кристалізатор, безперервно охолоджуваній водою. Перед заливкою металу в кристалізатор вводять металеву плиту (зародок), яку встановлюють у донній частині кристалізатора, і на якій починає тверднути рідкий метал. Потім вмикають механізм витягування і безперервний зливочок витягують роликми з кристалізатору. В зоні охолодження зливочок оббризкують спреєрами дрібними краплями води і далі безперервний зливочок розрізають на заготовки необхідної довжини механічними пилками або вогневими газовими різаками. Якщо у звичайних зливках після прокатки у обтискувальних станах відрізають головну 14-18 % і донну частину 2-4 %, близько 20 % всього металу, то у безперервнолитої заготовки нема ні голови, ні дна – тому втрати металу значно менші.[7]

Переваги безперервного розливання - підвищення якості заготовки, зростання продуктивності, можливість механізації і автоматизації процесу, зменшення витрат і підвищення виходу годного металу.

1.4.Характеристика мартенівських газів

З усіх пилогазових викидів зі сталеплавильних агрегатів найбільша кількість припадає на мартенівські печі: 90% оксидів сірки, 85% оксидів азоту і 75% пилу. Основними джерелами димоутворення в мартенівській печі є паливо, газовиділення з сипучих матеріалів при їх нагріванні і розкладанні і виділяються при окисленні вуглецю шихти вуглекислий газ і окис вуглецю. На одну тонну садки в березні-новських печах при опаленні їх природним газом утворюється від 1000 до 4000 м³/год газу, що має на виході з печі

температуру 700 - 800 °С. Для печей, що працюють з подачею мазуту (20-50% по теплу), кількість продуктів згоряння збільшується на 5%. Через підсосів повітря до кінця кампанії обсяг газів, що йдуть збільшується на 10-15%. Хімічний склад газу залежить від виду застосовуваного палива, складу шихти і технології плавки. У ньому містяться оксид і діоксид вуглецю, оксиди азоту і сірки, кисень, водень, азот, водяна пара і деякі інші речовини. Кількість оксидів сірки залежить від виду застосовуваного палива і, наприклад, при опаленні коксодоменним газом може досягати 800 мг/м³. Середній об'ємний склад йдуть продуктів згоряння печей, що працюють на збагаченому киснем дуття, %: 10,5-15,1 CO₂; 16-16,5 H₂O; 62,3-66,1 N₂; 6,5-7,2 O₂; сліди SO₂.

Крім газоподібних домішок, що відходить газ містить значні кількості пилу-до 15 г/м³. У початковий період плавки пил велика, вона складається з частинок руди, вапняку і деяких інших компонентів. Пилоутворення пов'язане з розтріскуванням шихти при нагріванні, а також з чадом металу, що оплавляється.

У період плавлення при продувці ванни киснем виділяється велика кількість дрібнодисперсного пилу (розмір частинок < 1мкм). Більшість дослідників вважають, що основною причиною утворення пилу (бурого диму) є випаровування металу в зонах високої температури з подальшим окисленням і конденсацією в атмосфері печі.[8]

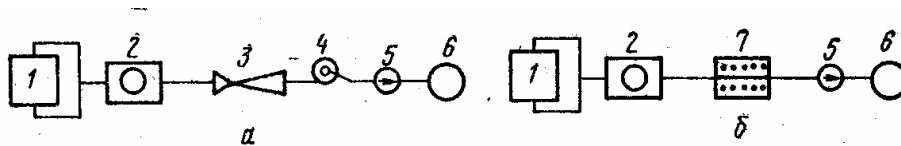
Мартенівський пил складається в основному з оксидів заліза (близько 88 %). Крім того, в ній містяться оксиди алюмінію, марганцю та інших речовин, що входять до складу шихти; оксиди заліза надають газу коричневе забарвлення.

Пил, що забирається з печі, в значній мірі осідає по газовому тракту: 50-60% в шлаковику, 15-20% в регенераторах, 10-15% в котлі-утилізаторі. Таким чином, запиленість газу після котла-утилізатора (перед газоочисткою) становить 10-15% вмісту пилу в газах, що виходять з печі.

Крім пилу в йдуть мартенівських газах містяться шкідливі газоподібні компоненти: 30-50 мг/м³ оксидів сірки і 200-400 мг/м³ оксидів азоту. З відхідних газів мартенівських печей газоподібні компоненти не вловлюються.

У мартенівських цехах є і неорганізовані джерела надходження пилу в навколишнє середовище. Наприклад, в повітрі міксерного відділення вміст пилу може доходити до 13 г/м³; в місці розвантаження сипучих матеріалів в шихтовом дворі 260-460 мг/м³; в люнкеритної установці в розливному прольоті 100-160 мг/м³. Відводиться від мартенівської печі газ, перед викидом в атмосферу піддається обов'язковому очищенню. Перед очищенням газ охолоджують в котлах-утилізаторах до 220-250 °С.

Найбільшого поширення набули дві схеми очищення мартенівського газу: суха в електрофільтрах (рис 5,) і мокра в скруберах Вентурі (рисунок 3). Ефективність обох апаратів приблизно однакова: і в тому і в іншому випадку запиленість очищених за цими схемами газів не перевищує 100 мг/м³. Даний показник цілком відповідає санітарним нормам.



1 - мартенівська піч; 2-котел-утилізатор; 3-труба Вентурі; 4-краплевловлювач; 5-димосос; 6-димова труба; 7-сухий електрофільтр

Рисунок 5 - застосовувані схеми очищення відхідних газів мартенівських печей.

Проведені підрахунки показали, що найменша величина капітальних витрат досягається при установці скруберів Вентурі, а мінімальний рівень експлуатаційних витрат – при використанні сухих електрофільтрів.

Для поліпшення економічних, технологічних показників ще в СРСР почали проводити реконструкцію мартенівських печей в двоухванні агрегати (ДСПА), що працюють значно інтенсивніше.

Кількість газів, що відходять з робочого простору холодної камери ДСПА становить 50 000-60 000 м³/год, їх температура 1400-1500 °C. у газах міститься 4-11% CO₂, 0,2-0,8% CO, 8-17% O₂. Запиленість газів, що відходять становить 15-25 г/м³. [9]

1.5. Очитска мартенівських газів

Передільний чавун в рідкому вигляді перевозиться в чавуновозних ковшах в міксерне відділення і зливається в міксер, де він зберігається в розплавленому стані і в міру потреби в ковшах подається до сталеплавильних агрегатів. В процесі скачування шлаку, зливу чавуну в міксер і з міксера в ківш виділяється газ, що містить пил.

У процесі виплавки сталі в мартенівських печах, особливо із застосуванням кисню, утворюється і викидається в атмосферу велика кількість запиленого газу.

Димові гази від мартенівської печі відводиться в регенератор, надходять в котел-утилізатор, на газоочистку і димососом викидаються через димову трубу в атмосферу.

Кількість димових газів залежить від ємності мартенівської печі і періодів плавки. Гази мартенівських печей виносять велику кількість пилу, що досягає максимуму в період продувки ванни киснем, коли виділяється

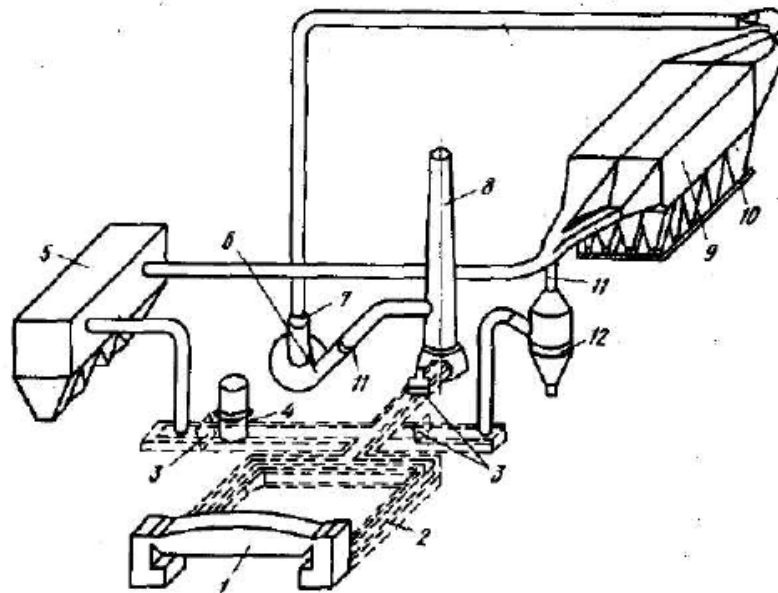
Високодисперсний пил з частинками < 1 мкм: запиленість мартенівських газів - 10 г/м³, а газів від двоухвнних печей – до 15 г/м³.

Склад мартенівського пилу перед газоочисткою в період продувки киснем: 92,7% Fe₂O₃; 0,9% Al₂O₃; 1,65% CaO; 0,9% MgO; 1,1% MnO; 0,8%

SiO₂. Уносима з печі пил осідає по газовому тракту: в шлаковикі 50-60 %, в регенераторах 15-20 %, в котлі-утилізаторі 10-15 %. Таким чином, перед газоочисткою в газі міститься 10-15 % пилу, що виходить з печі.

Для очищення димових газів, що відводяться від мартенівських печей, використовують сухі електрофільтри і швидкісні пиловловлювачі з трубами Вентурі. Крім того, застосовують тканинні фільтри з силіконізованих скляних волокон. Спосіб очищення газів вибирають, виходячи з місцевих умов і техніко-економічного обґрунтування.[10]

Для сухого очищення мартенівського газу від пилу після котлів утилізаторів встановлюють сухі пластинчасті чотиріпільні електрофільтри. (рис 6)



1 – мартенівська піч; 2-борова; 3-шибер; 4-камера для допалювання окису вуглецю; 5-котел-утилізатор; 6 – димосос; 7 – на-правляючий апарат; 8 – димова труба; 9 – електрофільтр; 10 – лінія пневмотранспорту пилу; 11- дросель-клапан; 12-випарний скруббер

Рисунок 6 - Схема очищення мартенівських газів в сухих пластинчастих електрофільтрах

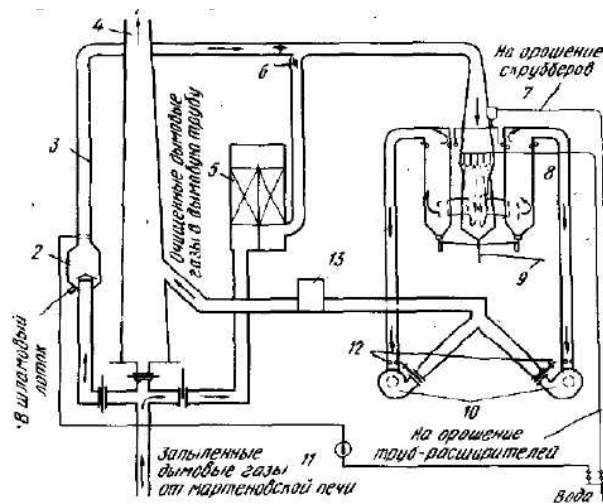
Якщо в схемі відведення мартенівського газу котел-утилізатор не працює, перед очищенням газу в електрофільтрі його охолоджують і зволожують в полому випарному скрубєрі. Для безпеки ведення процесу очищення газу в електрофільтрі окис вуглецю, що міститься в мартенівському газі, допалюють в спеціальній камері перед котлом-утилізатором. При вмісті CO в газі більше 1 % (об'ємн.) подачу напруги на електрофільтр припиняють.

Уловлену в сухому електрофільтрі пил рекомендують видаляти в сухому вигляді системами пневмотранспорту або механічним способом в спеціальний пиловий бункер з подальшим окомкованиєм і використанням в агломераційному, доменному або сталеплавильному виробництвах.

Схема установки швидкісних пиловловлювачів з трубами Вентурі показана на рисунку . Димові газу охолоджуються в котлі-утилізаторі і надходять в блок труб Вентурі. Можуть бути використані труби з круглим і прямокутним перетинами горловини. (рис.7) Використання труб з круглим перетином горловини вимагає відключення частини з них при зміні кількості газу в процесі плавки. Труби Вентурі з прямокутним перетином дають можливість дотримуватися оптимальний режим роботи очищення газів протягом плавки шляхом регулювання перетину горловини. Остаточне очищення газу від укрупненого пилу і крапель води здійснюється в інерційному апараті, вбудованому за трубами Вентурі, і відцентрових скрубєрах. Після очищення газ димососом викидається в димову трубу.

При установці труб Вентурі з прямокутним регульованим перетином горловини газоочистку виконують так. Після мокрої газоочистки встановлюють металеві димові труби, так як цегляні швидко руйнуються. Якщо використовують цегляні труби, то для зменшення виносу в атмосферу газу, що містить крапельну рідину, перед димовою трубою встановлюють пристрій для підігріву газу. У деяких випадках газ підігрівають і перед димососом. Це роблять і з метою зменшення відкладень пилу на лопатках і корпусі димососа. Після мокрої газоочистки пил видаляють

гідротранспортом в шламову каналізацію. При очищенні мартенівських газів в трубах Вентурі дотримуються високонапірний режим (9-10 кПа). У трубах прямокутного перетину застосовують плівково-форсуночне зрошення. Питома витрата води рекомендують 1,25 — 1,5 л/м³, тиск води перед форсунками труб-не менше (29-35)10⁴ Па.



1 – шибер; 2 – Зрошувальна камера; 3 – обвідний газохід; 4 – димова труба; 5 – котел-утилізатор; 6 – дросель-клапани; 7 – відцентрові скрубери; 8 – блок труб Вентурі; 9 – шламо-провід; 10-димососи; 11-насос; 12-напрямні апарати димососів; 13-пристрій для підігріву газів

Рисунок 7 - Схема очищення мартенівських газів в швидкохідних пиловлови-телях з круглими трубами Вентурі

Для відділення краплинної вологи і крупного пилу від газу після труб Вентурі необхідно встановлювати інерційні краплі уловлювачі, швидкість газу в яких не повинна перевищувати 2,5—3 м/с. Повне відділення краплинної вологи і укрупненої пилу перед тягодутьевої машиною здійснюють відцентрованих скруберах з лопаточним завихрителем або тангенціальним підводом газу. У краплі відкремленнях з лопаточними завихрителями швидкість газу в циліндричній частині повинна бути 10-15

м/с. Висота циліндричної частини (від верху завихрителем) приймається рівній 3,5-4,0 діаметра скрубера.

Щоб забезпечити нормальну роботу мартенівської печі і ефективно очищення газу, розрідження, створюване димососом (ексгаустером), має бути при мокрій очищенні не менше 150-1500 Па. Щоб уникнути конденсації водяної пари з газу слід передбачати теплоізоляцію газоходів чистого газу від краплі відокремлювачів до тягодуттєвої машини і від неї до димової труби. При мокрому очищенні, крім пилу, вловлюються оксиди сірки і у вигляді розчину сірчаної кислоти переходять в оборотну воду газоочисток. Ступінь очищення газів від оксидів сірки становить близько 30 %.[11]

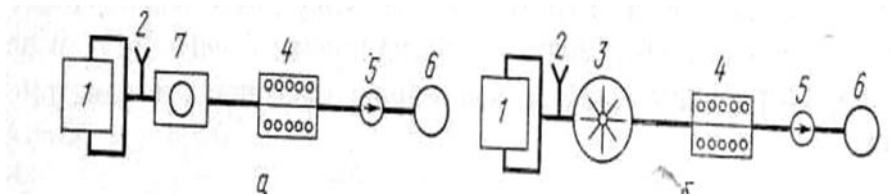
1.6. Очищення газів, що відходять двохванних печей

На ряду металургійних підприємств мартенівські печі реконструйовані в двохванні, які працюють значно інтенсивніше. Кількість газів, що відходять з робочого простору холодної камери одно 50000-60000 м³/год, їх температура 1400-1500 °С . у газів, що відходять міститься, %: 4-11 CO₂; 0,2-0,8 CO; 8-17 O₂. При неповному згорянні вміст CO збільшується до 10% і вище.

Запиленість газів, що відходять 15-25 г / м³. Пил, що міститься в газах, має наступний хімічний склад, %: 86,4 Fe₂O₃; 2,61 FeO; 5,9 SiO₂; 1,94 Al₂O₃; 2,26 CaO; 2,16 MgO; 0,47 No; 1,7 S.

Висока температура газів, що відходять вимагає застосування для їх охолодження котлів-утилізаторів радіаційно-конвективного типу (серії РК). Такі котли-утилізатори розроблені Центроенергочерметом, проте до теперішнього часу в серійному порядку не виготовляються. Внаслідок цього охолодження газів, що відходять двохванних печей перед очищенням доводиться здійснювати нераціональними способами-впорскуванням води або розведенням повітрям. Використовують і котли-утилізатори серії КУ, призначені для мартенівських печей.

Був досвід експлуатації за двохванними печами сухої і мокрої систем газоочистки. При сухій схемі газоочистки (рис.6) димові гази, що виходять з холодної камери двухванної печі з температурою 1400-1500 °С, по вертикальному каналу надходять в шлаковик, де охолоджуються упорскуванням води до 900-1000 °С. Подальше охолодження газів до 700 °С, передбачає також допалювання оксиду вуглецю, здійснюють підсмоктуванням холодного повітря в загальний борів через спеціальні люки. Далі по футерованому шамотною цеглою газоходу гази відводять або в котел-утилізатор типу КУ(рис 8), або в форсуночний скруббер повного випаровування, частково футерований вогнетривкою цеглою.



а - з охолодженням в котлі-утилізаторі; б - з охолодженням в скрубєрі
 1-двохванна піч; 2-підведення повітря для допалювання со охолодження;, 3 -
 випарний скруббер; 4 - сухий електрофільтр; 5 - димосос; 6 - димова труба; 7-
 котел-утилізатор

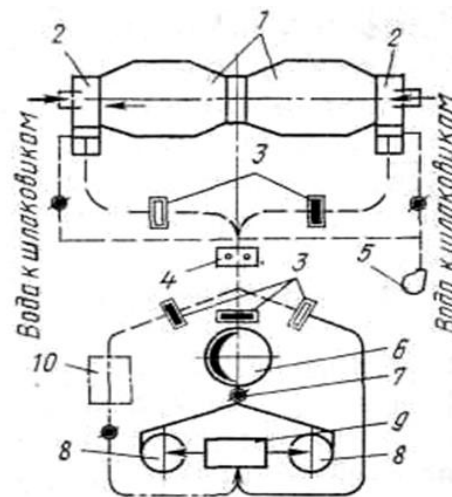
Рисунок 8 - застосовувані схеми охолодження і сухого очищення газів, що відходять двохванних печей в електрофільтрах

У скрубєрі гази охолоджуються до 200 °С і зволожуються до стану насичення. Після скрубєра встановлений електрофільтр типу ЕГА з голчастими коронуючими і С-образними осадовими електродами.

На одному з підприємств півдня країни за двохванною піччю працює мокра газоочистка зі скрубєрами Вентурі. На цій установці гази також охолоджуються до 900-1000 °С в шлаковику вприскуванням води. У боріві

гази охолоджуються до 700 °С шляхом розведення їх повітрям, що подається вентилятором через спеціальне сопло діаметром 700 мм, встановлене на вході в боров. Одночасно відбувається допалювання оксиду вуглецю, для чого в борове розміщені спеціальні пальники.

Охолоджені до 700-800 °С гази направляються в серійний котел-утилізатор типу КУ-80 (рис.9), після чого з температурою 220-250 °С вони надходять на газоочистку. Система газоочистки включає 10 паралельно працюючих труб Вентурі круглого перетину з діаметром горловини 250 мм, виготовлених зі сталі Х18Н10Т, стійкої до впливу високих температур і агресивних середовищ. Після труб Вентурі гази надходять в краплевловлювачі, а потім димососами ВМ-100/1200 викидаються в димову трубу. При швидкостях газу в горловині труб Вентурі в межах 115-125 м/с і питомій витраті води 1-1,2 дм³/м³ газоочистка працює зі ступенем очищення більше 99% при витраті кисню на продувку 4000-6000.



1-двохванна піч; 2 - шлаковики; 3 - шибери; 4-пальники для допалювання СО₂; 5-вентилятор для подачі повітря; 6-димова труба; 7-дросельний клапан; 8-димососи; 9-скруббер Вентурі; 10-котел-утилізатор

Рисунок 9 - Схема охолодження і мокрого очищення газів, що відходять двохванних печей.

У разі відключення котла-утилізатора газу з температурою 700-800 і навіть 900 °С подаються прямо в труби Вентурі. Ефективність роботи газоочистки при цьому не знижується

1.7. Оксиди азоту і боротьба з ними в мартенівському виробництві

У відходящих газах мартенівських печей з оксидів азоту міститься в основному NO, яка в атмосфері дуже повільно окислюється і переходить в NO₂. При роботі мартенівських печей з кисневою продувкою вміст оксидів азоту в димових газах коливається від 500 до 1200 мг/м³, зростаючи в період доведення до 2200 мг/м³. Питома вихід оксидів азоту 0,6 - 1,8 кг/т сталі. У димових газах двохванних печей вміст оксидів азоту нижче і знаходиться в межах 120-320 мг/м³, а питома вихід їх дорівнює 0,06-0,23 кг/т сталі. Знизити вихід оксидів азоту можна шляхом подачі при продувці в кисневі фурми природного газу. Однак при цьому знижується швидкість вигорання вуглецю, а отже, і продуктивність печі. Іншим технологічним заходом, що знижує вихід оксидів азоту, є переклад печей з мазутного і газомазутного опалення на опалення чистим природним газом, так як при цьому усувається перехід в NO пов'язаного азоту, що знаходиться в мазуті. Однак це ускладнює конструкцію і експлуатацію мартенівської печі, вимагаючи застосування спеціальних пальникових пристроїв (реформаторів) для утворення сажистих частинок і підвищення світності факела. У заводській практиці ні той, ні інший способи не знайшли широкого застосування.

Найбільш перспективним способом очищення мартенівських газів від оксидів азоту є каталітичне відновлення газів аміаком. Оксид ванадію (V), застосований в якості каталізатора, вимагає, щоб температура газу була не нижче 250-300 °С, а запиленість не вище 0,1 г/м³. Тому в разі очищення газів

в електрофільтрах реактор доцільно розміщувати після електрофільтру, підвищуючи температуру газу до зазначених меж за рахунок недоохолодження його в котлі-утилізаторі. У разі мокрого очищення слід застосовувати Підігрів очищеного газу перед реактором за рахунок спалювання природного газу.

1.8. Аналіз та обґрунтування схем очищення

При виборі апаратів газоочистки перевага віддається сухим методам. Вони вимагають спорудження дорогих систем водопостачання та шламової каналізації, полегшують утилізацію уловленого продукту, знижують корозійний знос обладнання та комунікацій, характеризуються меншим споживанням електроенергії та води, покращують умови розсіювання шкідливих викидів в атмосфері.

Мокрі апарати мають такі переваги: простоту конструкції і порівняно не високу вартість; менші габарити в порівнянні з електрофільтрами; можливість використання при підвищеній температурі і підвищеній вологості газів; уловлювання разом з зваженими твердими частинками парів і газоподібних компонентів.

У мартенівському виробництві сталі для інтенсифікації процесу плавки застосовується подача кисню в ванну. При цьому в відхідних газах різко зростають концентрація і дисперсність зважених частинок, а також значно знижується вологість газів (до 40-60 г/м³). В результаті очищення газів в електрофільтрах ускладнюється і потрібне проведення спеціальних заходів для забезпечення їх нормальної роботи зволжених газів із застосуванням хімічних реагентів.

Мокрим пиловловлювачам також властиві недоліки: отримання уловленого продукту у вигляді шламу; необхідність організації оборотного

циклу водопостачання; утворення відкладень в обладнанні і газопроводах при охолодженні газів до температури точки роси або крапельному винесенні вологи з пиловловлювача; шкідливий вплив крапельної вологи, що міститься в газах, на стінки димових труб; погіршення умов розсіювання пилу і шкідливих газів, що викидаються через димові труби в повітряний басейн.

При виборі системи очищення газів мартенівських печей в деяких випадках установка електрофільтру неможлива через його значні габарити. Найбільш доцільно використовувати газоочистку зі скруберам Вентурі. При можливості підключення до існуючого водного господарства, рентабельність мокрого очищення значно підвищується. Відходящі гази мартенівської печі мають високу температуру (після регенераторів близько 700 0C). Тому, щоб використовувати тепло відхідних газів, перед скруберам Вентурі встановлюється котел-утилізатор, в якому за рахунок вироблення водяної пари температура газів знизиться до 220-250 0C. Отриманий пар можна корисно використовувати на цьому ж підприємстві. При очищенні в скруберах Вентурі змінних витрат газів застосовують двоступеневу сепарацію вологи: грубу і тонку. В якості першого ступеня для уловлювання основної кількості рідини зазвичай використовуються краплевловлювачі ударно-інерційного типу, а в якості другого ступеня для доулавлювання крапельної вологи – циклонні сепаратори. Принцип дії скрубера Вентурі наступний. Труба Вентурі складається з конфузора, в якому розміщують зрошувальний пристрій, горловини, де відбувається осадження частинок пилу на краплях води, і дифузора, в якому протікають процеси коагуляції, а також за рахунок зниження швидкості відновлюється частина тиску, витраченого на створення високої швидкості газу в горловині. У первинному бункері-краплевловлювачі зважені в газі частинки осідають за рахунок сил інерції при повороті газового потоку на 180 0. Уловлений продукт видаляється через гідрозатвори в нижній частині бункера. У краплевловлювачі тангенціального введення газу створюється обертання газового потоку, через що змочені і укрупнені частинки пилу відкидаються

на стінки і безперервно видаляються з краплевловлювача у вигляді шламу . Для більш економічного використання води в системі газоочисток мартенівських печей застосовується оборотний цикл водопостачання.

Стічні води після газоочисток мартенівських печей відводяться по двох металевих лотках в приймальну камеру, потім насосами подаються по двох шламопроводах на освітлення у відкриті безнапірні гідроциклони. Освітлена вода відводиться в два бака-відстійника, звідки насосами подається на газоочистки з вмістом суспензії до 0,3 г/л.осад з конічної частини гідроциклону розподіляється на два радіальних згустків, де згущується до концентрації 200-250 г / л і подається на фільтр-преси для зневоднення. Кек збирається в бункерах, звідки вивозиться залізничним транспортом на Рудний двір доменного цеху. Для нейтралізації і коагуляції стічних вод застосовують вапно у вигляді 5% розчину вапняного молока. Для інтенсифікації процесу освітлення передбачається обробка стічних вод поліакриламідом.

1.9. Неорганізовані викиди та боротьба з ними

Крім викидів через димові труби, гази, забруднені пилом і шкідливими газоподібними компонентами, виділяються всередину цеху через завалочні вікна печей, від розливних ковшів та іншого обладнання. Викиди від мартенівських печей садкою 500-900 т наближено можуть бути оцінені наступними цифрами, м³/год, в міжпродувний період 3000-5000; в період кисневої продувки 6000-12 000. В результаті цих викидів повітря в цеху виявляється досить забрудненим. Концентрації пилу і СО складають відповідно 4-10 і 0,01-0,03 мг / м³.

Валові викиди оксиду вуглецю на основних ділянках сталеплавильного цеху складають, кг / т чавуну(сталі): в міксерному відділенні 0,3-0,4, в головній будівлі 1-2, у дворі виливниць 0,25-0,30.

Систем примусової вентиляції в сталеплавильних цехах зазвичай немає. Вентиляція цеху здійснюється за допомогою аерації, забруднені викиди виходять в атмосферу через аераційні ліхтарі.

Боротьба з викидами газів через вікна печей ведеться в двох напрямках: відведення вибиваються газів за допомогою аспіраційних систем і створення повітряних завіс на вікнах. Аспіраційні системи займають багато місця, дороги в експлуатації і заважають при проведенні ремонту печі. Тому більш перспективно другий напрямок. З сопел діаметром 12-15 мм, розміщених з кроком 65 мм, випливають зі швидкістю 80-120 м/с струменя повітря, що перекривають площу рам. При оптимальному розрідженні під склепінням 35-45 Па повне усунення пилогазових викидів досягається при витратах стисненого повітря близько 2,6 тис. м³ / год на кожне відкрите і близько 1,3 тис.м³/год на кожне закрите вікно. При цьому кількість надходять в тракт газів збільшується на 5-7 %[12]

1.10 Висновки до розділу

У роботі пропонується очищення від пилу газів, що відходять від мартенівської печі, мокрим способом з використанням скрубєру Вентурі. Система газоочищення включає: котел утилізатор, група скрубєрів Вентурі, ексгаустер і димова труба

За допомогою цього метода можна понизити концентрацію пилу в газах до 50 мг/м³, що відповідає санітарним вимогам, тобто міра очищення досягає 98 – 99 %.

Мокрі пиловловлювачі мають ряд переваг перед апаратами інших типів:

- порівняно невелика вартість виготовлення;
- висока ефективність уловлювання зважених часток, наприклад, скрубери Вентурі можуть бути застосовані для очищення газів від частинок менше 1 мкм;
- можливість використання при високій температурі і підвищеній вологості газів, а також в разі самозаймання або вибуху газів, що очищаються або пилу, що уловлюється;
- можливість одночасного здійснення очистки газів від зважених часток (пиловловлювання), вилучення газоподібних домішок (абсорбція) і охолодження газів (контактний теплообмін).

Недоліки сухих методів очищення перед скруберами Вентурі:

- високі капітальні витрати на газоочистку;
- складна конструкція газоочисних апаратів.
- Значні габарити електрофільтрів.

Скрубери Вентурі – найбільш ефективні з апаратів мокрого очищення газів. Вони забезпечують ефективну очистку газів від частинок пилу практично будь-якого дисперсного складу, також можуть бути використані в якості першого ступеня очищення газів для розвантаження наступних апаратів більш тонкого очищення.

Скрубер Вентурі являє собою поєднання зрошуваної труби Вентурі і краплевловлювача. Труба Вентурі має плавне звуження на вході – конфузор і плавне розширення на виході – дифузор. Пережим перетину труби Вентурі отримав назву «горловина». Така конфігурація труби Вентурі, виконана з оптимальним (з точки зору аеродинаміки) співвідношенням розмірів, покладена в основу розробленого НІОГАЗ типорозмірного ряду апаратів ГВПВ.

В апаратах ГВПВ застосовують краплевловлювачі типу КЦТ.

Принцип дії скрубєрів Вентурі заснований на уловлюванні частинок пилу краплями зрошувальної рідини, диспергований самим газовим потоком в трубі Вентурі.

Залежно від фізико-хімічних властивостей пилу, хімічного складу і температури газу вибирають режим роботи скрубєра Вентурі. Зазвичай швидкість газу в горловині труби 30 – 160 м/с, а питоме зрошення – 0,5 – 2 л/м³.

Ефективність очищення газів залежить від гідравлічного опору скрубєра Вентурі і величини питомого зрошення.

Розрахувавши режим роботи скрубєра Вентурі (швидкість газу в горловині труби і питомий зрошення), можна забезпечити будь-яку необхідну концентрацію пилу в очищеному газі.

Труба Вентурі типу ГВПВ. Має круглий перетин; відносна довжина горловини – $0,15 \cdot d$ (де d – діаметр горловини), кут розкриття конфузора – 280, кут розкриття дифузора – 70.

Умовне позначення типорозміру труби: ГВПВ («газопромыватель Вентури, прямоточный, высоконапорный»); перше число – площа перетину горловини труби Вентурі (м²); 01 – модифікація труби Вентурі з підвищеним питомим зрошенням.

Допустима запиленість газу, що очищається – 30 г/м³; гранична температура газу, що очищається – 4000 °С; гідравлічний опір – 6 – 12 кПа.

Краплевловлювачі типу КЦТ. Призначені для уловлювання крапель рідини з осілими на них частинками пилу.

Краплевловлювач є малогабаритний прямоточний циклон з висотою робочої зони $1,5 \cdot D$ (де D - діаметр циклону) з прямокутним вхідним патрубком. Круглий вихідний патрубок циклону заглиблений всередину корпусу апарату на величину $0,1 \cdot D$ і зміщений в сторону від осі на відстань $0,1 \cdot D$.

Умовне позначення типорозміру краплевловлювача: КЦТ («каплеуловитель центробежный с тангенциальным подводом газа»); число після тире – діаметр апарату (мм).

Швидкість газу у вільному перетині апарата – 3,5 – 5 /с; гідравлічний опір – 350 Па; концентрація крапельної вологи на виході – 70 мг/м³. [6]

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Гази після мартенівської печі мають температуру 600°C. Для подальшої очистки газів, їх потрібно охолодити у котлі утилізаторі до температури 213°C. Приймаємо котел утилізатор типу КУ-150М. В таблиці 2.1 наведені його технічні характеристики.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики КУ-150М.

Тип	Продуктивність т/ч	Тиск МПа	Температура пара °С	Витрата газів нм ³ /ч	Температура газів на вході/виході	Габарити газоходу, м	Маса металу котла, т
КУ-150М	50,5	4,5	393	150000	850/213	14,5x10,2	169

2.1. Розрахунок скрубера Вентурі

Для очистки газів мартенівського виробництва обираємо скрубера Вентурі.

Вихідні параметри газу:

Витрата газу на вході Q_p - 150000 нм³/год

Температура - 213 °С

Запиленість газу – 10 г/м³

1) Розрахунок ступеню вловлювання пилу в скрубери

Ефективність пиловловлювання розраховується за формулою (2.1):

$$\eta = \frac{z_1 - z_2}{z_1} \quad , \quad \% \quad (2.1)$$

де η - коефіцієнт ефективності пиловловлювання;

z_1, z_2 - відповідно початкова та кінцева запиленість газу, г/м³

Приймаємо $z_2 = 50 \text{ мг/м}^3 = 0,05 \text{ г/м}^3$.

Тоді за формулою (2.1) розрахуємо необхідний ступінь вловлювання пилу в скрубєрі:

$$\eta = \frac{10 - 0,05}{10} = 0,995 = 99,5\%$$

В інтервалі високих значень ступеня очищення газу (0,98-0,99) її зміни відчутні мало і в даному випадку доцільно використовувати поняття числа одиниць переносу, аналогічне що застосовується в технологічних процесах, пов'язаних з тепло- та масообміном. [13]

2) Розрахунок числа одиниць переносу для визначення питомої енергії

Розрахунок числа одиниць переносу відбувається за формулою (2.2):

$$N = \ln \frac{1}{1 - \eta} = \ln \frac{1}{1 - 0,995} = 5,3 \quad (2.2)$$

3) Розрахунок енергії, що витрачається на очищення газу

Відомо, що енергію, що витрачається на очищення газу можна розрахувати енергетичним методом за формулою (2.3):

$$N = B \cdot K^x \quad (2.3)$$

де, B , x – константи, що залежать від виду пилу. Знаходяться за [13];

K – витрата енергії на очищення газу, кДж/1000 м³ газу.

Знаходимо значення коефіцієнтів B , x . В подальших розрахунках приймаємо рівними $B = 1,565 \cdot 10^{-6}$, $x = 1,619$.

Розрахуємо K через формулу (2.3):

$$5,3 = 1,565 \cdot 10^{-6} \cdot K^{1,619}$$

Звідси K дорівнює:

$$K = \sqrt[1,619]{\frac{5,3}{1,565 \cdot 10^{-6}}} = 10795 \text{ кДж/1000м}^3$$

4) Розрахунок загального гідравлічного опору скрубера Вентурі
Гідравлічний опір скрубера Вентурі складається з гідравлічного опору труби Вентурі та краплевловлювача. Розраховується за формулою (2.4):

$$\Delta P_{\text{скр}} = K \cdot P_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} \quad (2.4)$$

де $\Delta P_{\text{скр}}$ – загальний гідравлічний опір скрубера Вентурі, Па ;

$P_{\text{в}}$ – тиск рідини в скрубери, що розпилюється, Па.

$m_{\text{в}}$ – питома витрата води, $\text{м}^3/\text{м}^3$ газу.

$P_{\text{в}}$ – приймаємо рівним 300кПа [13]. Зазвичай питома витрата води в скрубери приймається рівним $m=10^{-3} \text{ м}^3/\text{м}^3$ газу[12]

Знайдемо значення гідравлічного опору за формулою (2.4):

$$\Delta P_{\text{скр}} = 10795 \cdot 300000 \cdot 10^{-3} = 10495 \text{ Па} = 10,495 \text{ кПа}$$

5) Розрахунок масової витрати води на зрошення розраховують за формулою (2.5)

$$M_{\text{в}} = m_{\text{в}} \cdot Q_{\text{р}}, \text{ кг/с} \quad (2.5)$$

Де $Q_{\text{р}}$ – витрата газу за робочих умов ($\text{м}^3/\text{год}$) .

Розрахунок витрати газу за робочих умов проводиться за формулою(2.6):

$$Q_p = Q_0 \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho_{p,y}} \right) \quad (2.6)$$

де Q_0 – витрата газу на нормальних умов, $\text{нм}^3/\text{год}$;
 ρ_0 – густина газу за нормальних умов, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $\rho_{p,y}$ – густина газу за робочих умов, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Густина газу за нормальних умов розраховується за формулою (2.7):

$$\rho_0 = 0,01 \cdot (\rho_i \cdot a_i + \dots \rho_n \cdot a_n) \quad (2.7)$$

де ρ_i – густина компоненту газової суміші, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 a_i – вміст компоненту в суміші, %.

Густина компонентів газової суміші наведена в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Густина компонентів газової суміші за нормальних умов

Компонент	Густина компоненту за нормальних умов
N_2	1,251
H_2O	0,804
O_2	1,429
CO_2	1,976

Розрахуємо густину газів за нормальних умов:

$$\rho_0 = 0,01 \left(\begin{array}{l} 5 \cdot 1,976 + 14 \cdot 1,429 + 74 \cdot 1,251 + \\ + 7 \cdot 0,804 \end{array} \right) = 1,281 \text{кг}/\text{м}^3$$

Розрахунок густини газової суміші за робочих умов за формулою (2.8):

$$\rho_{p,y} = \rho_0 \cdot \frac{273 \cdot (B \pm P)}{(273 + T) \cdot 101,325} \quad (2.8)$$

де В – барометричний тиск, кПа;

Т – температура газу, °С;

Р – тиск в скрубєрі, кПа.

Барометричний тиск приймаємо рівним В = 101 кПа. В скрубєрі Вентурі відбувається розрідження, оскільки в мартєнівському виробництві вентилятор знаходиться після системи газоочистки. Приймаємо Р = 1,945 кПа [12]

$$\rho_{p,y} = 1,287 \cdot \frac{273 \cdot (101 - 1,945)}{(273 + 213)101,325} = 0,703 \text{ кг/м}^3$$

Розрахуємо витрату газу за робочих умов:

$$Q_p = 150000 \cdot \frac{1,281}{0,703} = 273328,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_p = \frac{349363,6}{3600} = 75,9 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахунок масової витрати води на зрошення:

$$M_v = 10^{-3} \cdot 75,9 = 0,0759 \text{ м}^3/\text{с}$$

б) Розрахунок температури газу на виході з труби Вентурі

Розрахунок газу на виході з труби Вентурі обчислюється за формулою(2.9):

$$t_{\text{вих}} = (0,133 - 0,041 \cdot m) \cdot t_{\text{вх}} + 35, \text{ } ^\circ\text{С} \quad (2.9)$$

$t_{\text{вих}}$ – температура газу на виході зі скрубера, °С;

$t_{\text{вх}}$ – температура газу на вході в скрубер, °С.

$$t_{\text{вих}} = (0,133 - 0,041 \cdot 0,001) \cdot 213 + 35 = 63,3^{\circ}\text{C}$$

7) Розрахунок швидкості газу в горловині труби Вентурі

Швидкість газу в горловині розраховується за формулою (2.10):

$$W_{\Gamma} = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_{\text{труби}}}{z_1 \cdot \rho_{\text{г}} + z_2 \cdot m \cdot \rho_{\text{ж}}}}, \text{ м/с} \quad (2.10)$$

Знаходимо гідравлічний тиск в трубі Вентурі, якщо відомо, що загальний гідравлічний тиск апарату складається з гідравлічного тиску труби Вентурі та краплевловлювача. Приймаємо для встановлення крапле вловлювач типу КЦТ, гідравлічний опір якого складає 350 Па [12] Робимо розрахунок за формулою (2.11)

$$\Delta P_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{скр}} - \Delta P_{\text{крап.}}, \text{ Па} \quad (2.11)$$

Проводимо розрахунок:

$$\Delta P_{\text{тр}} = 10495 - 350 = 10145 \text{ Па}$$

В умовах розрахунку доцільно обрати трубу Вентурі оптимальної форми з центральним підводом зрошуючої рідини. В даному випадку значення коефіцієнту гідравлічного опору сухої труби дорівнює $z_1 = 0,15$ [13].

Коефіцієнт опору труби Вентурі, обумовлений вводом зрошуючої рідини z_2 розраховується за формулою (2.12)

$$z_2 = A \cdot z_1 \cdot m_{11}^B \quad (2.12)$$

де A, B_1 – емпіричні коефіцієнти, значення яких наведені у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Значення емпіричних коефіцієнтів

Спосіб зрошення труби Вентурі	Коефіцієнти	
	A	B ₁
Центральний підвід зрошення в конфузур	0,63	-0,3

Розрахуємо числове значення z_2 :

$$z_2 = 0,63 \cdot 0,15 \cdot 0,001^{-0,3} = 0,75$$

Розрахуємо густину газів на виході з труби Вентурі за формулою (2.13)
, кг/м³:

$$\rho_{p2} = \rho_0 \cdot \frac{273 \cdot (B - P_r - \Delta P_{тр})}{(273 + t_{вих}) \cdot 101,325} \quad (2.13)$$

Проводимо розрахунок:

$$\rho_{p2} = 1,281 \cdot \frac{273 \cdot (101 - 1,945 - 10,145)}{(273 + 63,3) \cdot 101,325} = 0,91 \text{ кг/м}^3$$

Густину рідини приймаємо рівною 1000 кг/м³ (довідкова величина).

Розраховуємо швидкість газів в горловині за формулою (2.14):

$$W_r = \sqrt{\frac{2 \cdot 10145}{0,15 \cdot 0,91 + 0,75 \cdot 0,001 \cdot 1000}} = 151,3 \text{ м/с}$$

8) Розрахунок витрати газу на виході труби Вентурі.

Витрату газу на виході труби Вентурі розраховують за формулою (2.15):

$$Q_{p2} = Q_0 \cdot \frac{\rho_0}{\rho_{p2}}, \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (2.15)$$

Обчислюємо:

$$Q_{p2} = 150000 \cdot \frac{1,281}{0,91} = 211153,8 \text{ м}^3/\text{год} = 58,6 \text{ м}^3/\text{с}$$

9) Розрахунок діаметру горловини в трубі Вентурі

Обчислення діаметру горловини труби Вентурі проводимо за формулою (2.16):

$$d_r = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_{p2}}{W_r}} \quad (2.16)$$

Обчислюємо:

$$d_r = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{58,6}{151,3}} = 0,703 \text{ м} = 703 \text{ мм}$$

Отримане значення діаметра горловини значно перевищує найбільший діаметр горловини типорозмірного ряду труб Вентурі (0,42 м), у зв'язку с чим необхідно встановити декілька паралельно працюючих труб. Приймаємо число труб $n = 6$.

Перерахуємо діаметр горловини:

$$d_{\Gamma} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{58,6}{6 \cdot 151,3}} = 0,287 \text{ м} = 287 \text{ мм}$$

Встановлюємо 6 труб Вентурі типорозмірного ряду ГВПВ-0,060.
Приймаємо діаметр горловини $d_{\Gamma}=280\text{мм}$

Перерахуємо дійсну швидкість газу за формулою (2.17)

$$W_{\Gamma}^{\Delta} = \frac{1,13^2 \cdot Q_{p2}}{d_{\Gamma.т.}^2} \quad , \text{ м/с} \quad (2.17)$$

де $d_{\Gamma.т.}^2$ – довідкове значення діаметру горловини труби Вентурі типорозмірного ряду ГВПВ-0,060 [12].

Обчислюємо дійсну швидкість газу, з урахуванням того, що розрахунок ведеться для двох труб Вентурі:

$$W_{\Gamma}^{\Delta} = \frac{1,13^2 \cdot 58,6}{(6 \cdot 0,28^2)} = 159,1 \text{ м/с}$$

У таблиці 2.3 наведено основні технічні характеристики труби ГВПВ-0,060.[1]

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики ГВПВ – 0,060

Типорозмір	Основні розміри, мм					Маса, кг
	D конфузора	D горловини	D дифузора	h , висота горловини	H, загальна висота труби Вентурі	
ГВПВ-0,060	900	280	720	40	5425	560

10) Розрахунок швидкості газу на вході в конфузор і на виході з дифузора

Швидкість газу на вході в конфузор розраховуватимемо за формулою (2.17)

$$W^k = \frac{1,13^2 \cdot Q_p}{d_k^2} \quad (2.18)$$

де d_k^2 - діаметр конфузора, приймаємо за табл.2.9.

$$W^k = \frac{1,13^2 \cdot 75,9}{6 \cdot 0,9^2} = 19,3 \text{ м/с}$$

Швидкість газу на виході з дифузора розраховуватимемо за формулою (2.19)

$$W_{\text{диф}} = \frac{1,13^2 \cdot Q_{p2}}{d_d^2} \quad (2.19)$$

де d_d^2 – діаметр дифузору, приймаємо за табл.2..

$$W_{\text{диф}} = \frac{1,13^2 \cdot 58,6}{6 \cdot 0,72^2} = 24,05 \text{ м/с}$$

10) Підбір краплевловлювача

Для підбору краплевловлювача розрахуємо його діаметр циліндричної частини за формулою (2.20)

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{Q_{p2}}{0,785 \cdot W_{\text{ц}}}} \quad (2.20)$$

де $W_{ц}$ – швидкість газу в краплевловлювачі, зазвичай приймається

$W_{ц} = 3,5-5$ м/с. Приймаємо $W_{ц} = 4$ м/с

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{58,6}{0,785 \cdot 4}} = 4,32 \text{ м}$$

За результатами розрахунків обираємо краплевловлювач типу КЦТ-2200 у кількості $n=4$ [12]

Перерахуємо діаметр горловини:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{58,6}{0,785 \cdot 4 \cdot 4}} = 2,16 \text{ м}$$

Перерахуємо дійсну швидкість:

$$W_{ц} = \frac{1,13^2 \cdot 58,6}{2,2^2 \cdot 4} = 3,86 \text{ м/с}$$

Таблиця 2.4 – Основні технічні характеристики КЦТ-2200

Типорозмір	Діаметр апарата D,мм	Продуктивність , м ³ /год	Маса , кг
КЦТ-2200	2200	75315	2268

2.2 Аеродинамічний розрахунок газового тракту системи мокрої газоочистки газів мартенівського виробництва

Умовно розділимо газовий тракт на наступні ділянки

- 1) ділянка I – котел-утилізатор – труби вентури;
- 2) ділянка II – краплевловлювач – злиття потоків;
- 3) ділянка III – труби венстру – злиття потоків;
- 4) ділянка IV- злиття потоків – злиття потоків;
- 5) ділянка V- димотяг- труба.

У таблиці 2.5 наведено довжини ланок кожної ділянки для подальших розрахунків

Таблиця 2.5 - Довжини ланок кожної ділянки

Ланка	Довжина, м
Ділянка I	
L ₁	45
Ділянка II	
L ₂	3
L ₃	1,95
Ділянка III	
L ₄	7,026
L ₅	5,71
Ділянка IV	
L ₆	6,5
L ₇	4,043
Ділянка V	
L ₈	4,258
L ₉	5,143

Ділянка I

Щільність газової суміші та витрату газу за робочих умов після котла-утилізатора, від якого відходить газохід, розраховані раніше у п. 2.1.

1) Розраховуємо опір тертя трубопроводу початкової ланки газоходу (l_{1-2}).

Розрахуємо діаметр трубопроводу за формулою (2.21):

$$d_l = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q_{p.y.}}{W}}, \text{ м} \quad (2.21)$$

де W – швидкість газу. Приймаємо 18 м/с [22].

$$d_1 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{75,9}{18}} = 2,320 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний діаметр – 2,4 м.

Перераховуємо робочу швидкість газу в трубопроводі за формулою (2.22):

$$W = 1,281 \cdot \frac{Q_{p.y.}}{d_{1-3}^2}, \quad \text{м/с} \quad (2.22)$$

Розрахуємо:

$$W_1 = 1,281 \cdot \frac{75,9}{2,4^2} = 16,88 \text{ м/с}$$

Знаходимо коефіцієнт гідравлічного тертя для ділянки за формулою (2.23):

$$\lambda_l = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{d_{1-3}}} \quad (2.23)$$

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

Знаходимо опір тертя за формулою (2.24):

$$\Delta P_1 = \lambda_{1-2} \cdot \frac{L_1}{d_1} \cdot \frac{W_1^2}{2} \cdot \rho_1, \text{ Па} \quad (2.24)$$

$$\Delta P_{l_1} = 0,028 \cdot \frac{45}{2,4} \cdot \frac{16,88^2}{2} \cdot 0,703 = 52,58 \text{ Па}$$

Приймаємо опір тертя $\Delta P_{l_1} = 53 \text{ Па}$

Місцеві опори на ділянці розраховуються за формулою (2.25)

$$\Delta P_1 = \sum \zeta \cdot \frac{W_1^2}{2} \cdot \rho_1, \text{ Па} \quad (2.25)$$

Місцеві опори на ділянці 1-2:

- 1) конфузор на виході з КУ-150М;
- 2) диффузор на вході в ГВПВ-060;
- 3) 3 плавних повороти на 90° .

У таблиці 2.6 визначимо коефіцієнти ζ для кожного з компонентів місцевих опорів [22]:

Таблиця 2.6 – Місцеві опори на ділянці 1-2

Місцевий опір	Значення ζ
конфузор	0,1
диффузор	0,1
плавний повороти на 90°	3·0,19

$$\Delta P_1 = 0,96 \cdot \frac{16,88^2}{2} \cdot 0,703 = 96,15 \text{ Па}$$

Приймаємо місцевий опор 96 Па.

Ділянка II

Після шести труб Вентурі газ потрапляє в чотири краплевловлювача, тому відбувається розділення потоків.

Подальші розрахунки діаметру, швидкості, втрат тиску по довжині та місцевих опорів проводяться за аналогічними формулами, які використовувалися для розрахунку на ділянці 1.

За аналогічними формулами проводимо розрахунок діаметру на ділянці:

$$d_{2-3} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{58,6}{16 \cdot 4}} = 1,08 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_{\text{ст}} = 1,1 \text{ м}$ [20]

Розрахуємо фактичну швидкість на ділянці 2-3:

$$W_{2-3} = 1,281 \cdot \frac{58,6}{4 \cdot 1,1^2} = 15,51 \text{ м/с}$$

Знаходимо коефіцієнт гідравлічного тертя для ділянки 2-3:

$$\lambda_{2-3} = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{1,1}} = 0,034$$

Втрати по довжині на даній ділянці складають:

$$\Delta P_{12-3} = 0,034 \cdot \frac{3 + 1,95}{1,1} \cdot \frac{15,51^2}{2} \cdot 0,91 = 16,74 \text{ Па}$$

Місцеві опори на ділянці 2-3:

- 1) конфузор за виході з КЦТ-2200;
- 2) 1 плавний повороти на 90° ;
- 3) диффузор на злиття потоків.

У таблиці 2.7 визначимо коефіцієнти ζ для кожного з компонентів місцевих опорів [22]:

Таблиця 2.7 – Місцеві опори на ділянці 3-6

Місцевий опір	Значення ζ
конфузор	0,1
диффузор	0,1
плавний повороти на 90°	0,19

Місцевий опір на цій ділянці складає:

$$\Delta P_{2-3} = 0,39 \cdot \frac{15,51^2}{2} \cdot 0,91 = 42,7 \text{ Па}$$

Приймаємо місцевий опір 43Па.

Ділянка III

Після краплевловлювачів відбувається злиття потоків.

За аналогічними формулами проводимо розрахунок діаметру на ділянці:

$$d_{4-5} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{58,6}{18 \cdot 2}} = 1,442 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_{ст} = 1,4 \text{ м}$ [20]

Розрахуємо фактичну швидкість на ділянці 4-5:

$$W_{4-5} = 1,281 \cdot \frac{58,6}{2 \cdot 1,4^2} = 19,15 \text{ м/с}$$

Знаходимо коефіцієнт гідравлічного тертя для ділянки 4-5:

$$\lambda_{4-5} = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{1,4}} = 0,032$$

Втрати по довжині на даній ділянці складають:

$$\Delta P_{l_{4-5}} = 0,032 \cdot \frac{12,736}{1,4} \cdot \frac{19,15^2}{2} \cdot 0,91 = 48,57 \text{ Па}$$

Приймаємо $\Delta P_{l_{4-5}} = 49 \text{ Па}$.

Місцеві опори на ділянці 4-5:

- 1) Злиття потоків ;
- 2) 1 плавний поворота на 90° ;
- 3) Дифузор на злиття потоків

У таблиці 2.8 визначимо коефіцієнти ζ для кожного з компонентів місцевих опорів[22]:

Таблиця 2.8 – Місцеві опори на ділянці 4-5

Місцевий опір	Значення ζ
Злиття потоків під кутів 180° та поворот на 90°	3
плавний повороти на 90°	0,19
Дифузор на злиття потоків	0,1

Місцевий опір на цій ділянці складає:

$$\Delta P_{4-5} = 3,29 \cdot \frac{19,15^2}{2} \cdot 0,91 = 548,9 \text{ Па}$$

Приймаємо $\Delta P_{4-5} = 549 \text{ Па}$

Ділянка IV

На ній відбувається злиття потоків.

За аналогічними формулами проводимо розрахунок діаметру на ділянці:

$$d_{6-7} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{58,6}{18}} = 2,038 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_{\text{ст}} = 2,0 \text{ м}$ [20]

Розрахуємо фактичну швидкість на ділянці 6-7:

$$W_{6-7} = 1,281 \cdot \frac{58,6}{2,0^2} = 18,77 \text{ м/с}$$

Знаходимо коефіцієнт гідравлічного тертя для ділянки 6-7:

$$\lambda_{6-7} = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{2}} = 0,029$$

Втрати по довжині на даній ділянці складають:

$$\Delta P_{l_{6-7}} = 0,029 \cdot \frac{6,5 + 4,043}{2} \cdot \frac{18,77^2}{2} \cdot 0,91 = 24,5 \text{ Па}$$

Приймаємо $\Delta P_{l_{6-7}} = 25 \text{ Па}$.

Місцеві опори на ділянці 6-7:

- 1) Злиття потоків под кутов 180° та поворот на 90° ;
- 2) 1 плавний поворот на 90°;
- 3) Дифузор на вході в ексгаустер;

У таблиці 2.9 визначимо коефіцієнти ζ для кожного з компонентів місцевих опорів[22]:

Таблиця 2.9– Місцеві опори на ділянці 6-7

Місцевий опір	Значення ζ
Злиття потоків под кутов 180° та поворот на 90°	3,0
плавний поворот на 90°	0,19
Дифузор на вході в ексгаустер	0,1

Місцевий опір на цій ділянці складає:

$$\Delta P_{6-7} = 3,29 \cdot \frac{18,77^2}{2} \cdot 0,91 = 527,4 \text{ Па}$$

Приймаємо $\Delta P_{6-7} = 527 \text{ Па}$

Ділянка V

Після димососу газ прямує через димову трубу. Після тягодуттєвого пристрою, на відміну від попередніх розрахунків, у газовому тракті створюється не розрідження, а тиск.

За аналогічними формулами (2.6) та (2.7) розрахуємо витрату та щільність газу після димососу.

Приймаємо, що тиск у газоході не відрізняється від атмосферного, тобто $P = 1 \text{ кПа}$.

$$\rho_{гз} = 1,281 \frac{273(101 + 1)}{(273 + 63,3) \cdot 101,325} = 1,05 \text{ кг/м}^3$$

Витрата газу складає:

$$Q_{8-9} = 150000 \frac{1,281}{1,05} = 183000 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{8-9} = \frac{183000}{3600} = 50,84 \text{ м}^3/\text{с}$$

Підбираємо діаметр:

$$d_{8-9} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{50,84}{18}} = 1,9 \text{ м}$$

Підбираємо $d_{\text{стIV}} = 2 \text{ м}$;

Розрахуємо фактичну швидкість:

$$W_{8-9} = 1,281 \cdot \frac{50,84}{2^2} = 16,28 \text{ м/с}$$

Знаходимо коефіцієнт гідравлічного тертя для ділянки 8-9:

$$\lambda_{8-9} = \frac{0,0348}{\sqrt[4]{2}} = 0,029$$

Втрати по довжині на даній ділянці складають:

$$\Delta P_{l_{8-9}} = 0,029 \cdot \frac{4,258 + 5,143}{2} \cdot \frac{16,28^2}{2} \cdot 1,05 = 18,97 \text{ Па}$$

Приймаємо $\Delta P_{8-9} = 19 \text{ Па}$.

Місцеві опори на ділянці 8-9:

1) Поворот на 60° ;

2) Вихід газу з газопроводу в димову трубу.

У таблиці 2.10 визначимо коефіцієнти ζ для кожного з компонентів місцевих опорів[22]:

Таблиця 2.10 – Місцеві опори на ділянці 8-9

Місцевий опір	Значення ζ
Поворот на 60°;	$\zeta_{60^\circ} = \zeta_{90^\circ} \cdot 0,8 = 0,24 \cdot 0,8 = 0,32$
Вихід газу з газопроводу в димову трубу.	$\zeta_{\text{вих}} = 0,7$

Місцевий опір на цій ділянці складає:

$$\Delta P_{8-9} = 1,02 \cdot \frac{16,28^2}{2} \cdot 1,05 = 141,9 \text{ Па}$$

Приймаємо $\Delta P_{8-9} = 142 \text{ Па}$

2)Сумарний опір газового тракту

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{заг}} &= 8 + 10 + 17 + 43 + 49 + 549 + 25 + 527 + 19 + 142 + 1,945 \\ &+ 10495 = 12017 \text{ Па} \end{aligned}$$

2.3 Підбір тягодуттєвого обладнання

Тягодуттєве обладнання підбирають на основі аеродинамічного розрахунку газового тракту, що відводить за методикою з [2]. Обираємо ексгаустер ВМ-180/1100.[11] Технічні характеристики наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Характеристики димотяга ВМ-180/1100

Параметри	Значення
Об'ємна продуктивність, м ³ /год	100000-260000
Потужність двигуна, кВт	1250
ККД, %	72
Температура газу, °С	200
Тиск, Па	14900-11250

Продуктивність димососу приймають з запасом 10% по відношенню до розрахованої кількості газів на вході в димотяг с урахуванням притягу повітря по газовому тракту, що відводить, незалежно від температури газів, проте з поправкою на барометричний тиск.

Розрахуємо продуктивність димотягу за формулою(2,26):

$$V_d = \frac{1,1 \cdot Q_2 \cdot 101,3}{B} \quad (2.26)$$

Розрахуємо:

$$V_d = \frac{1,1 \cdot 50,84 \cdot 101,3}{101} = 54,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрідження, що створюється димососом, приведене до умов каталогу, згідно якому підбирається димосос, обчислюється за формулою (2.27):

$$\Delta p_{\text{кат}} = 1,2 \cdot \sum P_{\text{заг}} \cdot K \quad (2.27)$$

де 1,2 – коефіцієнт запасу;

$\sum P_{\text{заг}}$ – сумарний опір газового тракту (обчислений у п. 2.2);

K – коефіцієнт перерахунку. Розраховується за формулою (2.28)

$$K = \frac{(273 + T_{\Gamma}) \cdot 101,3 \cdot \rho_{0\Gamma}}{(273 + T_{\text{кат}}) \cdot V \cdot \rho_{0\text{п}}} \quad (2.28)$$

де T_{Γ} – температура газу перед димососом, °С;

$T_{\text{кат}}$ – температура, до якої віднесені дані з каталогу, °С;

$\rho_{0\Gamma}$ та $\rho_{0\text{п}}$ – щільність, відповідно газу та повітря при н.у. кг/м³;

$$K = \frac{(273 + 63,3) \cdot 101,3 \cdot 1,281}{(273 + 150) \cdot 101 \cdot 1,189} = 0,86$$

Підставляємо отримане значення K до формули (2.27):

$$\Delta p_{\text{кат}} = 1,2 \cdot 12017 \cdot 0,86 = 12402 \text{ Па}$$

Потужність, що споживається димоотягом, кВт:

$$N = \frac{N_{\text{кат}}}{K}, \quad (2.29)$$

Де $N_{\text{кат}}$ – значення потужності з каталогу, кВт.

$$N = \frac{1600}{0,86} = 1860,47 \text{ кВт}$$

2.4 Зневоднення осаду, що йде на утилізацію

Для знешкодження стічних вод мартенівського виробництва було обрано гідроциклон з конічною діафрагмою. Далі проводимо розрахунок його конструкційних параметрів.[9]

Вихідні дані :

- Масова витрата рідини, що надходить на зрошення: $M_B = Q_{CB} = 0,0759 \text{ м}^3/\text{с} = 273,24 \text{ м}^3/\text{год}$;
- Температура газу: $t = 63,3^\circ\text{C}$;
- Щільність суспензії $\rho_{зв} = 4,5 \text{ г/см}^3 = 4 \text{ т/м}^3$; Тимонин)
- Щільність води при заданих умовах $\rho_{води} = 981,54 \text{ кг/м}^3$;
- Кінцева концентрація суспензії в воді після коагуляції $C_K = 150 \text{ мг/л}$ [1];
- Вологість осаду:
- після гідроциклону $W_{oc1} = 98\%$ [10];
- після згущення $W_{oc2} = 60\%$ [10];
- після зневоднення $W_{oc3} = 25\%$ [10].

Початкова концентрація суспензії в стічній воді:

$$C_H = \frac{m}{Q_{CB}}, \text{ г/м}^3 \quad (2.30)$$

де m – маса речовини, г;

Q_{CB} – об'єм стічних вод, м^3 .

Масу вловленого пилу розраховуємо за формулою (2.31):

$$m = z_1 \cdot \eta \cdot Q_0 \quad (2.31)$$

$$m = 10 \cdot 0.995 \cdot 150000 = 1492500 \text{ г/м}^3$$

Розрахуємо початкову концентрацію суспензії в стічній воді (2.30):

$$C_H = \frac{1492500}{273240} = 5,46 \text{ г/л} = 5460 \text{ мг/л}$$

Ефективність освітлення:

$$E = \frac{C_H - C_K}{C_H}, \quad (2.32)$$

де C_H – початкова концентрація зважених часток у стічних водах, мг/л;

C_K – кінцева концентрація зважених часток у стічних водах, мг/л.

$$E = \frac{5460 - 150}{5460} = 0,97.$$

Маса уловленого осаду, т/год:

$$G_{\text{сух}} = \frac{C_H \cdot E \cdot Q_{\text{св}}}{1000 \cdot 1000} \quad (2.33)$$

$$G_{\text{сух}} = \frac{5460 \cdot 0,97 \cdot 273,34}{1000 \cdot 1000} = 1,45 \text{ т/год.}$$

Густина осаду, т/м³:

$$\rho_{\text{ос}} = \frac{\rho_{\text{води}} \cdot W_{\text{ос}} + \rho_{\text{зв.ч}} \cdot (100 - W_{\text{ос}})}{100}, \quad (2.34)$$

де $\rho_{\text{в}}$ – щільність води, т/м³;

$\rho_{\text{зв.ч}}$ – щільність зважених часток, т/м³.

Густина осаду після гідроциклону:

$$\rho_{oc1} = \frac{0,98154 \cdot 98 + 4,5 \cdot (100 - 98)}{100} = 1,05 \text{ т/м}^3;$$

Густина осаду після згущення:

$$\rho_{oc2} = \frac{0,98154 \cdot 60 + 4,5 \cdot (100 - 60)}{100} = 2,39 \text{ т/м}^3;$$

Густина осаду після механічного зневоднення в фільтр-пресі:

$$\rho_{oc3} = \frac{0,98154 \cdot 25 + 4,5 \cdot (100 - 25)}{100} = 3,62 \text{ т/м}^3.$$

Об'єм осаду, м³/год:

$$V_{oc} = \frac{100 \cdot G_{сух} \cdot 1,2}{(100 - W_{oc}) \cdot \rho_{oci}}, \quad (2.35)$$

де ρ_{oci} – щільність осаду, т/м³.

Об'єм осаду після гідроциклону:

$$V_{oc1} = \frac{100 \cdot 1,45 \cdot 1,2}{(100 - 98) \cdot 1,05} = 82,86 \text{ м}^3/\text{год};$$

Об'єм осаду після згущення:

$$V_{oc2} = \frac{100 \cdot 1,45 \cdot 1,2}{(100 - 60) \cdot 2,39} = 1,82 \text{ м}^3/\text{год};$$

Об'єм осаду після механічного зневоднення:

$$V_{oc3} = \frac{100 \cdot 1,45 \cdot 1,2}{(100 - 25) \cdot 3,62} = 0,64 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата фільтрату, м³/год:

$$Q_{\phi1} = V_{oc1} - V_{oc2} \quad (2.36)$$

Витрата фільтрату після зневоднення:

$$Q_{\phi1} = 82,86 - 1,82 = 81,04 \text{ м}^3/\text{год.};$$

Витрата фільтрату після механічного зневоднення:

$$Q_{\phi2} = V_{oc2} - V_{oc3} \quad (2.37)$$

$$Q_{\phi2} = 1,82 - 0,64 = 1,18 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Загальна витрата фільтрату, м³/год:

$$Q_{\phi} = Q_{\phi1} + Q_{\phi2} + Q_{св} \quad (2.38)$$

$$Q_{\phi} = 81,04 + 1,18 + 273,24 = 355,46 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для інтенсифікації процесу освітлення стічних вод може бути застосовано реагентна коагуляція. Застосовуємо обробку стічних вод поліакриламідом.

Доза поліакриламідом $D_{ПАА} = 2 \text{ мг/л}$ [11];

Концентрація поліакриламідом $v_p = 1\%$ [11].

Необхідна витрата коагулянту, мг/год:

$$G_{\text{ПАА}} = Q_{\text{ф}} \cdot D_{\text{ПАА}} \cdot 10^{-3} \quad (2.39)$$

Розрахуємо:

$$G_{\text{ПАА}} = 355,46 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,67 \text{ г/год}$$

Загальна витрата коагулянту, м³/год:

$$Q_{\text{ПАА}} = \frac{G_{\text{ПАА}} \cdot 0,1}{B_p}; \quad (2.40)$$

$$Q_{\text{ПАА}} = \frac{0,67 \cdot 0,1}{1} = 0,067 \text{ м}^3/\text{год}$$

Загальна витрата води, що поступає в гідроциклон, м³/год:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{ПАА}} + Q_{\text{ф}}; \quad (2.41)$$

$$Q_{\text{заг}} = 0,067 + 355,46 = 355,527 \text{ м}^3/\text{год}$$

Гідравлічна крупність часток, які необхідно виділити для забезпечення необхідного ефекту, мм/с:

$$U_0 = \frac{q_{\text{ГЦ}}}{3,6 \cdot k_{\text{ГЦ}}}, \quad (2.42)$$

де $q_{\text{ГЦ}}$ – питома гідравлічне навантаження для відкритих гідроциклонів, $q_{\text{ГЦ}} = 11 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

$k_{\text{гц}}$ – коефіцієнт пропорційності, що залежить від типу гідроциклонів; для гідроциклона с конічною діафрагмою – 1,96 [22].

Розрахуємо гідравлічну крупність:

$$U_0 = \frac{11}{3,6 \cdot 1,96} = 1,56 \text{ мм/с.}$$

Продуктивність одного гідроциклонону, м³/год:

$$Q_{\text{гц}} = 0,785 \cdot q_{\text{гц}} \cdot D_{\text{гц}}^2, \quad (2.43)$$

де $D_{\text{гц}}$ – діаметр гідроциклона. Приймаємо 6 м.[9]

$$Q_{\text{гц}} = 0,785 \cdot 11 \cdot 6^2 = 310,86 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість гідроциклонів, шт.:

$$N = Q_{\text{заг}}/Q_{\text{гц}}; \quad (2.44)$$

$$N = \frac{355,527}{310,86} = 1,14 \text{ шт}$$

Приймаємо кількість гідроциклонів – 2 шт.

Так як продуктивність одного гідроциклона перевищує нормативу в 200 м³/год, то необхідно зробити перерахунок для більшої кількості гідроциклонів. Приймаємо 2 штук, тоді продуктивність одного складатиме:

$$Q_{\text{гц}}^{\text{н}} = Q_{\text{заг}}/N^{\text{н}}; \quad (2.45)$$

$$Q_{\text{гц}}^{\text{н}} = 355,527/2 = 177,76 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Діаметр отворів для впуску стічних вод в гідроциклон, м:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{заг}}}{3600 \cdot N \cdot n_{\text{впуск}} \cdot V_{\text{вхід}} \cdot \pi}}, \quad (2.46)$$

де $n_{\text{впуск}}$ – кількість впусків, $n_{\text{впуск}} = 2$ шт. [9];

$V_{\text{вхід}}$ – швидкість потоку на вході в апарат, м/с, $V_{\text{вхід}} = 0,5$ м/с [9].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 355,527}{3600 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,25 \text{ м.}$$

Приймаємо $d_{\text{ст}} = 0,25$ м [12].

Робоча швидкість, м/с:

$$V = \frac{4 \cdot Q_{\text{гц}}}{3600 \cdot n_{\text{впуск}} \cdot d_{\text{ст}}^2 \cdot \pi}; \quad (2.44)$$

$$V = \frac{4 \cdot 177,76}{3600 \cdot 2 \cdot 0,25^2 \cdot 3,14} = 0,5 \text{ м/с,}$$

що входить в проміжок 0,3 – 0,5 [9].

Діаметр труби для відведення осаду, м:

$$d_{\text{ос}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{ос1}}}{\pi \cdot V \cdot 3600}}, \quad (2.45)$$

де V – це швидкість відведення осаду, м/с, $V = 1,1$ м/с [9].

$$d_{oc} = \sqrt{\frac{4 \cdot 82,86}{3,14 \cdot 1,1 \cdot 3600}} = 0,145 \text{ м.}$$

Приймаємо 150 мм [12].

2.5. Розрахунок реагентного господарства

На очисні споруди ПАА надходить у вигляді 8%-го гелю в такій упаковці: мішки з поліхлорвінілової або поліетиленової плівки, вкладені в паперові або тканинні мішки з подальшим укладанням у дерев'яні ящики з масою 40-50 кг.

ПАА зберігається в критих приміщеннях при температурі не вище 25-30°C . Термін зберігання не більше 6 місяців, при цьому заморожування ПАА не допускається.

Приймаємо дозу ПАА дорівнює 2 мг/л. Добова потреба ПАА за товарним продуктом з вмістом корисної частини 8% визначається за формулою, т/доб:

$$G_{\text{ПАА}} = \frac{D_{\text{ПАА}} \cdot Q}{0,08 \cdot 10^6}, \quad (2.46)$$

Де $D_{\text{ПАА}}$ – доза поліакриламід, мг/л;

Q – витрата води, м³/діб.

$$G_{\text{ПАА}} = \frac{2 \cdot (273,24 \cdot 24)}{0,08 \cdot 10^6} = 0,16 \text{ т/добу}$$

Робочий об'єм 2%-го розчину ПАА дорівнює 16 м³.

Площа складу для ПАА визначається за формулою, м²:

$$F = \frac{n \cdot f \cdot \alpha}{n_{\text{ярус}}}, \quad (2.47)$$

Де n – кількість ящиків ПАА, що розраховані на 15-ти добове зберігання, шт.;

f – площа ящика з ПАА, що дорівнює 0,3 м²;

α – коефіцієнт, що враховує площу проходів, 1,15;

$n_{\text{ярус}}$ – кількість встановлених ярусів ящиків ПАА.

Оскільки добова потреба ПАА становить 0,16 т/діб, то при 15-ти добовому зберіганні запасів кількість ящиків при вазі кожного [13] по 50 кг складе:

$$n = \frac{G_{\text{ПАА}} \cdot 15}{50}, \quad (2.48)$$

$$n = \frac{160 \cdot 15}{50} = 48 \text{ шт,}$$

$$F = \frac{48 \cdot 0,3 \cdot 1,15}{4} = 4,14 \text{ м}^2$$

Приготування розчину ПАА роблять у видаткових баках, місткість яких визначають за формулою, м³:

$$W_p = \frac{D_{\text{ПАА}} \cdot Q \cdot T_p}{10000 \cdot b_p \cdot \gamma}, \quad (2.49)$$

де $D_{\text{ПАА}}$ – доза поліакриламід, мг/л;

Q – витрата води, м³/год;

T_p – час, на який заготовлюють розчин ПАА 10...12 год;

b_p – концентрація розчину ПАА в розчинному баці 0,1 %;

γ – об'ємна маса розчину ПАА 1 т/м³.

$$W_p = \frac{2 \cdot 273,24 \cdot 10}{10000 \cdot 0,1 \cdot 1} = 5,46 \text{ м}^3$$

Приймаємо кількість видаткових баків 2, тоді об'єм одного бака дорівнює:

$$W_{p1} = \frac{W_p}{2}, \quad (2.50)$$

де W_p – місткість видаткових баків, м³.

$$W_{p1} = \frac{5,46}{2} = 2,73 \text{ м}^3 = 3 \text{ м}^3$$

Приймаємо бак з механічними лопатевими мішалками .

Дозування ПАА у воду роблять насосами-дозаторами, ваговими дозаторами і т.п.

Витрату насосів-дозаторів розраховують за формулою, м³/год:

$$Q_n = \frac{W_p}{24 \cdot T_p}, \quad (2.51)$$

де W_p – місткість видаткових баків, м³;

T_p – час, на який заготовлюють розчин ПАА [13], 10...12 год.

$$Q_n = \frac{5,46}{24 \cdot 10} = 0,0227 \text{ м}^3/\text{год} = 22,7 \text{ л}/\text{год}.$$

Приймаємо 2 насоси-дозатори типу НД-120/6 [14].

Змішання реагентів з оброблюваною водою роблять у змішувачах гідравлічного типу (вихрових, перегородчатих).

Вертикальний змішувач являє собою круглий чи квадратний резервуар з конічним днищем. Приймаємо 2 змішувачі.

Витрата на один змішувач:

$$Q_1 = \frac{0,0759}{2} = 0,03795 \text{ м}^3/\text{с}$$

Площа поперечного перерізу верхньої частини змішувача визначають за формулою, м²:

$$F_B = \frac{Q_1}{V}, \quad (2.52)$$

де V – швидкість висхідного руху води під водозбірним пристроєм, що дорівнює 0,03...0,04 м/с [22].

$$F_B = \frac{0,03795}{0,03} = 1,265 \text{ м}^2$$

Діаметр верхньої частини циліндричного змішувача, м:

$$D_{ц} = \sqrt{4F_B/\pi} \quad (2.53)$$

де F_B -- площа поперечного перерізу верхньої частини змішувача, м².

$$D_{ц} = \sqrt{4 \cdot 1,265/3,14} = 1,27 \text{ м.}$$

Висота конічної частини змішувача, м:

$$h = \frac{D_{\text{ц}} - d_{\text{п}}}{2 \sin \alpha/2} \quad (2.54)$$

де $D_{\text{ц}}$ -- діаметр верхньої частини циліндричного змішувача, м;

$d_{\text{п}}$ – діаметр трубопроводу, м/с;

$d_{\text{п}}$ - діаметр трубопроводу, що подає, підбирається для забезпечення швидкості руху потоку в межах 1,2...1,5 м/с

α – кут між похилими стінками нижньої частини, рівний 30...45° [22].

Тоді

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot V}} \quad (2.54)$$

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,03795}{3,14 \cdot 0,5}} = 0,31 \text{ м/с}$$

$$h = \frac{1,27 - 0,31}{2 \cdot \sin 30/2} = 1,85 \text{ м}$$

Об'єм конічної частини змішувача визначається за формулою, м³:

$$V_{\text{к}} = \pi \cdot h \cdot (D_{\text{ц}}^2 + d_{\text{п}}^2 + D_{\text{ц}} \cdot d_{\text{п}})/12 \quad (2.56)$$

$$V_{\text{к}} = 3,14 \cdot 1,85 (1,27^2 + 0,31^2 + 1,27 \cdot 0,31)/12 = 1,02 \text{ м}^3.$$

Обсяг змішувача, м³:

$$V_{\text{ЗМ}} = Q_1 \cdot t / 60, \quad (2.57)$$

де t – час змішання, 1,2...2 хв [13].

$$V_{\text{ЗМ}} = 0,03795 \cdot 1,5 / 60 = 0,0009 \cdot 3600 = 3,42 \text{ м}^3$$

Обсяг верхньої частини змішувача, м^3 :

$$V_{\text{В}} = V_{\text{ЗМ}} - V_{\text{К}}. \quad (2.58)$$

$$V_{\text{В}} = 3,42 - 1,02 = 2,4 \text{ м}^3.$$

Висота верхньої частини:

$$h = V_{\text{В}} / F_{\text{В}}. \quad (2.59)$$

$$h = 2,4 / 1,265 = 1,8 \text{ м}.$$

Збір води здійснюється у верхній частині змішувача периферійним лотком через затоплені отвори при швидкості руху води через отвір.

Швидкість води, що проходить через отвори – $V_{\text{ОТВ}} = 1 \text{ м/с}$.

Число отворів визначається за формулою:

$$n_{\text{ОТВ}} = 4 \cdot Q_1 / (\pi \cdot d_{\text{ОТВ}}^2 \cdot V_{\text{ОТВ}}), \quad (2.60)$$

де $d_{\text{ОТВ}}$ – діаметр отворів, що дорівнює 0,05 м [13];

$V_{\text{ОТВ}}$ – швидкості руху води через отвір, 0,1 м/с.

$$n_{\text{ОТВ}} = 4 \cdot 0,03795 / (3,14 \cdot 0,05^2 \cdot 1) = 193 \text{ шт.}$$

Крок отвору розраховується за формулою, мм:

$$l_{\text{отв}} = \pi \cdot D_{\text{ц}} / n_{\text{отв}} \quad (2.61)$$

$$l_{\text{отв}} = 3,14 \cdot 1,27 / 193 = 0,02 \text{ мм.}$$

Площа лотку, м²:

$$F_{\text{л}} = Q_1 / V_{\text{л}}, \quad (2.62)$$

де $V_{\text{л}}$ – швидкість руху води в периферійному лотку, що дорівнює 0,6 м/с [13].

$$F_{\text{л}} = \frac{0,03795}{0,6} = 0,063 \text{ м}^2$$

Ширина лотку, м:

$$h_{\text{л1}} = \sqrt{F_{\text{л}}} \quad (2.63)$$

$$h_{\text{л1}} = \sqrt{0,063} = 0,25 \text{ м}$$

$$h_{\text{л2}} = h_{\text{л1}} + 0,05$$

$$h_{\text{л2}} = 0,25 + 0,05 = 0,3 \text{ м}$$

$$h_{\text{л}} = h_{\text{л2}} - \frac{\pi \cdot D_{\text{ц}}}{2} \cdot i,$$

де i – ухил дна лотку, що дорівнює 0,02 [13].

$$h_{л}^{\wedge} = 0,3 - \frac{3,14 \cdot 1,27}{2} \cdot 0,02 = 0,26$$

2.6 Розрахунок фільтр - преса

Кількість фільтрів визначають по формулі:

$$N = F_{\Pi} / F_{\text{пф}} \quad (2.64)$$

де F_{Π} - площа фільтрування, м^2 .

F_{Φ} – площа поверхності фільтрування одного апарата по каталогу, м^2 . Приймаємо 25 м^2 .

Площа фільтрування розраховується по формулі (2.65):

$$F_{\Pi} = \frac{G_{\text{сух}} \cdot 1000}{q_{\text{ос}}} \quad (2.65)$$

Де $q_{\text{ос}}$ - продуктивність фільтр-преса для даного типу осаду, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Приймаємо продуктивність фільтр-преса $30 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Розрахуємо площу фільтрування:

$$F_{\Pi} = \frac{1,45 \cdot 1000}{30} = 48,3 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

Розрахуємо кількість фільтрів:

$$N = \frac{48,3}{25} = 1,93$$

Приймаємо 2 фільтр-преса типу ФПАКМ-25У

Воздуходувка для створення вакууму.

Витрата повітря для створення вакууму визначається за формулою(2.66):

$$Q_{\text{возд1}} = N_{\text{ф}} \cdot F_{\text{ф}} \cdot V_{\text{пов}} \quad (2.66)$$

де $N_{\text{ф}}$ – кількість фільтрів, шт.;

$F_{\text{ф}}$ – площа, яка фільтрується, м^2 ;

$V_{\text{пов}}$ – питома витрата повітря, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{хв})$

Розрахуємо:

$$Q_{\text{возд1}} = 2 \cdot 25 \cdot 0,5 = 25 \text{ м}^3/\text{хв}$$

Приймаємо дві воздуховушки типу ВК-12М1.

Таким чином у другому розділі було розраховано та обрано апарати, що входять в систему очистки. Система включає групу скрубєрів Вентурі ГВПВ-0,0860, краплєвловлювачі типу КЦТ-2200 ексгаустер типу ВМ-180/1100.

Були розраховані наступні основні параметри скрубєра Вентурі та краплєвловлювача:

- 1) Необхідний ступінь очищення газу: $\eta=99\%$;
- 2) Загальний гідравлічний опір апарату: $\Delta P_{\text{скрубєра}}=10,495\text{кПа}$;
- 3) Витрату газу за робочих умов: $Q_p=75,9 \text{ м}^3/\text{сек}$;
- 4) Діаметр горловини труби Вентурі: $d_r=287\text{мм}$
- 5) Діаметр циліндричної частини краплєвловлювача: $D_{\text{ц}} = 2,16\text{м}$.

Кінцева запиленість складає $0,05 \text{ г}/\text{м}^3$, що відповідає технологічним вимогами.

Також проведено розрахунок аеродинамічного тракту. Було визначено місцеві втрати тиску та втрати тиску по довжині. Загальні тиск після розрахунку тракту становить 12344 Па .

Для очищення стічних вод було обрано та розраховано основні параметри гідроциклону та реагентного господарства. Для згущення осаду було обрано фільтр-пресу типу ФПАКМ-25У.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища проектованого мартенівського цеху

При виплавці сталі в мартенівських печах можуть виникають шкідливі виробничі чинники, які впливають на умови праці робітників. Згідно з досвідом роботи мартенівських цехів, основними шкідливими чинниками в цеху є теплові і світлові випромінювання, виділення пилу і газу у виробниче приміщення, а також шум і вібрація.

Джерелами випромінювань може бути факел полум'я, нагрітий до високої температури вогнетривке футерування внутрішнього простору печі і поверхня розплавленого металу і шлаку, дія яких виявляється при відкритих вікнах печі. Крім того, джерелами випромінювань є чавун, що заливається, рідкий шлак, розплавлений метал при випуску і розливанні сталі. Всі джерела мають температуру, що перевищує 500 °С, тому спектр випромінювання містить світлові і інфрачервоні промені. Інтенсивність опромінення на робочих місцях від 0,01 до 10,5 кВт/м² [].

У мартенівських цехах тепловому опроміненню в основному піддаються сталевари і помічники сталеварів. Інфрачервоні випромінювання впливають на функціональний стан людини, його центральну нервову систему, серцево-судинну систему. Провокують різке почастищення серцебиття, підвищення максимального і пониження мінімального артеріального тиску, почастищення дихання, підвищення температури тіла і посилення потовиділення, захворюваність серцево-судинної системи і органів травлення.

Світлові випромінювання можуть викликати цілий ряд патологічних змін в стані очей: кон'юктивити, помутніння рогівки, депігментацію райдужки, спазм зіниць, помутніння кришталика, опік сітківки і ін.

При тривалому перебуванні людини в зоні інфрачервоного випромінювання, як і при систематичній дії високої температури, відбувається порушення водно-сольового балансу, який викликає так звану судорожну хворобу.

У мартенівському цеху може утворюватися і виділятися у виробниче приміщення велика кількість пилу. Основним джерелом є мартенівська піч. Пил у вигляді сконденсованих частинок випареного металу і шлаку є дрібнодисперсною. Джерелом її попадання в робочу зону є також негерметичність устаткування при проведенні операцій по заваленню шихти.

Проникаючи в організм при диханні, при заковтуванні і скрізь пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання. Мартенівський пил відноситься до пилу неорганічного походження. У його склад входять залізо, хром, нікель, марганець, бенз(а) пирен, мідь. Ці речовини, залежно від концентрації, токсично впливають на організм того, що працює.

В ході технологічного процесу можуть також виділяються газоподібні шкідливі речовини. При вибиванні язиків полум'я з-під заслінок вікон, відкритті вікон печі, а також при випуску і розкислюванні сталі з робочого простору печі і з ковша виділяються гази. Інколи виділення газів може виникати унаслідок порушення цілісності газових комунікацій [].

У повітря робочої зони можуть потрапляють наступні газоподібні речовини: оксид вуглецю (II), сірчистий ангідрид, оксид азоту (II) і ін. Оксид вуглецю (II) є продуктом неповного згорання палива або утворюється в результаті фізико-хімічних реакцій в процесі плавки. Чадний газ потрапляє в організм людини через дихальні дороги. Із-за утворення карбоксигемоглобіну різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може настати кисневе голодування. Головним чином, це впливає на функції центральної нервової системи.

Сірчаний ангідрид володіє дратівливою дією. При контакті з біологічними органами він викликає запальну реакцію, причому в першу чергу страждають органи дихання, шкіра і слизисті оболонки очей.

Оксид азоту (II) потрапляє в організм через дихальні дороги і утворює в крові метгемоглобін. У робітників може виникнути кашель, задуха, задишка. У важких випадках може розвинутися набряк легенів.

При виконанні деяких операцій мартенівського процесу виникає шум механічного, аеродинамічного і термічного походження (рух кранів, машин завалень, рух газових потоків в печі і газоходах і тому подібне), що вимагає забезпечення захисту персоналу.[23]

3.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища проєктованого мартенівського цеху

При проєктуванні цеху для досягнення нормативних показників використанні інженерні рішення, що забезпечують комфортні умови праці та дозволяють безпечно експлуатувати технічне обладнання. Від розглянутих вище потенційно шкідливих чинників виробничого середовища в проєктованому мартенівському цеху прийняті наступні заходи захисту.

Для захисту від теплових випромінювань і створення необхідних умов праці застосовують: теплову ізоляцію поверхонь, випромінюючих тепло; прискорене проведення операцій, пов'язаних з відкриттям вікон, заливкою чавуну, скачуванням шлаку, випуском і розливанням сталі; екранування робочих місць; природну і механічну вентиляцію; водорозпилювання на робочих місцях; спецодяг і інші засоби індивідуального захисту.

Для ослабіння дії теплових випромінювань на організм людини в мартенівському цеху встановлений раціональний питний режим постачання

робітників підсоленою газованою водою, білково-вітамінним напоєм і тому подібне.

Для охолодження і зменшення дії надлишкового тепла в мартенівському цеху можна застосовувати дрібнодисперсне розпилення води. Діаметр крапельок не повинен перевищувати 50-60 мкм. Водяний пил, потрапляючи на одяг і тіло працюючого, випаровуючись сприяє охолодженню, а вдихуваний водяний пил оберігає слизисті оболонки дихальних доріг від висихання. Кількість розпорошеної води повинна складати приблизно 11 г/хв .

При інтенсивності опромінення $>2100 \text{ Вт/м}^2$ повітряний душ не може забезпечити відповідне охолодження. Тому потрібно зменшити опромінення, передбачивши захисні екрани. Теплозахисний екран дозволяє локалізувати джерело променистої теплоти, зменшити опроміненість на робочих місцях і понизити температуру поверхонь, що оточують робоче місце .

Як засоби індивідуального захисту сталевар в мартенівському цеху повинен використовувати спецодяг з незаймистого, стійкого проти променистої енергії, легкого і повітропроникного матеріалу. Для захисту очей необхідно використовувати стекла-світлофільтри у вигляді окулярів, щитків. Вони виконуються із спеціального жовто-зеленого або синього скла. Передбачається спеціальне шкіряне взуття.

Місце відпочинку в мартенівському цеху відділяється від виробничого майданчика склоблоками; для нього відводиться площа 2-3 м² заввишки 2,3 м. Для усунення повітряної теплової подушки в перекритті виконується природна вентиляція [23].

Для захисту відпилевиділень застосовується місцева вентиляція. Вживання засобів індивідуального захисту органів дихання, зокрема респіратор ШБ-2 «Пелюстка», усуває дію пилу на організм працюючих.

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 і скупчення. У цеху застосовується витяжна вентиляція.

Для захисту від шуму застосовують індивідуальні засоби захисту. На постах управління використовують звукопоглинальні і звуковідбивні екрани.

При впровадженні вище зазначених заходів поліпшаться умови праці, наприклад, для сталевара.

Оцінка чинників виробничого середовища і трудового процесу для сталевара в мартенівському цеху приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Оцінка чинників виробничого середовища і трудового процесу (робоче місце – пічний проліт).

№ п/п	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення (ГДК)	Фактичне значення	111 клас: шкідливі і небезпечні умови і характер праці			Тривалість дії чинника в зміну, %
				1 ступінь	11 ступінь	111 ступінь	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ :						
	1 клас: Ni	0.05	0.1	2 p			80
	Mn	0.05	0.1	2 p			80
	2 клас: Cu	1.0	1.15	1.15 p			80
	3 клас: CO	20.0	80	4 p			80
	SO ₂	10.0	37.5	3.75p			80
	NO	5.0	10,0	2 p			80
2	Пил фиброгенної дії, мг/м ³	4	8	2 p			80
3	Вібрація, дБ	101	106		5		

Продовження таблиці 3.1.

4	Шум, дБА	80	89	9			80
5	Мікрокліма в приміщенні(у теплий період):Температура повітря, °С	27	31	4 ⁰ С			80
	Швидкість руху повітря, м/сВідносна вологість повітря, %	<0.5	0.8	1.6раз			80
	Інфрачервоне	<70	40-50				80
		140	350	350			80

Як видно з таблиці, згідно гігієнічної класифікації праці на умови праці сталевара в мартенівському цеху найбільший вплив роблять такі чинники, як вібрація.

3.3 Виробнича санітарія основного приміщення проектного цеху, побутових та допоміжних приміщень

Проектований мартенівський цех повинен розташовуватися з підвітряного боку по відношенню до житлового району з врахуванням троянди вітрів. Розташування будівель і споруджень мартенівського цеху забезпечує найбільш сприятливі умови аерації і природного освітлення приміщень [].

Об'єм виробничого приміщення на одного працюючого не менше 15 м³, а площа не менше 4,5 м².

Опалювання основних виробничих приміщень передбачається повітрям, поєднаним з припливною вентиляцією. Приплив здійснюється крупними установками, розташованих групами.

Проектується вентиляція в мартенівському цеху, яка буде здійснюється за допомогою великих централізованих установок. Приплив в цех здійснюватимисядесятьма припливними системами загальною продуктивністю 600000 м³/год. Крім того, для поліпшення мікроклімату на робочих місцях сталеварів передбачена подача повітря душуючими установками з обробкою повітря на типових кондиціонерах. Продуктивність кожної душируючої установки 20000 м³/год. Роздача повітря через перфоровані повітряводи рівномірної роздачі виробляється на висоті близько 3 метрів від підлоги .

У мартенівському цеху проектується застосовувати комбіноване освітлення.

Штучне освітлення слід передбачати для всіх приміщень, будівель, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту.

Для штучного освітлення в мартенівському цеху будуть застосовувати лампи розжарювання потужністю 750 і 500 Вт. Для бічного освітлення – 80 шт (750 Вт); для верхнього освітлення – 80 шт (500 Вт). Коефіцієнт запасу світильників залежно від запиленості дорівнює 1,7.

Кімнати відпочинку розташувалися в герметичному, звукоізолюваному (рівень шуму не більше 50 дБА) приміщенні з кондиціонуванням повітря, установками-автоматами ОМ-1 для проведення оксигенопрофілактики, напівдушом, кріслами для прийняття зручної для розслаблення м'язів пози.

Санітарно-побутові приміщення зазвичай споруджують поблизу мартенівського цеху в окремому трьох- або чотириповерховій будівлі, яка з'єднується з цехом теплим коридором. До складу санітарно-побутових приміщень входять вбиральні для зберігання домашнього і робочого одягу, душові і вмивальні.[24]

3.4 Заходи з електробезпеки у проектованому цеху

Проектований мартенівський цех буде оснащений великою кількістю електроапаратури, електродвигунів. У цеху буде використовуватися всіляке електроустаткування: заливальні і розливні крани, машини завалень, щити управління технологічним процесом, допоміжне устаткування по ходу технологічного процесу і ін.

Максимальна напруга, яка буде використовуватися в цеху, 6000 В.

З врахуванням середовища у виробничому приміщенні мартенівського цеху його можна віднести до особливо небезпечного приміщення по поразці електричним струмом. Тут присутні наступні чинники: підвищена температура повітря 38-43 °С; струмопровідні підлоги; можливість одночасного дотику до металевих конструкцій, сполучених із землею.

Для живлення електроустаткування, використовуваного в пічному і розливному прольотах, застосовується напруга не більше 380 В.

З врахуванням вказаного вище, робимо вибір електромережі для живлення мартенівського цеху. По технологічних вимогах вибираємо трифазну чотиридротову мережу з глухозаземленою нейтраллю напругою 6/0,4 кВ.

Вибір такої мережі обумовлений також тим, що в мартенівському цеху неможливо забезпечити хорошу ізоляцію дротів із-за їх великої протяжності, швидко відшукати і усунути пошкодження ізоляції.

На відміну від тридротової мережі з ізолюваною нейтраллю, дана мережа безпечніша в аварійний період роботи електроустановок.

Електроустаткування, яке обслуговує мартенівську піч, живеться від комплектної трансформаторної підстанції 6000/400, укомплектованою двома трансформаторами потужністю по 1000 кВт. Напруга живлення більшості електроустаткування, яке обслуговує мартенівську піч, складає 6000 В. Це електроприводи різних агрегатів.

Для електроприводів механізмів шихтоподачі використовуються асинхронні і короткозамкнуті двигуни, електродвигуни з фазним ротором потужністю 100 кВт.

До основних електрозахисних засобів в електроустановках напругою вище 1000 В відносяться оперативні і вимірювальні кліщі, покажчики напруги і ізолюючі пристрої і пристосування для ремонтних робіт (ізолюючі сходи, майданчики, тяга, безпосередньо дотична з дротом, щитові габаритники, захвати для перенесення гірлянд ізоляторів, що ізолюють живлення).

Для захисту від поразки працюючих електричним струмом в мартенівському цеху здійснюється заземлення неструмоведучих металевих частин електроустановок.

Заземленню підлягає устаткування ділянки мартенівської печі. Це електропривод механізмів шихтоподачі: механізм пересування вагон-вагів, який має два двигуни постійного струму послідовного збудження з реостатно-компакторним управлінням; механізм обертання барабанів затвора бункера з двома двигунами постійного струму послідовного збудження з реостатно-контакторним управлінням. Заземленню також підлягає зондська лебідка. Піч обладнана двома зондськими лебідками: для лівого і правого зондів. Електропривод зондських лебідок з двигуном постійного струму паралельного збудження.

При експлуатації електроустановок інколи виникають умови. Коли найдосконаліші захисні пристрої самих електроустановок не гарантують безпеку людини (наприклад, операції з роз'єднувачами і тому подібне). Тому необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту.

Основними ізолюючими засобами є ізолюючі штанги, ізолюючі і електровимірювальні кліщі, діелектричні рукавички, слюсарно-монтажний інструмент з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги. Додаткові засоби: діелектричні галоші, килимки, що ізолюють підставки [24].

3.5 Заходи пожежної безпеки в проектуваному мартенівському цеху

Природний газ, вживаний в мартенівському виробництві, легко запалим, що може викликати його спалах і вибухи. Вибухи відбуваються при змішуванні газу з повітрям при певних співвідношеннях. У всіх випадках вони є наслідком неправильних дій персоналу або несправності устаткування. Вибухи можуть відбуватися в мартенівській печі, трубопроводах, повітрянагрівачів, пиловловлювачах, повітродувних машинах, а також опалювальних газом приміщеннях, де може накопичуватися газ.

Окрім вибухів, можливі випадки раптового займання газу, що не зрідка наводить до опіків. Займання газу відбуваються при зупинці печі, при заміні фурм і шлакових приладів, при підготовці сталевोї і шлакової льоток до випуску.

Окрім газових вибухів, в мартенівському цеху можливі вибухи, викликані рідкими продуктами плавки (сталлю і шлаком). Ці вибухи відбуваються при взаємодії вологи з розплавленим металом і шлаком. Вони супроводяться сильним звуком, розбризкуванням великої кількості бризок і іскр.

Будівлю мартенівського цеху (пічний проліт) можна віднести до приміщення категорії Г. Приміщення цієї категорії характеризуються наявністю негорючих речовин і матеріалів в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводиться випромінюванням тепла, іскр і полум'я, і твердих, рідких і газоподібних речовин, які спалюються або утилізувалися як паливо [25].

Дороги, проїзди до будівель і споруд, під'їзди до джерел зовнішнього протипожежного водопостачання, доступ до первинних засобів

пожежогасінні (пожежним щитам, ящикам з піском) мають бути завжди вільними, перебувати в справному стані.

Для полегшення і прискорення виявлення в нічний час пожежного устаткування, гідрантів, входів в будівлі, територію цеху необхідно добре освітлювати [].

На території всього підприємства заборонено владнувати звалища з горючих відходів.

В разі проведення ремонту на окремих ділянках доріг або проїздів необхідно негайно інформувати пожежну охорону.

Для проїзду пожежних автомобілів на залізничних коліях обладналися суцільні настили на рівні верхніх країв рейок. Стоянка залізничних вагонів на переїздах без локомотиву заборонена [].

Для попередження вибухів в мартенівському цеху. Пов'язаних з рідкими продуктами плавки, необхідно у всіх випадках уникати взаємодії розплавленого металу і шлаку з вологою, забезпечувати хороше просушування жолобів, сталеве і шлакове льоток, ковшів, підтримувати сухими робочі місця, майданчики, устаткування і інструмент. Не можна кидати в жолоби з розплавленим металом скрап, заправні матеріали, сміття і інші холодні і вологі предмети.[26]

Установки пожежної сигналізації повинні формувати імпульс на управління автоматичними установками пожежогасінні, димоудалення і сповіщення про пожежу при спрацьовуванні не менше двох автоматичних пожежних сповесників, що встановлюються в одному контрольованому приміщенні.

Димові і теплові пожежні сповесники слід встановлювати, як правило на стелі. При неможливості установки на стелі допускається установка на стінах, балках, колонах. Димові і теплові сповесники слід встановлювати в кожному відсіку стелі, обмеженому будівельними конструкціями (балками, прогонами), на відстані від стелі на 0,4 м і більш.

Усередині будівлі сповесники слід встановлювати на дорогах евакуації і при необхідності в окремих приміщеннях. Відстань між ними має бути не більше 50 м. Сповесники встановлюються поодиночі на всіх сходових майданчиках кожного поверху.[27]

3.6 Розрахунок асраційного ліхтаря

Розрахунок проводиться для теплого періоду року. Довжина ліхтаря приймається рівною довжині сталеплавильного цеху 580 м з перекриттям по висоті ліхтаря через 83 м.будівля цеху захищене від вітру іншими будівлями, тому швидкісний тиск вітру не враховується. Внутрішній надлишковий тиск у ліхтарі приймається 5 Па. [28]

Температура повітря на виході з ліхтаря визначається за формулою (3.1):

$$m = \frac{t_{p.z} - t_n}{t_{вих} - t_n} \quad (3.1)$$

де-коефіцієнт m для мартенівського цеху 0,5 [23];

- $t_{p.z}$ допустима температура повітря в робочій зоні в теплий період року;

- t_n температура зовнішнього повітря, що надходить, визначається з таблиці

Таблиця 3.2 Розрахункові параметри зовнішнь-ого повітря

Найменування пункта	Розрахунковий барометричний тиск, Па	Період року	Температура, °С	Розрахункова швидкість вітру, м/с
Запорожье	101325	Теплый	27,1	3,5
		Холодный	-9	5,4

З формули () можна розрахувати $t_{\text{вих}}$:

$$t_{\text{вих}} = \frac{t_{\text{р.з}} - t_{\text{н}}}{m} + t_{\text{н}} = \frac{29 - 27,1}{0,5} + 27,1 = 31^{\circ}\text{C}$$

Кількість повітря для асиміляції тепловиділень, яке повинно надходити в цех через приточні отвори і видалятися через аераційний ліхтар, $\text{м}^3 / \text{год}$

$$L_{\text{пр}} = \frac{a \cdot (m \cdot Q - Q_1)}{0,24 \cdot (t_{\text{р.з}} - t_{\text{н}})} \quad (3.2)$$

де a -коефіцієнт, що враховує висоту розташування приточних прорізів від підлоги, $a=1,04$

- Q - тепловиділення в цех, Вт,;

- Q_1 - втрати тепла зовнішніми огорожами, Вт:

$$Q_1 = \frac{F}{R} + (t_{\text{р.з}} - t_{\text{н}}) \cdot n \quad (3.3)$$

де- R -опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $=16,5 (\text{м}^2 \cdot \text{оС}) / \text{Вт}$;

- n - коефіцієнт, що залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря, $n = 1,1$;

- F - розрахункова площа огорожувальної конструкції, м^2 ;

Розрахункову площу огорожувальної конструкції можна розрахувати по формулі:

$$F = 2 \cdot (l + b) \cdot h \quad (3.4)$$

де- l -довжина цеху, м;

- b ширина цеху, м;

- h висота цеху, м.

Розрахуємо:

$$F = 2 \cdot (580 + 60) \cdot 33 = 42240 \text{ м}^2$$

Розрахуємо втрати тепла зовнішніми огорожами:

$$Q_1 = \frac{42240}{16,5} \cdot (29 - 27,1) \cdot 1,1 = 5350,4 \text{ Вт}$$

Розрахуємо кількість повітря для асиміляції тепловиділень.

$$L_{\text{пр}} = \frac{1,04 \cdot (0,5 \cdot 1580000 - 5350,4)}{0,24 \cdot (29 - 27,1)} = 1789552 \text{ м}^3/\text{год}$$

Ширина горловини ліхтаря визначається за формулою:

$$A = \frac{L_{\text{вит}}}{3600 \cdot l \cdot v} \quad (3.5)$$

де- $L_{\text{вит}}$ –кількість повітря, що видаляється через ліхтар, яке дорівнює кількості повітря, що надійшло в цех, м³ / год;

- l - довжина ліхтаря, м;

- v - швидкість повітря в горловині ліхтаря, м / с;

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot p_{\text{ізб}}}{\rho_1 \cdot \xi}} \quad (3.6)$$

де- $p_{\text{ізб}}$ – надлишковий тиск у ліхтарі, Па;

- ξ - коефіцієнт місцевого опору, $\xi = 7,5$, [24];
- ρ_1 щільність повітря при робочих умовах, кг / м³;
- ρ_0 щільність повітря при нормальних умовах, кг / м³.

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{273}{273 + t_{\text{вих}}} \cdot \frac{B + P_{\Gamma}}{B_0} \quad (3.7)$$

Розрахуємо:

$$\rho_1 = 1,29 \cdot \frac{273}{273 + 31} \cdot \frac{98000 + 5}{101325} = 1,16 \text{ кг/м}^3$$

Розрахуємо швидкість повітря в горловині ліхтаря:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{7,5 \cdot 1,16}} = 1,0 \text{ м/с}$$

Розрахуємо ширину горловини ліхтаря:

$$A = \frac{1789552}{3600 \cdot 580 \cdot 1} = 0,857 \text{ м.}$$

Таким чином, в мартенівському цеху необхідно встановити аераційний ліхтар типу Ктіс з шириною горловини 0,857 м, кут розкриття 70°; довжина 580 м з перекриттям по висоті 8,3 м; передбачається захист ліхтаря від задування вітром. Регулювання фрамуг-не менше 2 рази на рік за допомогою механізмів відкривання.

РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Організація роботи на ділянці очищення газів

Організаційна структура управління ділянкою газоочистки, як і цехом, являє собою лінійно-функціональну схему: начальник цеху - начальник зміни - майстер газоочисної установки (ГОУ).

Начальник зміни є оперативним керівником роботи цеху в кожній зміні. Йому безпосередньо підпорядковується майстер ГОУ.

Майстер газоочисної установки є адміністративно-технічним керівником робітників-технологів своєї ділянки, він стежить за забезпеченням безперебійної роботи установки цеху, яка вловлює піл та газ, контролює дотримання технологічних параметрів і процесів, виявляє і усуває причини їх порушення, забезпечує повне завантаження і правильне використання обладнання, утримання його в справному стані, а також належний порядок і чистоту на робочих місцях та прилеглої до ділянки території.

Оператор ГОУ спостерігає за ходом технологічного процесу очищення газів, контролює показання приладів контролю і регулювання процесу. Роботою оператора керує бригадир.

Відповідно графіку поточних оглядів і капітальних ремонтів основного устаткування складається графік проведення оглядів і ремонтів обладнання газоочисної установки, з якого розраховується кількість днів і годин простою обладнання на огляди і для заміни поламаних деталей. Потім розраховується час роботи обладнання з урахуванням простоїв. Результати розрахунків зводимо у таблицю 4.1.

За базовим та проектним варіантах простої на поточні та капітальні ремонти становлять 15 днів на рік. Ефективний фонд часу газоочисної установки, г:

$$T_{\text{ЭФ}} = T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{РЕМ}} \quad (4.1)$$

де $T_{\text{КАЛ}}$ - календарне фонд часу роботи газоочистки, год; $T_{\text{РЕМ}}$ - простій на плановий ремонт, г.

Коефіцієнт використання установки у часі:

$$K_{\text{ИСП}} = \frac{T_{\text{ЭФ}}}{T_{\text{КАЛ}}} \quad (4.2)$$

Результати розрахунку представлені в таблиці. 4.1.

Таблиця 4.1. - Баланс робочого часу газоочисної установки

Показники	Одиниці виміру	Базовий варіант	Проектний варіант
Режим роботи газоочисної установки	—	Безперервний	Безперервний
Календарний час роботи, $T_{\text{КАЛ}}$	Дні години	365 $365 \cdot 24 = 8760$	365 $365 \cdot 24 = 8760$
Простій на плановий ремонт, $T_{\text{РЕМ}}$	Дні години	15 $15 \cdot 24 = 360$	15 $15 \cdot 24 = 360$
Ефективний фонд часу, $T_{\text{ЭФ}}$	Дні години	$365 - 15 = 350$ $350 \cdot 24 = 8400$	$365 - 15 = 350$ $350 \cdot 24 = 8400$
Коефіцієнт використання, $K_{\text{ИСП}}$	—	$\frac{350}{365} = 0,959$	$\frac{350}{365} = 0,959$

Висновок: коефіцієнти використання газоочисної установки базового та проектного варіантів рівні, так як, простої на ремонт газоочисного устаткування однакові.

4.2 Планування виробничої програми

Річну виробничу потужність газоочисної установки визначаємо за формулою, м³/рік:

$$P = N \cdot T_{\text{эф}} \cdot n \quad (4.3)$$

де, N - технічна норма продуктивності основного агрегату очисної установки в одиницю часу, м³/год. (н. у.).

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

n - кількість паралельно працюючих основних апаратів газоочисної установки.

За базовим варіантом технічна продуктивність становить 340000 нм³ / год. (при нормальних фізичних умовах - НФУ).

$$P_{\text{баз}} = 150000 \cdot 8400 \cdot = 1260 \cdot 10^6 \text{ (нм}^3 \text{ / рік)}.$$

За проектним варіанту технічна продуктивність становить 150000м³/год. (при НФУ). Тоді

$$P_{\text{пр}} = 150000 \cdot 8400 = 1260 \cdot 10^6 \text{ (нм}^3 \text{ / рік)}.$$

Кількість уловленого пилу визначаємо з виразу, т:

$$Q = \frac{(Z_1 - Z_2) \times P}{10^6} \quad (4.4)$$

де Z_1 - запыленість газу до очищення, г / м³;

Z_2 - запыленість газу після очищення, г / м³.

За базовим варіантом кількість уловленого пилу дорівнює:

$$Q_6 = \frac{(10 - 0,1) \cdot 1260 \cdot 10^6}{10^6} = 12474\text{т}$$

За проектним варіанту кількість уловленого пилу дорівнює:

$$Q_{пр} = \frac{(10 - 0,05) \cdot 1260 \cdot 10^6}{10^6} = 12537\text{т}$$

Приймаємо втрати уловленого продукту при утилізації 10%. Тоді кількість утилізованого пилу:

$$Q_{ут} = 0,9 \cdot Q_{пр} = 0,9 \cdot 12537 = 11283\text{т}$$

4.3 Розрахунок капітальних вкладень

Величина необхідних капітальних вкладень в основні фонди та оборотні кошти визначається методом прямого розрахунку окремих елементів вкладень.[39]

У загальному вигляді капітальні вкладення включають в себе такі статті витрат:

- Будівництво будівель та споруд;
- Технологічне та енергетичне обладнання;
- Підйомно-транспортне устаткування;
- Системи контролю та автоматики;
- Інші капітальні вкладення.

Капітальні вкладення в базовому варіанті приймаємо за заводськими даними. Капітальні вкладення по проектному варіанту приймаємо з урахуванням технічних рішень з реконструкції газоочистки.[29]

Капітальні витрати C_k розраховують у вигляді питомих величин, віднесених до 1000 м^3 газу (грн / 1000 м^3):

$$C_k = (C_{\text{осн.об}} + C_m + C_n + C_{\text{зд}} + C_{\text{мон}}) \cdot \frac{1000}{3600 \cdot Q \cdot \tau} \quad (4.5)$$

де $C_{\text{осн.об}}$ - вартість основного обладнання, грн;

C_m - вартість установки і монтажу обладнання, грн,

$$C_{\text{мон}} = 0,3 \cdot C_{\text{осн.об}} \quad (4.6)$$

$C_{\text{мон}}$ - вартість монтажу комунікацій:

$$C_{\text{мон}} = 0,15 \cdot C_{\text{осн.об}} \quad (4.7)$$

C_n - вартість накладних витрат спеціалізованої організації, грн,

$$C_n = 0,2 \cdot C_{\text{осн.об}} \quad (4.8)$$

$C_{\text{зд}}$ - вартість будівлі, грн;

Q_c - витрата газів, що очищаються, $\text{м}^3 / \text{год}$;

τ - Ефективний час роботи газоочистки за рік, ч.

За базовим варіантом потрібно обладнання за ціною:

- Скрубер Вентурі грн. - 3125000 грн.;
- димосос ДимососДх2 15,5х2- 1011540грн.;
- газоходи - 880000 грн.;
- радіальний відстійник (2) - $4600000 \cdot 2 = 9200000$ грн.
- Реагентное господарство – 890500 грн
- Фільтр-прес ФПАКМ 25у(2)- $302000 \cdot 2 = 604000$ грн.
- Повіродувка ВК-12(2)- $144400 \cdot 2 = 144400$ грн.
- КІП складе 25% від вартості основного обладнання.

Вартість всього основного обладнання:

$$C_{\text{осн.об}} = 3125000 + 1011540 + 880000 + 890500 + 604000 + 144400 + 9200000 \\ = 15885440 \text{ грн.}$$

$$C_M = 0,3 \cdot 15885440 = 4765632 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{мон}} = 0,15 \cdot 15885440 = 2382816 \text{ грн.};$$

$$C_H = 0,25 \cdot 15885440 = 3971360 \text{ грн.}$$

$C_{\text{зд}}$ визначається множенням обсягу будівлі, необхідної для розміщення газоочисних апаратів, на ціну за 1 м^3 будівлі.

Обсяг будівлі, необхідний для розміщення газоочисних апаратів $24 \times 18 \times 21 \text{ м}^3$, а вартість 1 м^3 будівлі, що має залізобетонний каркас 414 грн/м^3 .

$$C_{\text{зд}} = 24 \cdot 18 \cdot 21 \cdot 414 = 3755800 \text{ грн.}$$

Розрахуємо капітальні витрати в базовому варіанті:

$$C_{\text{к(б)}} = \frac{(15885440 + 4765632 + 2382816 + 3971360 + 3755800) \cdot 1000}{273328,6 \cdot 8400} \\ = 13,4 \text{ грн.}$$

За проектним варіанту потрібно обладнання за ціною:

- - Скрубер Вентурі грн. - 2500000 грн.;
- - димосос ВМ-180/1100- 1557740 грн.;
- - газоходи - 880000 грн.;
- - Гідроциклон (2) - $1150000 \cdot 2 = 2300000$ грн.

- - Реагентное хозяйство – 890500 грн
- - Фільтр-прес ФПАКМ 25у(2)- 302000·2=604000 грн.
- - Повітродувка ВК-12(2)- 144400· 2 = 288800 грн.
- - КІП складе 25% від вартості основного обладнання.

Вартість всього основного обладнання:

$$\begin{aligned} \text{Сосн. об} &= 2500000 + 1557740 + 880000 + 2300000 + 890500 + 604000 \\ &+ 288800 = 9021070 \text{ грн} \end{aligned}$$

$$C_M = 0,3 \cdot 9021070 = 2706321 \text{ грн.};$$

$$C_{\text{мон}} = 0,15 \cdot 9021070 = 1353160 \text{ грн.};$$

$$C_H = 0,25 \cdot 9021070 = 2255267 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{зд}} = 18 \cdot 12 \cdot 21 \cdot 414 = 1877904 \text{ грн.}$$

Тоді

$$\begin{aligned} C_{\text{к(пр)}} &= \frac{(9021070 + 2706321 + 1353160 + 2255267 + 1877904) \cdot 1000}{273328,6 \cdot 8400} \\ &= 7,5 \text{ грн} \end{aligned}$$

Таблиця 4.2 -Вартість будівництва і монтажу будівель, споруд і устаткування станції нейтралізації

Найменування показника	Варіант					
	Базовий			Проектний		
	Кільк.	Ціна за одиницю грн.	Величина витрат грн.	Кільк.	Ціна за одиницю грн.	Величина витрат грн.
Вартість основного обладнання			15195480			4635940
Скрубер Вентурі(8 труб Вентурі та 2 краплевловлювача)	2	5600000	11200000			
Скрубер Вентурі(6 труб Вентурі та 4 краплевловлювача)				1	2864400	2864400
Димосос ВМ-180/1100	1				1557740	1557740
Димосос Дх2 15,5х2				1	1011540	1011540
газоходи	1	880000	880000	1	880000	880000
КІП			3971360			2255267
Вартість монтажу обладнання			4765632			2706321
Вартість монтажу комунікацій			2382816			1353160
Вартість будівлі			3755800			1877904
Всього			15885440			90210707
Всього кап. вклад. на 1000 м3 газу			13,4			7,5

4.4 Розрахунок витрат на очищення води

Річні експлуатаційні витрати на очищення газу:

$$C = \sum C_i = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 \quad (4.9)$$

де C_1 – витрати на електроенергію, грн.;

C_2 – витрати на основні і допоміжні матеріали, грн.;

C_3 – амортизаційні відрахування від основного і ремонтного фондів, грн.;

C_4 – основна і додаткова зарплата виробничих робітників, грн.;

C_5 – відрахування на соціальне страхування, грн.;

C_6 – витрати на поточний ремонт і вміст основних засобів, грн.;

C_7 – інші цехові витрати, грн.

Енергетичні витрати розраховуються по формулі:

$$C_1 = r \cdot l \cdot N \cdot T \quad (4.10)$$

де r – вартість електроенергії, для промислових підприємств $r=1,1$ гр/кВт·год;

l – коефіцієнт, що враховує вміст обслуговуючого персоналу, приймаємо $l=1,1$;

T – час роботи станції нейтралізації, год;

N – сумарна потужність електродвигунів до насосів і повітродувок, кВт.

По базовому варіанту :

$$C_1 = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 8400 \cdot 910 = 9249240 \text{ грн. ;}$$

По проектному варіанту

$$C_1 = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 8400 \cdot 1340 = 13619760 \text{ грн.}$$

Для нейтралізації стічної води необхідно вапно. Вартість вапна, що витрачається за рік:

$$C_1 = Q \cdot m_{\text{пит}} \cdot T_{\text{эф}} \cdot Ц, \quad (4.11)$$

де Q – годинний об'єм стічних вод, що очищаються, $273,24 \text{ м}^3/\text{год}$;

$m_{\text{пит}}$ – питома норма витрати вапна, $2981/\text{м}^3$;

$Ц$ – ціна 1т вапна, $Ц=1000$ грн.

Базовий варіант

$$C_2 = 273,24 \cdot 2981 \cdot 10^{-6} \cdot 8400 \cdot 1000 = 6842039 \text{ грн.}$$

Проектний варіант:

$$C_2 = 273,24 \cdot 5962 \cdot 10^{-6} \cdot 8400 \cdot 1000 = 13684078 \text{ грн.}$$

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

Амортизаційні відрахування від основних фондів визначаються множенням вартості основних фондів на відповідні норми амортизаційних відрахувань. Норми амортизаційних відрахувань: для будівель і споруд – 5 %, для устаткування – 25 %, для комунікацій – 15 %.[29]

Амортизаційні відрахування на устаткування розраховується по формулі:

$$A_{\text{уст}} = 0,25 \cdot C_{\text{осн.уст}} \quad (4.12)$$

по базовому варіанту:

$$A_{\text{уст(б)}} = 0,25 \cdot 15885440 = 3971360 \text{ грн}$$

по проектному варіанту:

$$A_{\text{уст(пр)}} = 0,25 \cdot 9021070 = 2255267 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування на будівлі розраховується по формулі:

$$A_{\text{буд}} = 0,05 \cdot 0,6 \cdot C_{\text{буд}} \quad (4.13)$$

по базовому варіанту:

$$A_{\text{буд}} = 0,05 \cdot 0,6 \cdot 3755800 = 112674 \text{ грн}$$

по проектному варіанту:

$$A_{\text{буд}} = 0,05 \cdot 0,6 \cdot 1877904 = 56337 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування на комунікації:

$$A_{\text{к}} = 0,15 \cdot C_{\text{мон}} \quad (4.14)$$

по базовому варіанту:

$$A_{\text{к}} = 0,15 \cdot 2382816 = 357422 \text{ грн.}$$

по проектному варіанту:

$$A_{\text{к}} = 0,15 \cdot 1353160 = 202974 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування на КВП розраховується по формулі:

$$A_{\text{КВП}} = 0,25 \cdot C_{\text{КВП}} \quad (4.15)$$

по базовому варіанту:

$$A_{\text{КВП}} = 0,25 \cdot 3971360 = 992840 \text{ грн}$$

по проектному варіанту

$$A_{\text{КВП}} = 0,25 \cdot 2255267 = 563817 \text{ грн.}$$

Всього амортизаційних відрахувань по базовому варіанту:

$$A_{\Sigma\delta} = 3971360 + 112674 + 357422 + 992840 = 5434296 \text{ грн.}$$

Всього амортизаційних відрахувань по проектному варіанту

$$A_{\Sigma\Pi} = 2255267 + 56337 + 202974 + 563817 = 3078395 \text{ грн.}$$

Відрахування до ремонтного фонду складає 15 % від амортизаційних відрахувань розраховуються по формулі:

$$C_{\delta} = \Phi_p = 0,15 \cdot A_{\Sigma} \quad (4.16)$$

По базовому варіанту:

$$\Phi_{p(\delta)} = 0,15 \cdot 5434296 = 815144 \text{ грн.}$$

По проектному варіанту:

$$\Phi_{p(\text{пр})} = 0,15 \cdot 3078395 = 461759 \text{ грн.}$$

Інші цехові витрати складають 25 % від суми амортизаційних відрахувань, відрахувань до ремонтного фонду і зарплати службовців розраховується по формулі:

$$C_7 = 0,25 \cdot (A_{\Sigma} \cdot \Phi_p) \quad (4.17)$$

По базовому варіанту:

$$C_{7(б)} = 0,25 \cdot (5434296 + 815144) = 1562360 \text{ грн}$$

По проектному варіанту:

$$C_{7(\text{пр})} = 0,25 \cdot (3078395 + 461759) = 885038 \text{ грн}$$

Річні експлуатаційні витрати на очищення газу за базовим варіантом:

$$C_6 = 27874439 \cdot \frac{1000}{273328,6 \cdot 8400} = 12,2 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{пр}} = 31729030 \cdot \frac{1000}{273328,6 \cdot 8400} = 13,82 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку зводимо в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 - Витрати на очищення 1 м³ стічних вод.

Статті витрат	Раз- мірна	Базовий		Проектний	
		Витрата на 1м ³ сточ- ной води	Сума витрат, гр	Витрата на 1м ³ стічної води	Сума витрат, тис.грн
Електроенергія	грн.	33,8	92492,2	49,8	13619,8
Витрати на реагенти	грн.	25,03	6842,1	50,06	13684,1
Основна зарплата	грн	4,300	1473,6	4,479	1557,6
Амортизаційні відрахування	грн.	19,88	5434,3	11,26	3078,4
Відрахування до ремонтного фонду	грн.	2,98	815,2	1,7	461,8
Інші цехові витрати	грн.	5,7	1562,4	3,3	885,1

4.5. Визначення основних техніко-економічних показників

Економічне обґрунтування доцільності прийнятих рішень з уловлювання та утилізації пилу зводиться до розрахунку і порівнянні техніко-економічних показників за варіантами.[29]

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень:

$$E_{\text{ІПР}} = \frac{(C_{\text{Б}}^{\text{уд}} - C_{\text{ІПР}}^{\text{уд}})}{(K_{\text{ІПР}}^{\text{уд}} - K_{\text{Б}}^{\text{уд}})} \geq E_{\text{н}} \quad (4.18)$$

$K_{\text{Б}}^{\text{уд}}$, $K_{\text{ІПР}}^{\text{уд}}$ - питомі капітальні вкладення по базовому і проектному варіантам відповідно, грн /1000 м³;

$C_{\text{Б}}^{\text{уд}}, C_{\text{ПР}}^{\text{уд}}$ - собівартість очистки газу за базовим і проектним варіантом, грн /1000 м³;

$E_{\text{н}}$ - нормативний коефіцієнт економічної ефективності, $E_{\text{н}} = 0,2$ грн/(грн*рік).

$$E_{\text{пр}} = \frac{12,2 - 13,82}{7,5 - 13,4} = 0,27 \geq 0,2$$

Термін окупності капітальних вкладень, роки:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_{\text{пр}}} = \frac{1}{0,27} = 3,7 \quad (4.19)$$

Термін окупності капітальних вкладень приймаємо 3,7 рік.

Таблиця 4.4 - Основні техніко-економічні показники очистки газів

Найменування показника	Одиниця виміру	Варіант	
		Базовий	Проектний
Річна виробнича потужність газоочистки	млн.м ³ /рік	1260	1260
Вміст пилу до очистки	г/м ³	10	10
Вміст пилу після очистки		0,1	0,05
Питомі капітальні вкладення	грн/1000м ³	13,4	7,5
Питомі експлуатаційні витрати	грн/1000м ³	12,2	13,82
Економічна ефективність капітальних вкладень	грн./(грн·рік)		0,27
Термін окупності капітальних вкладень	років		3,7

ВИСНОВОК

У ході кваліфікаційної роботи було обґрунтовано використання системи мокрої очистки газів мартенівських печей та обрано заходи з підготовки уловленого шламу до утилізації.

За допомогою мокрого методу очистки мартенівських викидів можна понизити концентрацію пилу в газах до 50 мг/м^3 , що відповідає санітарним вимогам, міра очищення досягає 98 – 99 %.

Мокрі пиловловлювачі мають ряд переваг перед апаратами інших типів:

- порівняно невелика вартість виготовлення;
- висока ефективність уловлювання зважених часток, наприклад, скрубери Вентурі можуть бути застосовані для очищення газів від частинок менше 1 мкм;
- можливість використання при високій температурі і підвищеній вологості газів, а також в разі самозаймання або вибуху газів, що очищаються або пилу, що уловлюється;
- можливість одночасного здійснення очистки газів від зважених часток (пиловловлювання), вилучення газоподібних домішок (абсорбція) і охолодження газів (контактний теплообмін).

Були розраховані та обрані апарати, що входять в систему мокрої газоочистки. Система включає в себе 6 труб Вентурі типу ГВПВ-0,060, 4 краплевловлювачі типу КЦТ-2200, ексгаустер типу ВМ-180/1100.

Були розраховані наступні основні параметри скрубера Вентурі та краплевловлювача:

- 6) Необхідний ступінь очищення газу: $\eta=99 \%$;
- 7) Загальний гідравлічний опір апарату: $\Delta P_{\text{скрубера}}=10,495 \text{кПа}$;
- 8) Витрату газу за робочих умов: $Q_p=75,9 \text{ м}^3/\text{сек}$;
- 9) Діаметр горловини труби Вентурі: $d_r=287 \text{мм}$

10) Діаметр циліндричної частини краплевловлювача: $D_{ц} = 2,16\text{м}$.

Проведено аеродинамічний розрахунок газового тракту. Було визначено місцеві втрати тиску та втрати тиску по довжині. Загальний тиск тракту становить 12344 Па .

За результатами аеродинамічного розрахунку було обрано димотяг типу ВМ-180/1100. Який має наступні характеристики:

- Об'ємна продуктивність, - 100000-260000 м³/год;
- Потужність двигуна, – 1250 квт;
- Ккд-72%
- Температура газу, -200°С
- Тиск - 14900-11250Па.

Кінцева запиленість після очистки складає 0,05 г/м³, що відповідає технологічним вимогами.

Для очищення стічних вод було обрано та розраховано основні параметри гідроциклону та реагентного господарства. Для згущення осаду було обрано фільтр-пресу типу ФПАКМ-25У

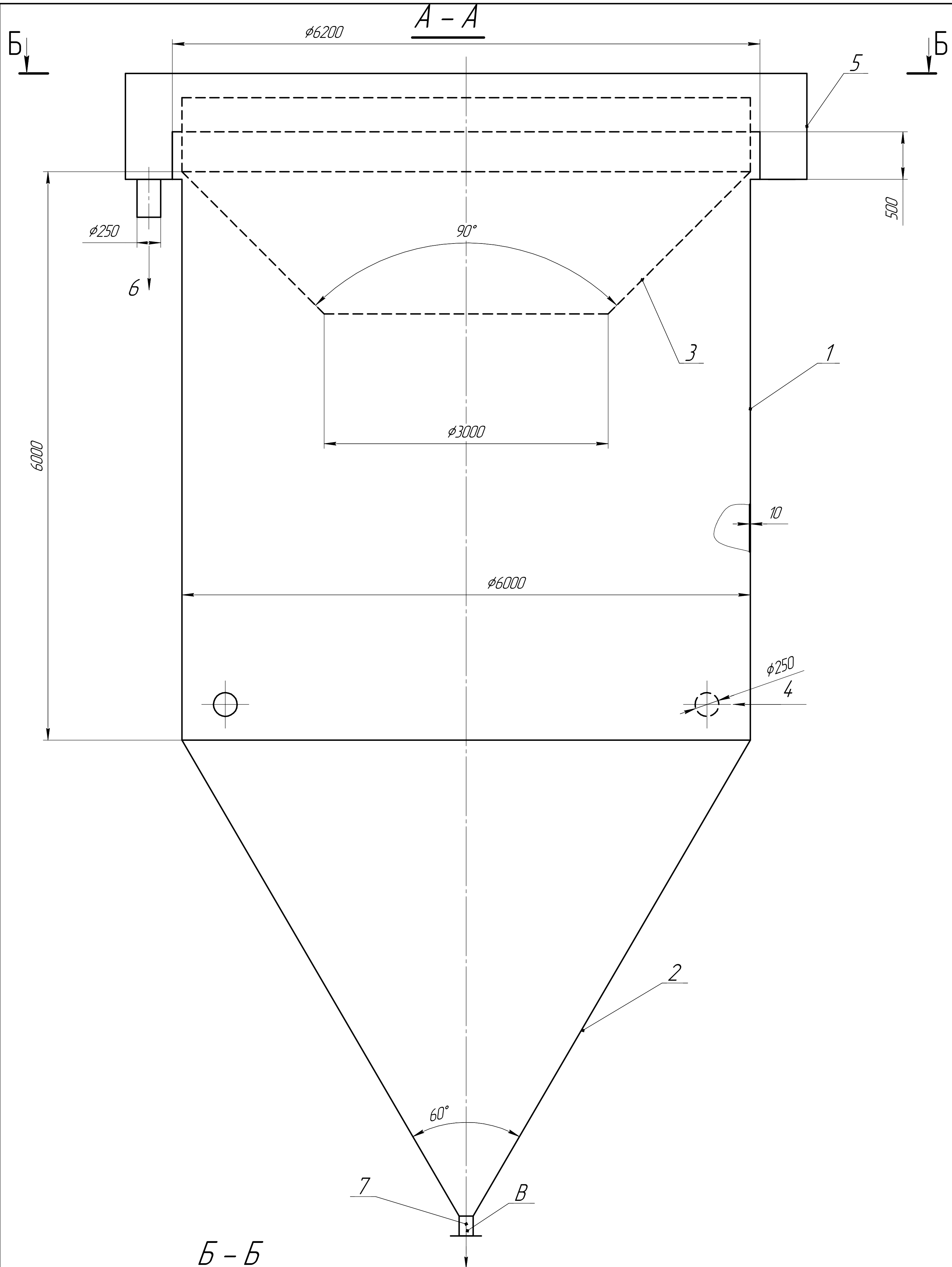
Проведено розрахунок основних техніко-економічних показників очищення мартенівського газу. На підставі проведених розрахунків було встановлено, що строк окупності капіталовкладень становить 3,7 років при коефіцієнті економічної ефективності 0,27 грн/(грн·рік

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ВИКОРИСТАННЯ

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия / Под. ред. В.Г. Воскобойникова. - 3-е изд. – М. : Металлургия, 1979. – 487 с.
2. Белый А.О., Неменюк Б.М. Экология промышленного производства : учебное пособие. Минск : БНТУ, 2016. 345 с. ;
3. Федотова Е.С. Исследование выбросов от плавильной пыли от сталеплавильных агрегатов на основе математической модели её образования : дис. канд.техн.наук : 05.06.07. Санкт-Петербург, 2008. 217 с. ;
4. Свяжин А.Г. Механизм образования пыли при производстве стали. *Сталь*. М., 1999. №12. С.78-81;
5. Филипов С.И., Крашенников М.Г., Бородин А.Н. Динамика газообразования и кипения при обезуглероживании Fe-C расплавов. *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*. Новокузнецк, 1977. №5. С.8-12.;
- 6.Кравец В.А., Темнохуд В.А. Экспериментальные исследования образования бурого дыма при переливах чугуна. *Металургія*. ДонНТУ, 2009. Вип.11(59).;
- 7.Семыкин С.И., Поляков В.Ф., Семькина Е.В. Кияшко Т.С. Особенности пылевыведения при выплавке металла в условиях наложения на ванну низковольтных электрических потенциалов. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*. Сб.тр. ИЧМ. Днепропетровск, 2010. №21. С.149-154.;
- 8.Кожемякін Г.Б. , Белоконь К.В. Теоретичні основи та техніка захисту повітряного басейну : методичні вказівки до виконання курсового проекту та лабораторних робіт для студентів ЗДІА напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя: ЗДІА, 2011. 115 с. ;
- 9.Каталог пылегазоочистного оборудования: отраслевой каталог. М., 1990. 238 с.

- 10.Пылеулавливание в металлургии: справ.изд / А.А. Гурвиц и др. М. : Металлургия, 1984. 336 с. ;
- 11.Тяготутьевые вентиляторы ВД, ВДН. Промышленная вентиляция : веб-сайт. URL: <https://ventilator.ua> (дата звернення 24.10.2020);
- 12..Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки : учебник для вузов. М. : Металлургия , 1990. 400 с.;
- 13.Теверовский Б.З. Расчеты устройств для очистки промышленных газов о пыли : учебн. пособие. К. : УМК ВО,1991. 92 с. ;
14. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник : в 3 т. / Калуга : ред. изд.Н.Бочкаревой, 2003. Т.1. 917 с. ;
- 15.Павлюк Ю.С., Малишева І.В. Методичні вказівки до курсової роботи із дисципліни «Водоповітряне господарство металургійних заводів». Запоріжжя : ЗДІА,2002.
- 16.Защита водоемов от загрязнения сточными водами предприятий черной металлургии / Г.М. Левин и др. - М.: Металлургия, 1978. - 281 с
17. С.В. Яковлев і ін. Очищення виробничих стічних вод. - М.: Стройиздат, 1985. - 330 с.
- 18.А.И. Жуків, И.Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер. Методы очищення виробничих стічних вод. - М.: Стройиздат, 1977. - 208 с
- 19.Вахлер Б.Л. Водоснабжение и водоотведение на металлургических предприятиях: справ./ Б.Л. Вахлер. М.: Мталлургия, 1977. 302 с.
- 20.Москвитин Б.А., Мирончик Г.М., Москвитин А.С. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений
- 21.Технические характеристики стальных трубопроводов// Сайт компании «ПолиTERM». URL: <https://www.politerm.com> (дата звернення 01.05.2020)
- 22.Кожемякін Г.Б. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по дисципліні «Водяне господарство металургійних підприємств», Запоріжжя: ЗДІА, 2003

23. НПАОП 27.0-1.01-08. Правила охорони праці в металургійній промисловості // Сайт «Державно нормативні акти з охорони праці» URL: <https://dnaop.com> (дата звернення 20.11.2020)
24. Про затвердження правил охорони праці в металургійній промисловості: затв. наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 22 грудня 2008 № 289. Офіційний вісник України. 2009. №11. 84 с.;
25. РД 34.27.507. Инструкция по эксплуатации скруббера Вентури СВУ.
26. Андруш, В.Г. Охрана труда: учебное пособие. – Минск: Республиканский институт профессионального образования, 2017. – 333 с
27. Белоконь К.В., Рижков В.Г., Куріс Ю.В., Манідіна Є.А. Основи охорони праці : навч.-метод. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2015. 180 с.;
28. Вышинский В.В. Охрана труда в черной металлургии. Київ : Техника, 1986. 192 с.;
29. Беренда Н.В., Троїцька О.О., Манідіна Є.А. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень : навч.-метод. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 196 с



Технічні характеристики:
 1. Продуктивність гідроциклону - 234 м³/год;
 2. Швидкість на вході в гідроциклон - 0,45 м/с;
 3. Початкова концентрація суспензії - 5,46 г/л;
 4. Ефект освітлення - 97%;
 5. Маса витрати вловленого осаду - 1,04 т/год;
 6. Об'єм осаду після гідроциклону - 71,54 м³/год.

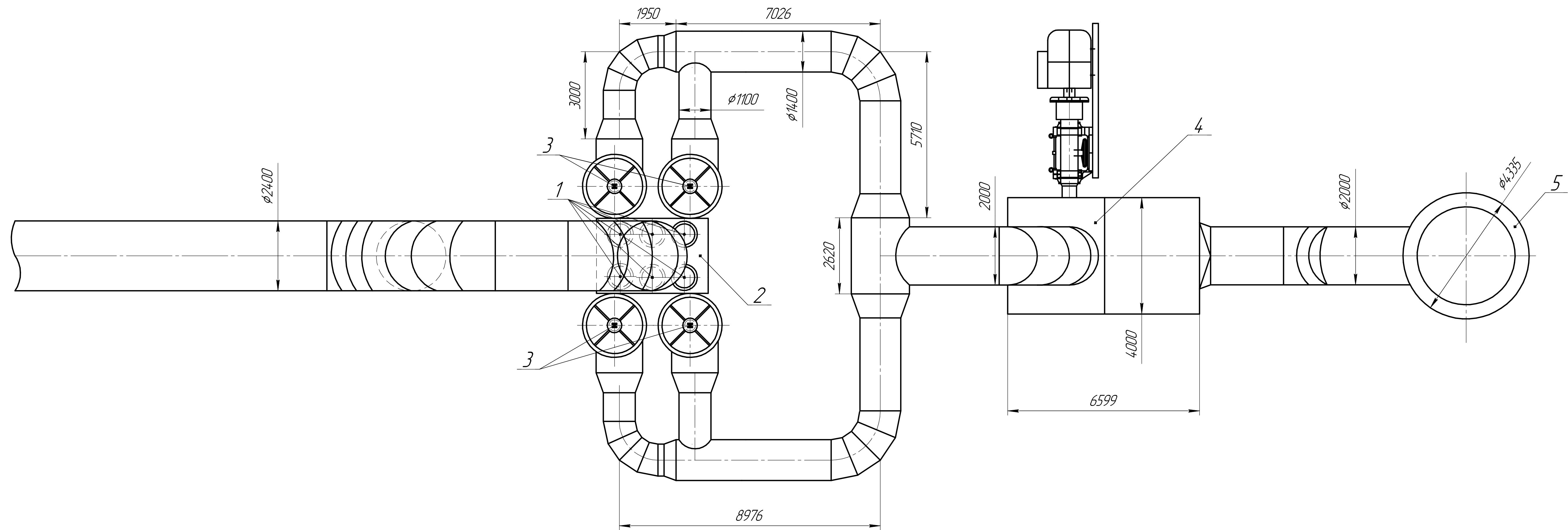
Поз.	Найменування	Кіл.	D, мм	P,
A	Штуцер входу стічної води	2	250	
Б	Штуцер виходу очищеної води	1	250	
В	Штуцер відводу осаду	1	150	

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ Д2 62-19.801	Циліндрична частина	1	
2	ІННІ Д2 62-19.802	Конічна частина	1	
3	ІННІ Д2 62-19.803	Конічна діафрагма	1	
4	ІННІ Д2 62-19.804	Підведення стічної води	1	
5	ІННІ Д2 62-19.805	Водозбірний лоток	1	
6	ІННІ Д2 62-19.806	Відведення очищеної води	1	
7	ІННІ Д2 62-19.807	Відведення осаду	1	

ІННІ Д2 62-19.800 ЗВ

Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Проект системи макрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламу до утилізації	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Ляляк А.В.							1:25
Перев.	Кожем'ян Г.Б.					Арх.		Арх.зв.
І.контр.	Кожем'ян Г.Б.							1
Знач.ввід.	Рижков В.Г.				Безнагірний (відкритий) гідроциклон з конічною діафрагмою	Міністерство освіти і науки України ІННІ ЗНУ каф. ПЕОТ, гр. 8.1939		
І.контр.	Рижков В.Г.					Формат А1		
Затв.	Кожем'ян Г.Б.					Копіював		

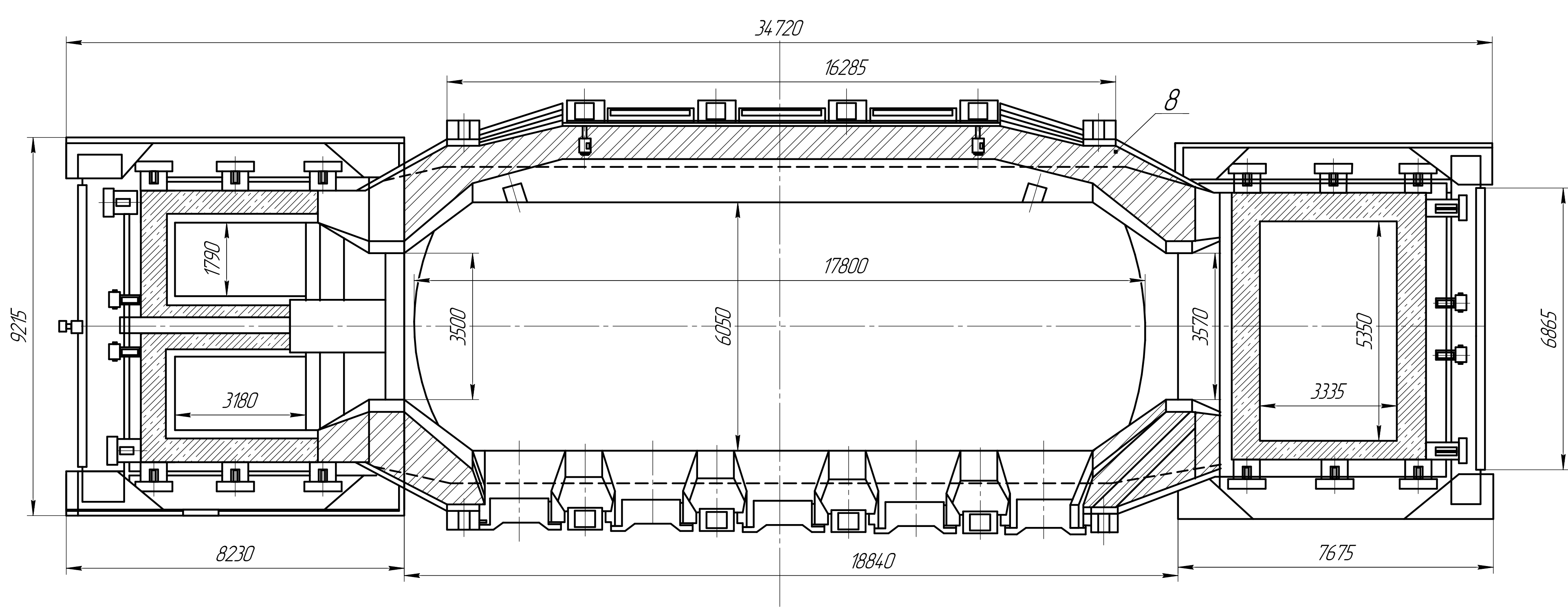
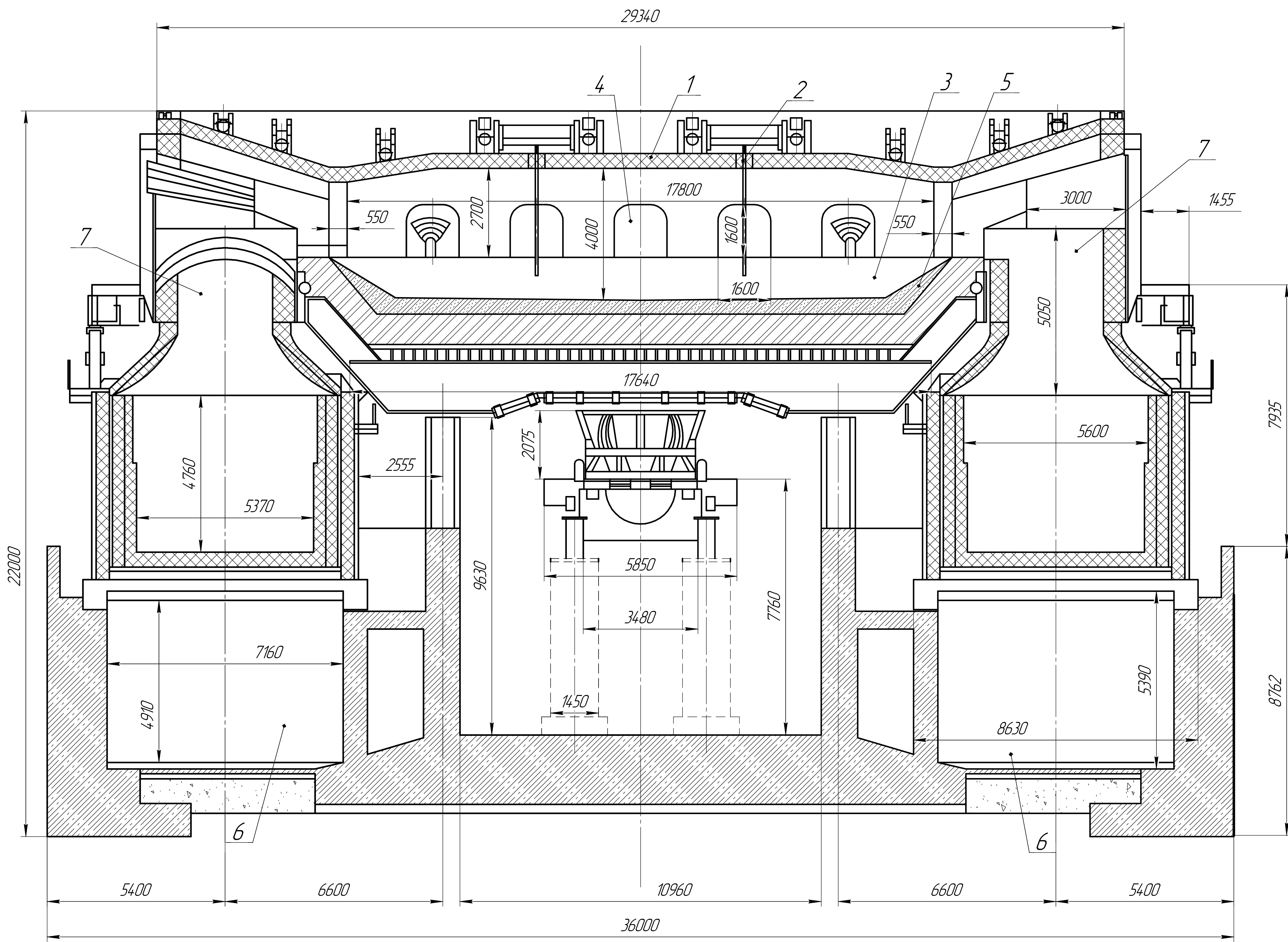
Листове застосування
 Додатковий №
 Лист і дата
 Лист № ар.
 Зом. № ар.
 Лист № ар.
 Лист і дата
 Лист № ар.



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
1	ЗНУ ІННІ ПЕОП КП	Труба Вентури	6	
2	ЗНУ ІННІ ПЕОП КП	Розподільний кароб	1	
3	ЗНУ ІННІ ПЕОП КП	Каплевловлювач	4	
4	ЗНУ ІННІ ПЕОП КП	Ексгаустер	1	
5	ЗНУ ІННІ ПЕОП КП	Димова труба	1	

ІННІ Д2 62-19.001 ЗВ				
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата
Розраб.	Логовяк А.В.			
Перев.	Коженьяк Г.Б.			
Інж.пр.	Коженьяк Г.Б.			
Знач.від.				
Інж.пр.	Рижков В.Г.			
Затв.	Коженьяк Г.Б.			
Проект системи макрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламму до утилізації				
План перерізу газоочистки мартенівського виробництва				
Лит.	Маса	Масштаб		
			1:1	
			Арх.	Арх.від.
			Міністерство освіти і науки України	ІННІ ЗНУ каф. ПЕОП, гр. 8.1939
Копія			Формат А1	

Періодичне застосування
Листів і дата
Листів і дата
Листів і дата
Листів і дата
Листів і дата



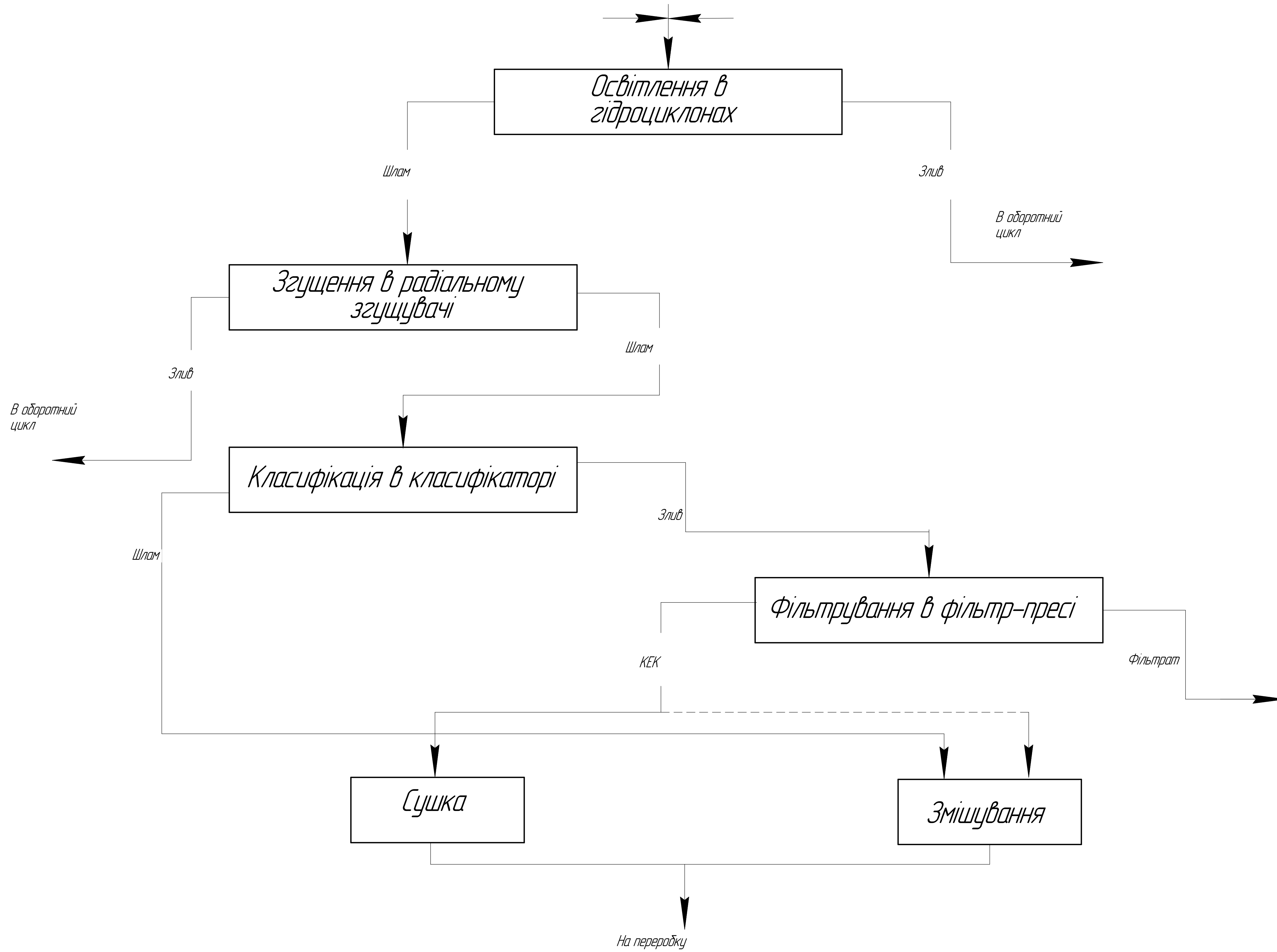
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ Д2 62-19.601	Склепіння печі	1	
2	ІННІ Д2 62-19.602	Газокисневі горілки	2	
3	ІННІ Д2 62-19.603	Робочий простір	1	
4	ІННІ Д2 62-19.604	Забалочне вікно	5	
5	ІННІ Д2 62-19.605	Під печі	1	
6	ІННІ Д2 62-19.606	Шлаковик	2	
7	ІННІ Д2 62-19.607	Вертикальні канали	2	
8	ІННІ Д2 62-19.608	Футерцвання	1	

ІННІ Д2 62-19.600 ЗВ

Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Проект системи мажорі очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламу до утилізації Мартенівська однованна піч	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Лавляк А.В.							1:75
Перев.	Кожем'ян Г.Б.					Арх.	Арх.	1
Т.контр.	Кожем'ян Г.Б.					Міністерство освіти і науки України ІННІ ЗНУ кафедр. ПЕОТ, ЗПТ, 8.1939		
Знач.від.	Рижков В.Г.					Формат А1		
Інконтр.	Заліт.	Кожем'ян Г.Б.			Копіював			

Періодичне застосування
 Додатковий №
 Лист № 01/01
 Зам. № 01
 Лист № 01
 Лист № 01
 Лист № 01

Шлами від мартенівського виробництва

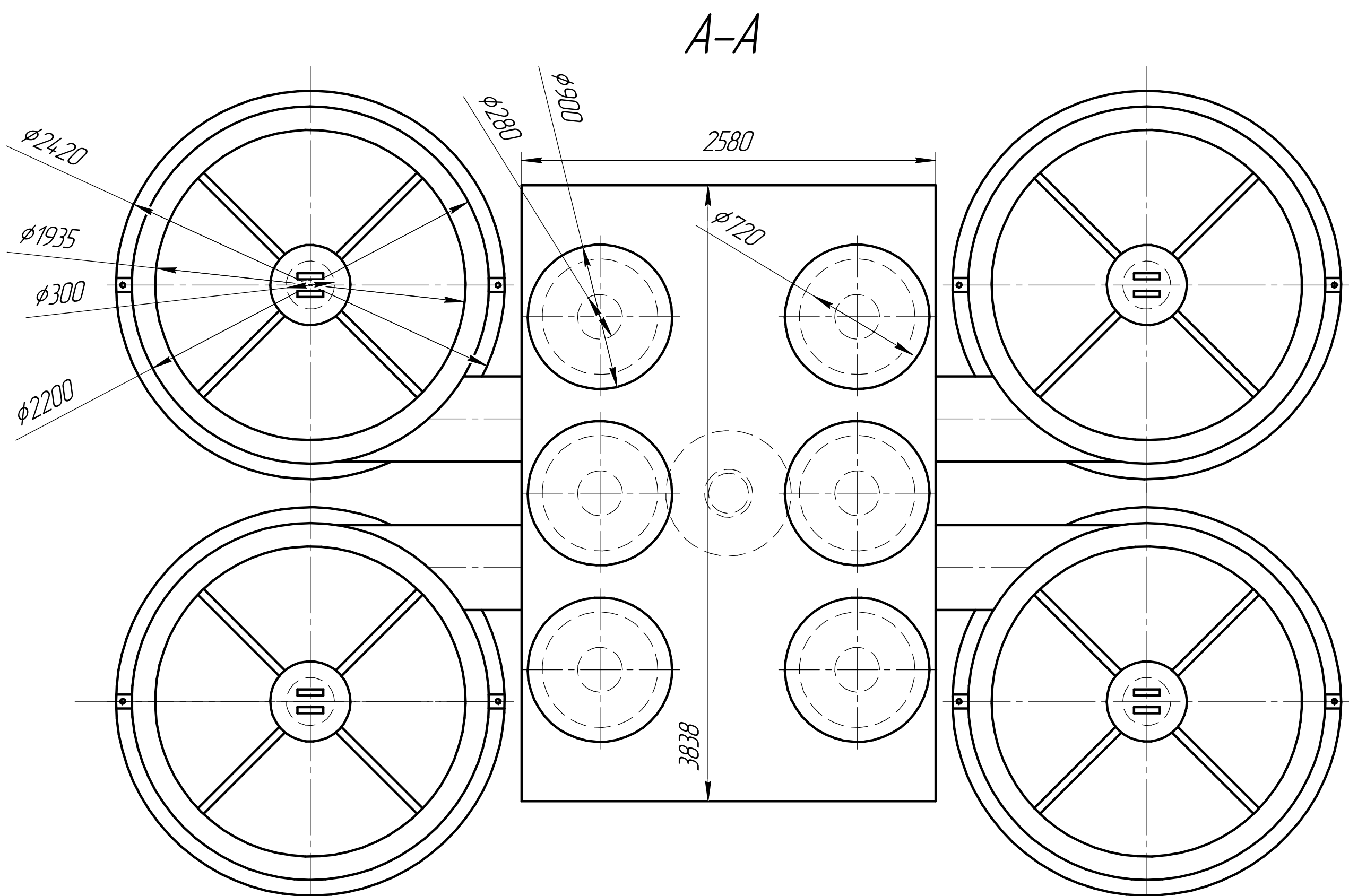
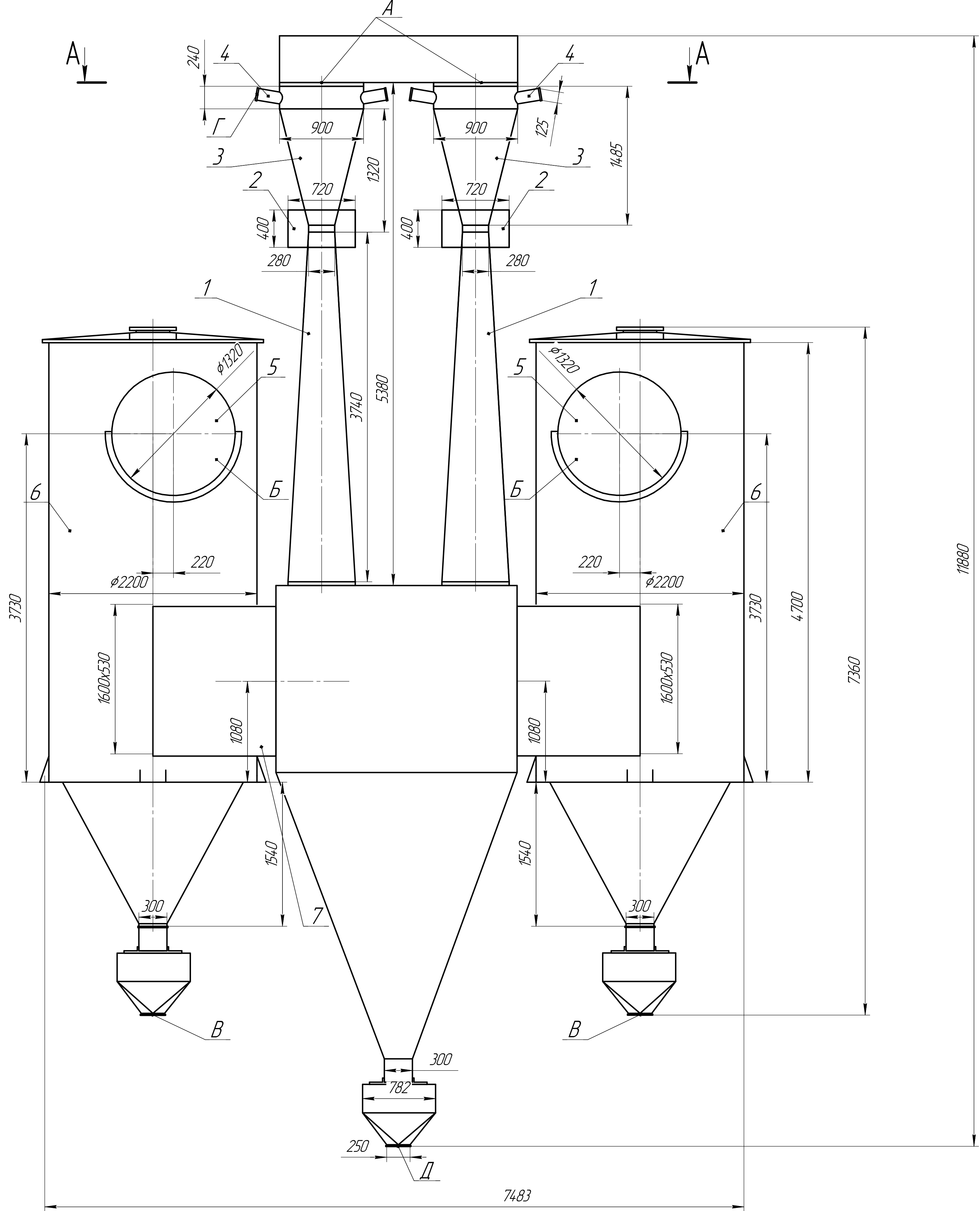


Періодичне застосування
Листів №
Листів і дата
Листів і дата
Листів і дата
Листів і дата
Листів і дата

ІННІ Д2 62-19400 СХ					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Проект системи макрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою улавленого шламу до утилізації		
Розроб.		Лаволяк А.В.					
Перев.		Коженяк Г.Б.					
Інж.		Коженяк Г.Б.			Арк.	Арк.	1
Знач.					Міністерство освіти і науки України ІННІ ЗНУ каф. ПСОП, гр. 8.1939		
Інж.		Рижко В.Г.			Принципова схема зневоднення осаду		
Зал.		Коженяк Г.Б.			Копія		
					Формат А1		

Найменування показника	Одиниця виміру	Варіант	
		Базовий	Проектний
Річна виробнича потужність газоочистки	млн.м ³ /рік	1260	1260
Вміст пилу до очистки	г/м ³	10	10
Вміст пилу після очистки	г/м ³	0,1	0,05
Питомі капітальні вкладення	грн/1000м ³	13,4	7,5
Питомі експлуатаційні витрати	грн/1000м ³	12,2	13,82
Економічна ефективність капітальних вкладень	грн/(грн·рік)		0,27
Термін окупності капітальних вкладень	років		3,7

ІНН Д2 62-19.300 ТБ					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			1:1
Розроб.	Логовяк А.В.						
Перев.	Хоженяк Г.Б.						
Технік.	Хоженяк Г.Б.				Арк.	Архивів	1
Значив.					Міністерство освіти і науки України ІНН ЗНУ каф. ПЕОТ, гр. 8.1939		
Начинт.	Рижко В.Г.				ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ		
Залт.	Хоженяк Г.Б.				Копіював		



Позн.	Найменування	Кіл.	D,
A	Штуцер входу забрудненого газу	8	900
Б	Штуцер виходу очищеного газу	8	900
В	Штуцер вигрузки пилу	4	300
Г	Штуцер подачі зрошуючої рідини	12	125
Д	Штуцер вигрузки пилу	4	300

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІННІ Д2 62-19.201 ЗВ	Дифузор	6	
2	ІННІ Д2 62-19.202 ЗВ	Горловина	6	
3	ІННІ Д2 62-19.203 ЗВ	Конфузор	6	
4	ІННІ Д2 62-19.204 ЗВ	Підвід зрошуючої рідини	12	
5	ІННІ Д2 62-19.205 ЗВ	Вихідний патрубок	4	
6	ІННІ Д2 62-19.206 ЗВ	Корпус	4	
7	ІННІ Д2 62-19.207 ЗВ	Вхідний патрубок	4	

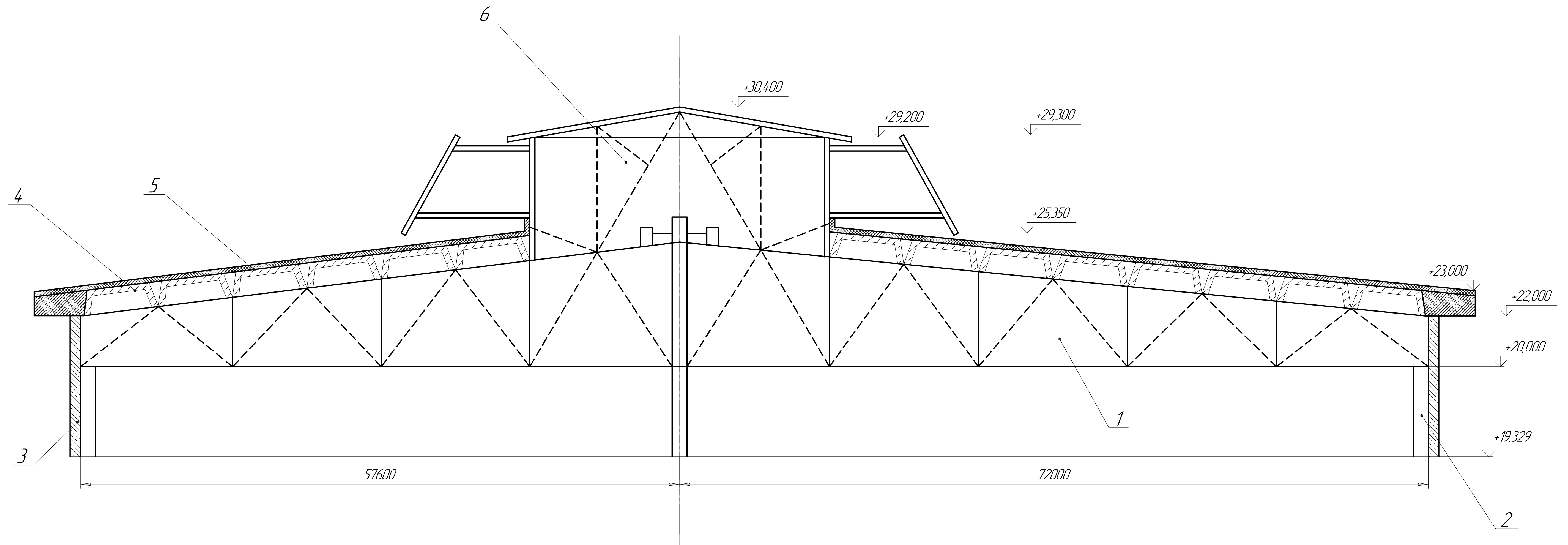
ІННІ Д2 62-19.200 ЗВ

Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Проект системи макрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламму до утилізації	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Ляляк А.В.							1:25
Перев.	Кожмяк Г.Б.					Арх.	Арх.шв.	1
Т.контр.	Кожмяк Г.Б.					Міністерство освіти і науки України ІННІ ЗНУ коф. ПЕОТ, гр. 81839		

Каплевловач типу КЦТ-2200 та Труба Вентурі ГВП-0,60

Формат А1

Листове застосування
Лист № 01/01
Лист № 01/01
Лист № 01/01
Лист № 01/01
Лист № 01/01
Лист № 01/01



Періодичне застосування
 Додатковий №
 Лист і дата
 № № ар.

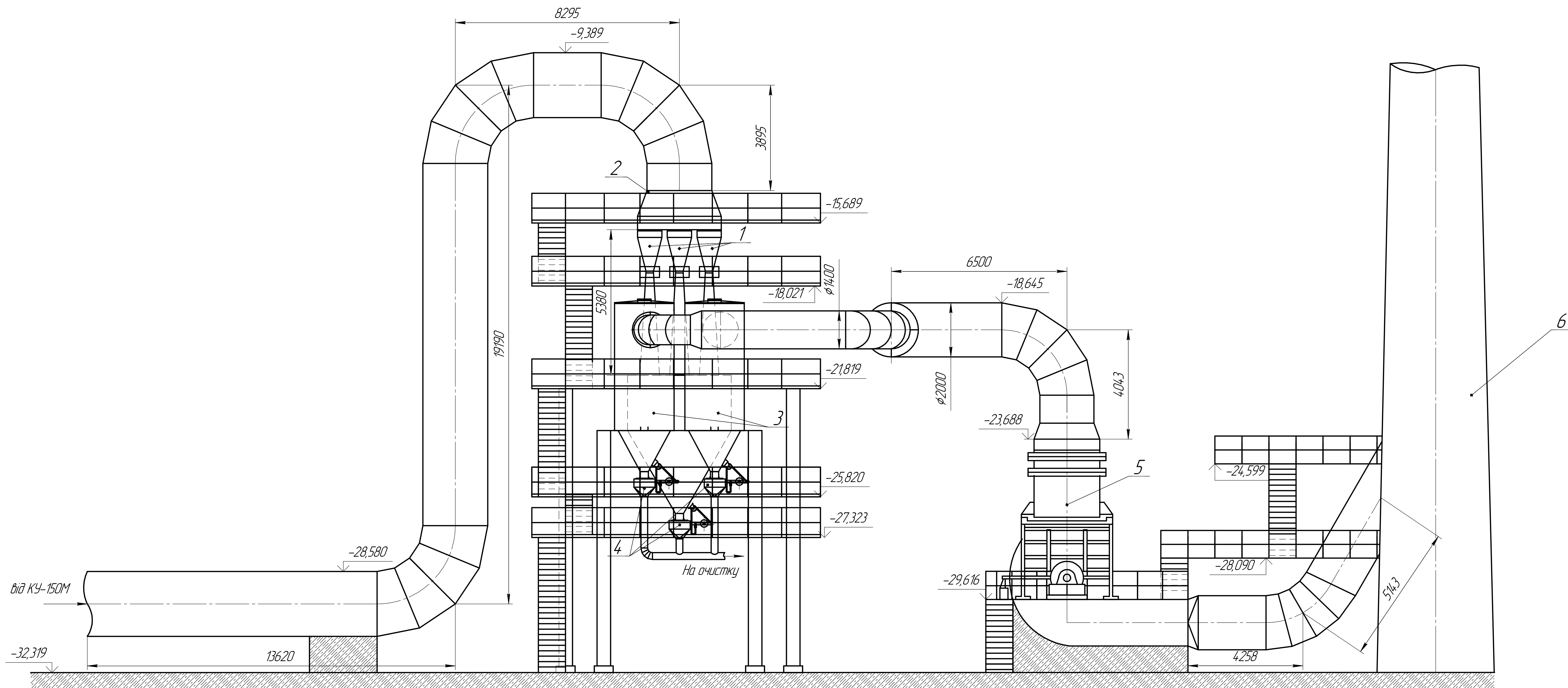
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ІНН Д2 62-19.101	Ферма стропильна	1	
2	ІНН Д2 62-19.102	Колана	1	
3	ІНН Д2 62-19.103	Плита перекриття	1	
4	ІНН Д2 62-19.104	Стінова панель	1	
5	ІНН Д2 62-19.105	Аераційний ліхтар	1	
6	ІНН Д2 62-19.106	Утеплювач	1	

ІНН Д2 62-19.100 ЗВ

Проект системи макрої очистки газів мартемівських печей з підготовкою уловленого шламму до утилізації

Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лит	Маса	Масштаб
Розроб.	Логоляк А.В.						1:100
Перев.	Коженяк Г.Б.						
Г.контр.	Коженяк Г.Б.				Арх	Архцив	
Значивд.					Міністерство освіти і науки України ІНН ЗНУ корп. ПСОП, гр. 8.1039		
Н.контр.	Рижко В.Г.				Аераційний ліхтарь		
Затв.	Коженяк Г.Б.				Копіював		

Формат А1



Періодичне застосування
Листів №
Зем. №
Листів №
Листів №

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
1	ІННІ Д2 62-19.101 ЗВ	Труба Вентури	6	
2	ІННІ Д2 62-19.102 ЗВ	Розподільний карб	1	
3	ІННІ Д2 62-19.103 ЗВ	Каплевловлювач	4	
4	ІННІ Д2 62-19.104 ЗВ	Шаровий затвор	7	
5	ІННІ Д2 62-19.105 ЗВ	Екстакстер	1	
6	ІННІ Д2 62-19.106 ЗВ	Димова труба	1	

ІННІ Д2 62-19.100 ЗВ				
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата
Розрад.	Логовяк А.В.			
Перев.	Коженьяк Г.Б.			
Еконтр.	Коженьяк Г.Б.			
Значивд.				
Інхонтр.	Рижков В.Г.			
Затв.	Коженьяк Г.Б.			
Проект системи макрої очистки газів мартенівських печей з підготовкою уловленого шламму до утилізації				
План перегізу газоочистки мартенівського виробництва				
Лит.	Маса	Масштаб		
		1:1		
Арх.	Архив	1		
Міністерство освіти і науки України ІННІ ЗНУ коф. ПСОП, гр. 8.1039				
Копія				