

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
(назва факультету)

кафедра металургійного обладнання
(повна назва кафедри)

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему Удосконалення механізму нахилу електродугової печі типу ДСВ 40
в умовах плавильного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Виконав: студент групи 6.1330

Соболев Д. С.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Керівник Сайкова Т.Ю.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру А.О. Власов

“ _____ ” _____ 20__ року

Завдання

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Соболева Данила Станіславовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Удосконалення механізму нахилу електродугової печі типу ДСВ 40 в умовах плавильного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь».
керівник бакалаврської роботи викладач, Сайкова Т.Ю.
затверджені наказом вищого навчального закладу від “26” грудня 2023 року № 2215-с.
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 14 червня 2024 року.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи електросталеплавильного цеху
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки та рекомендації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Піч ДСВ-40 – 2А1; 2. Механізм нахилу печі ДСВ-40 – 1А1; 3. Гідроциліндр нахилу печі ДСВ-40 – 1А1; 4. Фундамент печі ДСВ-40 – 1А1; 5. Система очищення газів, які відводять від печі – 1А1.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Сайкова Т.Ю.		
2	Сайкова Т.Ю.		
3	Сайкова Т.Ю.		
4	Сайкова Т.Ю.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітки
1	Збір матеріалу на проєктування	13.05.2024 – 20.05.2024	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проєктування	21.05.2024 – 27.05.2024	
3	Виконання теоретичної частини проєкту	26.05.2024 – 29.05.2024	
4	Виконання графічної частини проєкту	30.05.2024 – 05.06.2024	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	06.06.2024 – 10.06.2024	
6	Перевірка проєкту консультантами	11.06.2024 – 13.06.2024	
7	Попередній захист проєкту	14.06.2024	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проєкту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Соболев Д. С. Удосконалення механізму нахилу електродугової печі типу ДСВ 40 в умовах плавильного цеху ПрАТ «Дніпроспецсталь»

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальність 133 – Галузеве машинобудування, керівник Т. Ю. Сайкова. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2024.

Проаналізовані переваги та недоліки наявних технічних рішень спрямованих на підвищення ефективності роботи ДСВ-40. Установлено, що головними недоліками відомих конструкцій є вплив мас й мала швидкість нахилу в первинний початок зливу металу з печі. Пропонується встановити двошвидкісний насос із регульованою швидкістю для прискореного зливу металу в початковий період плавки.

Ключові слова: Електрод, Піч, Механізм Нахилу Печі, Шток, Гідроциліндр

ABSTRACT

Soboliev D.V. Improvement of the Tilting Mechanism of the DSV 40 Electric Arc Furnace in the Conditions of the Melting Shop of Dnipropetsstal PrJSC

Qualifying thesis for obtaining a bachelor's degree in higher education, specialty 133 - Industrial engineering, adviser T. Yu. Saikova. Zaporizhzhia National University, Engineering Educational and Scientific Institute them. Yu.M. Potebni, Department of Metallurgical Equipment, 2024.

The advantages and disadvantages of existing technical solutions aimed at increasing the efficiency of DSV-40 work are analyzed. It has been established that the main disadvantages of the known designs are the influence of masses and the low speed of inclination in the primary beginning of the discharge of metal from the furnace. It is proposed to install a two-speed pump with adjustable speed for accelerated draining of metal in the initial period of melting.

Keywords: Electrode, Furnace, Furnace Tilt Mechanism, Rod, Hydraulic Cylinder

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Загальні відомості про підприємство	9
1.2 Технологія виробництва сталі.....	10
1.3 Характеристика механічного устаткування цеху.....	12
1.4 «Вузькі» місця ділянки обтискного стану	20
2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	24
2.1. Загальні відомості й класифікація існуючих конструкцій електросталеплавильних печей	24
2.2. Критичний огляд й якість одержуваного металу від умов роботи ме- ханізму нахилу електродугової печі ДСВ-40.....	30
2.3. Пропозиція по модернізації електродугової печі ДСВ-40	31
2.4. Розрахунок механізму нахилу печі ДСВ-40	33
2.4.1. Визначення моменту від ваги печі	33
2.4.2. Визначення моменту від ваги металу в печі	38
2.4.3. Визначення моменту від тертя в опорних сегментах печі.....	39
2.4.4. Визначення сумарного моменту	40
2.4.5. Визначення зусиль в штоку гідроциліндра	40
2.5. Визначення потужності приводу насосу.....	44
2.6. Перевірка гідроциліндра механізму нахилу печі на міцність.....	45
2.6.1. Перевірочний розрахунок шток гідроциліндра на поздовжній вигин	45
2.6.2. Перевірочний розрахунок гідроциліндр на міцність	46
2.7. Розрахунок потужності приводу механізму переміщення електрода....	47
3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	55
3.1. Технологія зборки й монтажу металургійного устаткування.....	55
3.2. Фундаменти.....	56
3.3. Розрахунок фундаменту для установки електродугової печі ДСВ-40... 56	
3.4. Розрахунок анкерних болтів для закріплення механізму нахилу електродугової печі до фундаменту.....	59
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	67
4.1. Характеристика ступеня безпеки технологічного процесу, рівня його механізації й автоматизації	67
4.2. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів	68

	2
4.3. Технічні рішення по виробничій санітарії.....	70
4.3.1. Об'ємно-планувальні рішення будинків і споруджень цеху	70
4.3.2. Опалення й вентиляція	70
4.3.3. Природне й штучне висвітлення	71
4.3.4. Санітарно-побутові приміщення	73
4.4. Техногенна безпека	73
4.5. Захист навколишнього середовища від шкідливих впливів сталеплавильного виробництва.....	74
4.6. Розрахунок скрубера Вентурі.....	75
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81
ДОДАТКИ.....	84

ВСТУП

Електрометалургійний процес поряд з киснево-конверторним, є найбільш перспективним способом масового виробництва стали. Частка електросталі в загальному світовому виробництві безупинно зростає.

Основним агрегатом в електрометалургійному виробництві стали є дугова сталеплавильна піч. Тому виявлення резервів підвищення продуктивності дугових електропечей і приведення їх у дію мають велике народногосподарське значення. Продуктивність дугової печі й техніко-економічні показники її роботи в значній мірі визначаються основними параметрами й конструктивним виконанням окремих елементів.

Виплавка стали в дугових електропечах заснована на тім, що електрична енергія перетворюється в теплову внаслідок електричного розряду, що протікає в газовому середовищі або у вакуумі. В електричному розряді зосереджують висока концентрація енергії й величезні потужності й невеликі обсяги металу, у результаті чого виходять високі температури й швидке розплавлення металу. Важлива причина розвитку виплавки стали в електропечах - всі зростаюча потреба в легованих сталях і чистому металі з металізованих окатишів. У загальній частині розглянута технологія виплавки конструкційної сталі, у дуговий електросталеплавильній печі.

Найважливіша тенденція розвитку металургійного машинобудування пов'язана з переходом на безперервні процеси виробництва металу - від виплавки чавуну до одержання готового прокату.

У зв'язку з тим, що основним способом виплавки стали є киснево-конвертерна, споживаюча менша кількість лома в порівнянні з мартенівським, виникли передумови для більше швидкого розвитку електросталеплавильного виробництва, що працює на твердій шихті. Друга важлива причина розвитку виплавки стали в електропечах - всі зростаюча потреба в легованих сталях і чистому металі з металізованих окатишів. Розвиток електросталеплавильного способу виробництва стали буде йти паралельно з киснево-конвертерним.

У століття науково-технічного прогресу особливо важливу роль грає виробництво високоякісних сталей, що володіють великою питомою міцністю. Підвищення енергосилових параметрів машин й устаткування, зменшення їхньої металоємності вимагають випуску спеціальних й особливо чистих сталей. Для виробництва спеціальних сталей побудовані електросталеплавильні цехи з електродовими печами з комплексною механізацією й широким застосуванням автоматизації.

На металургійних підприємствах з більшим обсягом виробництва низьколегованої й трансформаторної сталей в основному застосовують дугові трифазні електродові печі місткістю 50, 100 й 200 т. На спеціалізованих заводах з виробництва високоякісної й спеціальної сталей застосовують дугові електродові печі місткістю 3-100 т, індукційні електродові печі звичайних конструкцій і вакуумні.

Створено технологічні процеси електрошлакового, плазмено-дугового й електронно-променевого переплаву для одержання злитків з необхідними фізичними й механічними властивостями. Особлива увага звертається на підвищення якості металу шляхом позапічної обробки стали вакуумом, синтетичними шлаками, інертними газами й широким застосуванням спеціальних переплавних процесів.

Порівняно новою галуззю металургії є спеціальна електрометалургія, що покликана забезпечити космічну техніку, авіацію, атомну енергетику сталлю й сплавами високої якості, здатними працювати в умовах високих температур і навантажень, агресивних середовищ і при радіоактивному випромінюванні, глибокому холоді й високих розрідженнях.

Створення швидкодіючих і надійної експлуатації системи автоматичного регулювання є однією з основних проблем при проектуванні дугових печей.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про підприємство

ВАТ «Електрометалургійний завод «Днепрспецсталь» імені А.Н. Кузьміна» - найбільше підприємство України по виробництву якісної сталі й сплавів. 10 жовтня 1932 року випущена перша плавка електросталі, що з'явилося початком біографії заводу. Уже в передвоєнний період завод досяг проектної потужності. У роки Другої світової війни завод був евакуйований у Сибір.

У жовтні 1948 року на відновленому в місті заводі видана перша післявоєнна плавка сталі, а в 1953 році завод уже перевищив свою довоєнну потужність.

У наступні роки з урахуванням зрослих вимог до якості машинобудівної, хімічної, ракетної промисловості, авіації й суднобудуванні, з'явилося виробництво електрошлакового й вакуумно-дугового металу, великогабаритних кувань методом вільного кування на пресах, холоднотягнутої (каліброваної) сталі, газокисневе рафінування корозостійкості сталі, порошкова металургія, обробка металу на установці піч-ківш, вакуумування металу на сучасному рівні.

За роки роботи освоєно понад 800 марок сталі й 1200 профілерозмірів прокату з якістю, що задовольняє вимоги споживачів, серед яких і відомі закордонні фірми.

Продукція, що випускає, і система якості сертифікована Суспільством Технічного Нагляду «ТЮФ» (Німеччина). Постійна робота, спрямована на підвищення якості, одержала підтвердження у вигляді сертифікатів Регістра Ллойда, Германишер Ллойд, Норске Веритасса й Авіаційного Регістра.

З метою підтримки рівня виробництва, підвищення якості продукції заводом вироблятися робота з реконструкції сталеплавильних прокатного цехів. Передбачено й здійснюється заміна існуючих електросталеплавильних печей на печі нового покоління, установка агрегатів внепечної обробки сталі, заміна

мелкосортних станів лінійного типу на сучасні, із клітями підвищеної твердості, заміна адьюстажного встаткування.

Основними цехами заводу є: сталеплавильні цехи №1,2,3,5.

У СПЦ№1 встановлено дві дугові печі (ДСВ-25) і відкрита індукційна піч (ОИП-8); у СПЦ№3- три дугові печі (ДСВ-60), установки піч-ковш виробництва фірми «Даніель» і виробництва заводу «Днепрспецсталь», вакууматор австрійського ковшевого типу; СПЦ№5- піч електрошлакового переплаву, піч вакуумно-дугового переплаву.

Передільні цехи: прокатний цех, ковальсько-пресовий цех, ковальський цех, калібрований цех, термічний цех.

Допоміжні цехи: копровий, цех мереж і підстанцій цех, енергосиловий цех, ділянка підготовки сирих матеріалів, автоцех.

Ремонтні цехи: ЦРМО, РМЦ, електроремонтний цех.

Вихідною сировиною підприємства є: шихтові матеріали, залізна руда, що пройшла попередню обробку й збагачення; флюси (вапняк і доломит), пісок, магнезит, феросплави, алюміній (катанка й паці), титанова губка в брикетах, скло рідке.

1.2 Технологія виробництва сталі

Перед завалкою в піч шихта розраховується на зміст легуючих елементів і вуглецю. Сумарний зміст у шихті шкідливих домішок, що видаляють не в процесі виплавки, не повинне перевищувати їхнього змісту в марці сталі з урахуванням домішок, внесених феросплавами.

Як шихта може бути використаний скрап, що утвориться в сталеплавильних цехах, або вступник з жужільного відвала, що класифікується - по магнітності: магнітний, немагнітний, а також по зашлакованості й габаритності. Використовуваний для виплавки марочного сортаменту скрап повинен бути замаркірований й очищений від шлаків до його змісту не більше 5%. Загальна кількість замаркірованого скрапу при виплавці вуглецевої і

легованої конструкційної й інструментальної сталі повинне бути не більше 30% від маси шихти, при виплавці нержавіючих сталей - не більше 50%. Зашлакований скрап зі змістом шлаків до 15%, а також дрібний скрап і корольки металу, отримані при глибокій переробці (сепарації) шлаків, використовується для виплавки паспортних болванок.

У шихті дозволяється використати внутрішньозаводську й привізну стружку в ІТІ тин із ДСТУ4121-2002(ДСТУ 2787-75).

У складі шихти дозволяється використати передільний чавун, піддонів й іншого устаткування, а також рідкий чавун виробництва ВАТ «Запоріжсталь».

При необхідності в завалку, підвалку або в піч наприкінці плавлення вводяться легуючі матеріали.

По габаритності розмір шматків шихти (скрапу) повинен бути не більше 1 м для печей ємністю (масою плавки) до 20 т, не більше 2м- для печей з масою плавки 30-60т.

У якості вуглецеутримуючого елемента в шихту вводяться: бій електродів у шматках не більше 500x300 мм, відходи виробництва електродів, графітова крупка, кокс кусковий і коксовий дріб'язок Дозволяється використати вуглецеутримуючий матеріал (кусковий і порошкоподібний) у кількості до 7 кг/т поставки ВАТ «Укрграфіт» (ТУ48-4801-55-96).

При виплавці всіх марок сталі на шихту в баддю в складі завалки або підвалки, або в період плавлення шихти в піч вводиться вапно (20 ± 5) кг/т шихти. На подину печі вводити вапно мульдою або бросковою машиною забороняється Вапно, застосовуване в усі періоди плавки, повинно бути кускове, свіжого випалу (не більше 24 годин після вивантаження з випалювальної печі), без ознак гасіння. При необхідності в завалку або підвалку вводиться залізна руда 21-го й 22-го класу. Забороняється присадка залізної руди на подину печі. Фракція залізної руди повинна бути не більше 100 мм, волога - не більше 1,5%.

Під час плавлення шихти й в окислювальний період плавки застосовується технічний кисень, що поставляється з киснепровода комбінату «Запоріжсталь» зі змістом кисню не менш 98%, при тиску в киснепроводі перед піччю ($1,2 \pm 0,4$)

МПа. Киснепроводи повинні бути обладнані вологовідстійниками, манометрами, приладами обліку витрати кисню.

Для розкислення шлаків застосовуються порошки феросиліцію ФС65, коксу вуглець-кремнієвого раскислителя, алюмінію (застосування алюмінієвої пудри забороняється), АПС фракцією не більше 1,5 мм, а також силікокальцієва крупка фракції до 25 мм. Зміст вологи в розкислювачах не більше 1.5%. Порошки розкислювачів до уведенням у піч відміряються тарованими мірками.

Плавка зливається з ковша компактным струменем в виливниці.

Злитки передаються в передільні цехи гарячим всадом.

1.3 Характеристика механічного устаткування цеху

До підйомно-транспортного й транспортного встаткування ставляться електромостові крани, основні характеристики яких наведені в таблиці 1.4.

Особливий практичний інтерес викликає *підйомник телескопічний* (рисунок 1.2), що призначений для провадження робіт, пов'язаних з футеровкою конвертерів ємністю 100 тонн із окремим днищем. Він подає вогнетривкі матеріали в порожнину конвертера канатним колісковим підйомником вантажопідйомністю 2 т. Телескопічний підйомник дозволяє вести футеровочні роботи із всієї висоти робочого простору конвертера. Він складається з: платформи 1, гідроциліндра телескопічного 2, робочої площадки 3, колиски 4.

Технічна характеристика:

- вантажопідйомність робочої площадки, Н	-49
- вантажопідйомність підйомника матеріалів, Н	-19,6
- діаметр робочої площадки	
найменший, мм	-2800
найбільший з відкидними козирками, мм	-3500
- хід гідроциліндра телескопічного, мм	-6400
- середня швидкість підйому робочої площадки, м/с	-0,018
- швидкість підйомника матеріалів, м/с	-0,3

- колія, мм	-3000
- база, мм	-4000
- максимальний розмір установлюваного піддона, мм	-1000*1100
- діаметр ходових коліс, мм	-520
- робочий тиск масла в гідросистемі ,МПа	-3,5
- маса телескопічного підйомника ,кг	-26100

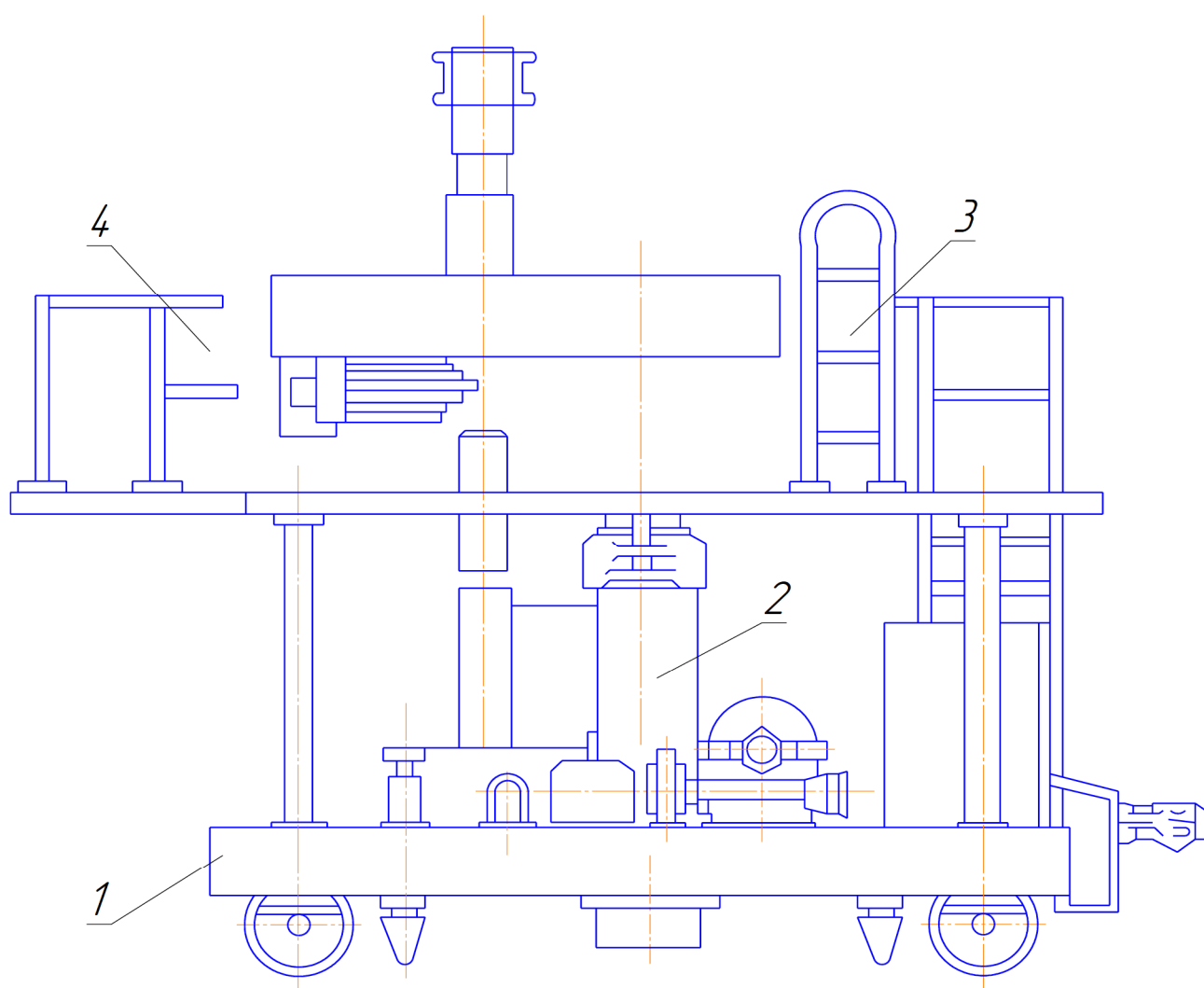


Рисунок 1.2 - Підйомник телескопічний

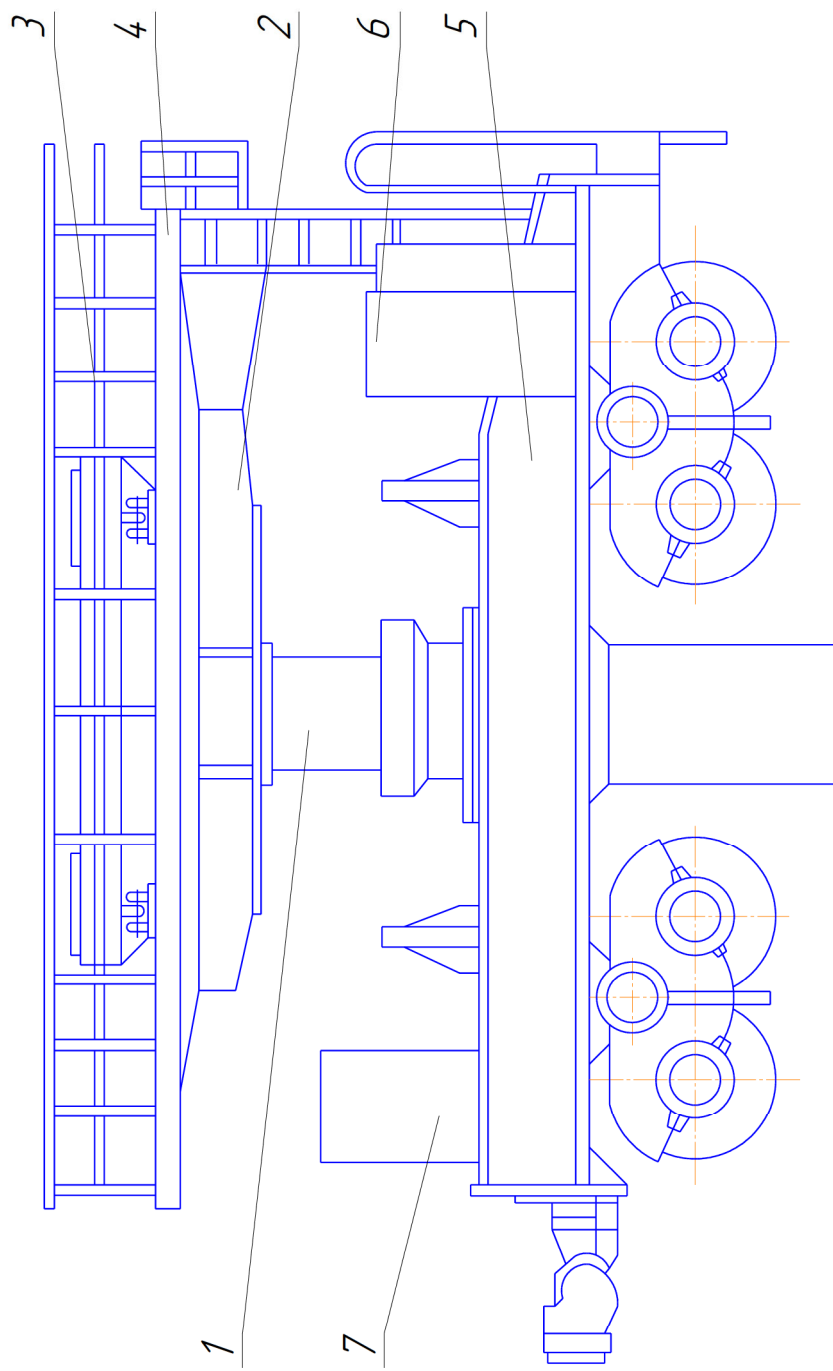
Візок домкратний ДТ 250/3000 (рисунок 1.3). У корпусі із приварним дном коаксиально розміщений плунжер із приварним дном. Дно має циліндричний бурт, що обмежує наприкінці ходу висування плунжера з корпусу. Шпонка втримує плунжер від повороту. Втулки з манжетним ущільненням служать напрямними для плунжера. Манжетне ущільнення являє собою пакет шевронних манжет. Манжетне ущільнення щоб уникнути через нього витіку масла, притискається фланцем за допомогою шпильок. На фланці встановлений грязез'ємник. У проточці кришки, крім того, встановлене кільце грязез'ємное, обтиснуте кільцем притискним. Весь грязез'ємний вузол закритий кришкою й зафіксований болтами. Кріплення гідродомкрата на візку здійснюється приварним фланцем. Для видалення повітря з порожнини гідродомкрата встановлена воздухопустая пробка. Для зливу робочої рідини з порожнини гідродомкрата встановлена пробка в дні корпусу. Підведення робочої рідини здійснюється через отвір.

Технічна характеристика:

- діаметр плунжера, мм	-600
- хід плунжера, мм	-1400
- робочий тиск максимальне, МПа	-10
- найбільший пробний тиск, МПа	-15
- робоче зусилля плунжера, Н	- $2,82 \cdot 10^6$
- робоча рідина, ДСТУ 20799-75	-Масло Н-20А, Н-

30А

Стенд самохідний сталеразливочний (рисунок 1.3) складається з верхньої рами з кареткою, на яку встановлюється сталеразливочний ківш ємністю 70 т. Верхня рама й каретка виконані із двох поздовжніх і двох поперечних балок. Для забезпечення твердості балки виконані коробчатого перетину. Механізм зсуву каретки, розташований на верхній рамі, гідравлічний. Хід поршня -600 мм. Хід каретки - 300 мм від центральної осі вправо й уліво.



1 - домкрат гідравлічний; 2 - головка плунжера;
 3 - стол поворотний; 4 - майданчик робочий;
 5 - рама; 6 - гідропривод; 7 - електроустаткування

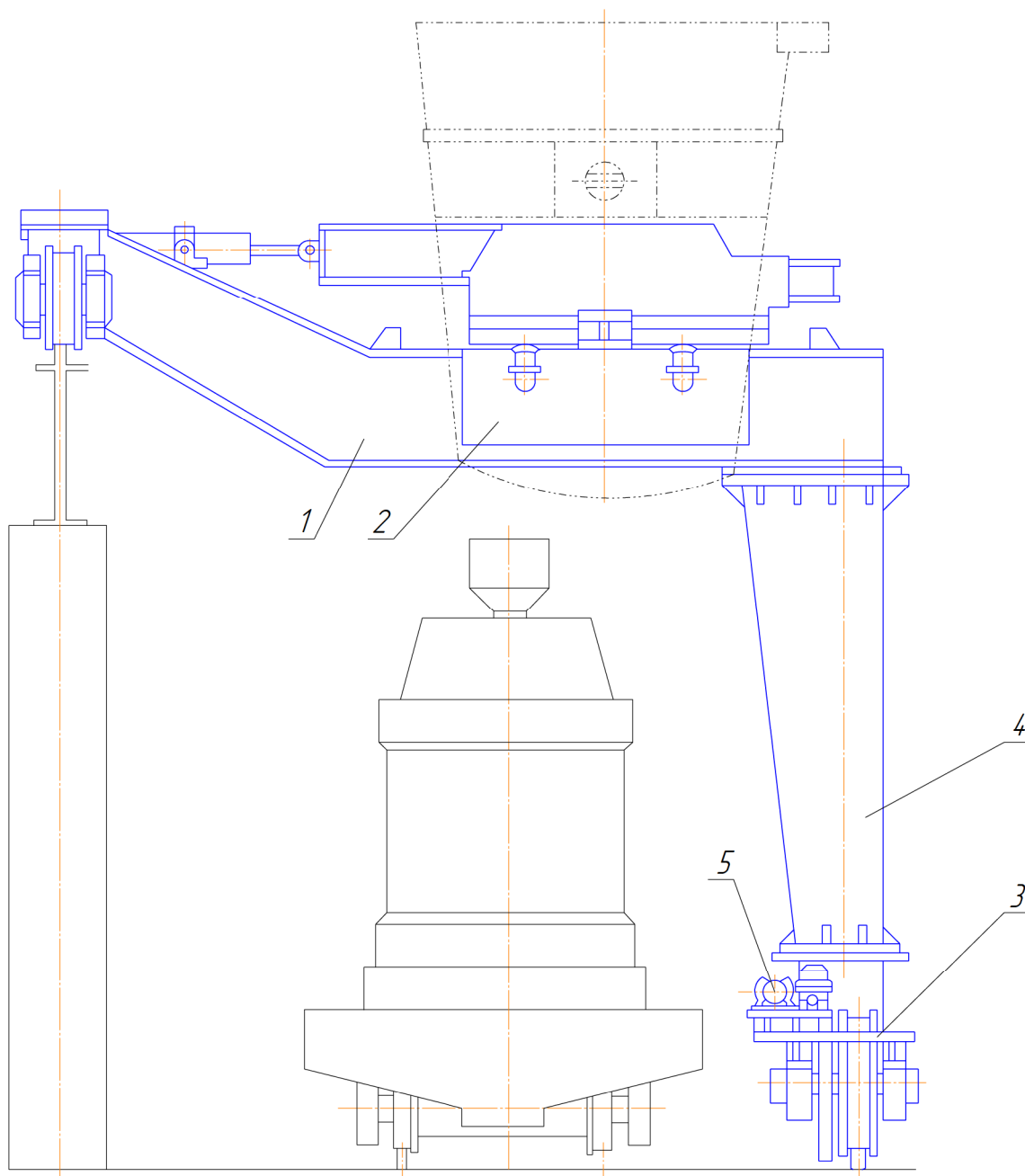
Рисунок 1.3 – Візок домкратний

Такий зсув каретки дозволяє усувати зсув осі стопорного отвору ковша щодо осі ізложниці.

Технічна характеристика:

- вантажопідйомність, кг	-100000
- максимальний тиск колеса на рейку	
при діаметрі 1м, Н	-686275
при діаметрі 0,71м, Н	-196078
- обмежена пряма ділянка довжиною, м	-24
- колія стенда, м	-5,9
- механізм пересування стенда із двома роздільними приводами:	
електродвигун МТКН 311-6	
потужність, кВт	-11
швидкість обертання, об/хв	-910
гальмо ТКГ-300М	
редуктор КЦ-300-10-42Ц	
передаточне число	-9,65
циліндрична відкрита передача	
передаточне число	-5
швидкість пересування, м/с	-0,96
- механізм зсуву ковша:	
гідроциліндр	
діаметр поршня, м	-0,125
хід поршня, м	-0,6
тиск у гідросистемі, МПа	-9
швидкість горизонтального зсуву ковша, м/с	-0,03

Стационарний гідравлічний стріпер. Станина стріпера 6 служить для розміщення на ній захватів 1 з гідроциліндрами 2, важелів із сергами 3 й



1 - верхня рама; 2 - каретка; 3 - нижня рама; 4 - стійка; 5 - привод

Рисунок 1.4 - Стенд самохідний металорозливний

маслостанцією 9, а також виливниці 5 зі злитком. Станина має робочий шток (виштовхувач 7), за допомогою якого через важільну систему виробляється виштовхування злитків. Гідростанція забезпечує подачу масла в гідроциліндри, при роботі яких зусилля передається через важільну систему на виштовхувач і захвати. Захвати притискають виливницю зі злитком до станини, а виштовхувач робить виштовхування злитка. При зворотному ході гідроциліндрів виштовхувач опускається, а захвати повертаються у вихідне положення. Для керування роботою гідростанції встановлені гідравлічні розподільники й зворотні клапани. Крайні положення при робочому й зворотному ході контролюються кінцевими вимикачами й запобіжними клапанами, які забезпечують надійну роботу циліндрів. Керування гідростанціями стрипера виробляється з пульта керування, що розміщений поруч зі стрипером.

Технічна характеристика:

1. Гідростанція:

- електродвигун А02-72-6

N, кВт -22

n, об/хв -970

- електродвигун А02-62-4

N, кВт -17

n, об/хв -1460

- насос Г12-26ЛМ

Q, л/хв -200

N, кВт -24,5

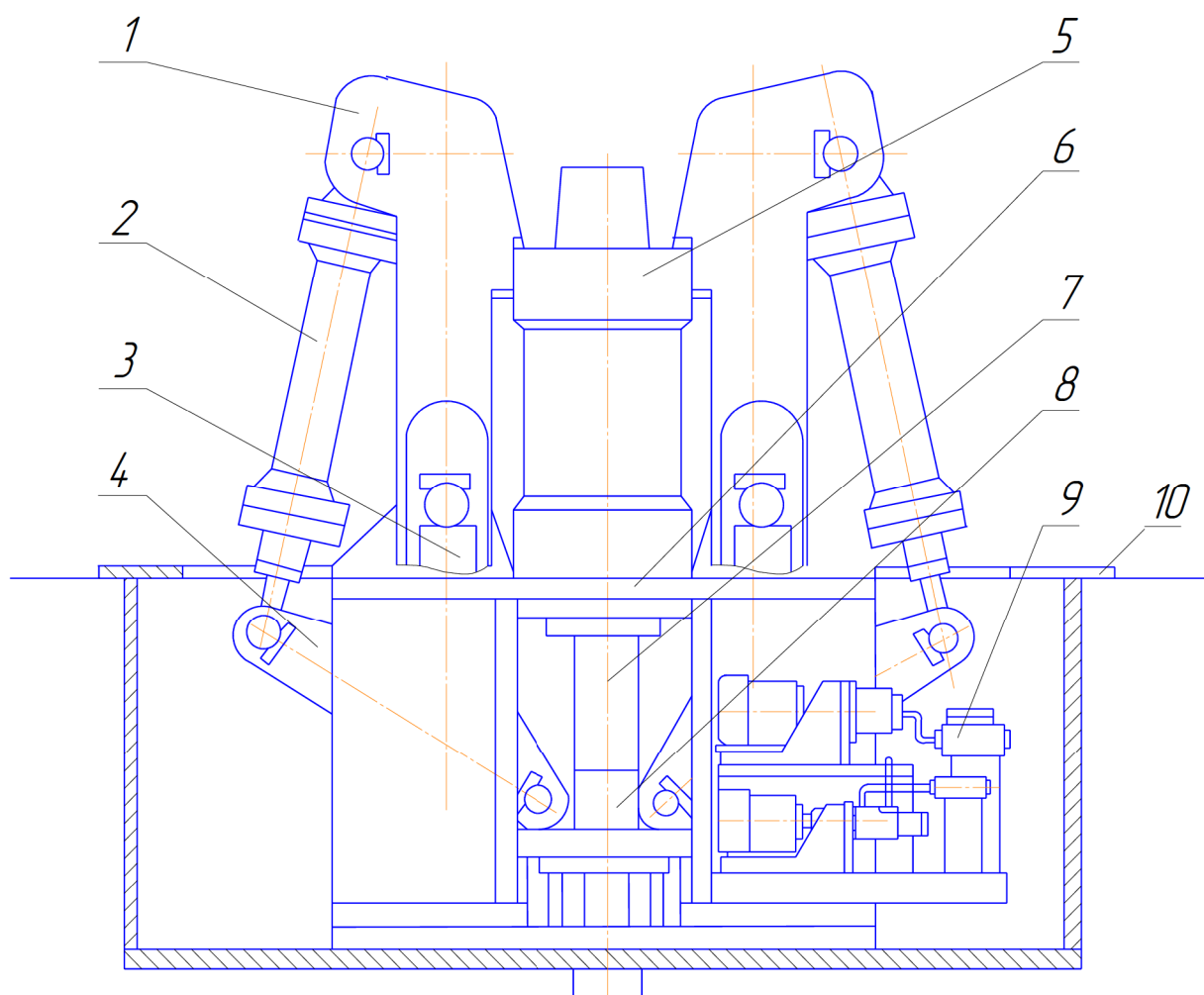
n, об/хв -960

- насос НС 16/320-125/63

Q, л/хв -21,6

N, кВт -17,55

n, об/хв -1500



1 - захват; 2 - гідроциліндр; 3 - серьга;
 4 - важиль; 5 - виливниця; 6 - станина;
 7 - виштовхувач; 8 - траверса; 9 - маслостанція;
 10 - огороження
 Рисунок 1.5 - Стрипер стаціонарний гідравлічний

- клапан запобіжний розвантажувальний М-ПКП-32-02
- клапан запобіжний розвантажувальний ПГ-52-25
- гідравлічний розподільник Р- 323 червоний 64

2. Гідроциліндри:

- діаметр циліндра, мм -385
- хід штока циліндра, мм -1400
- зусилля на штоку гідроциліндра при $P_{\text{раб}}=200$ атм, т -240

3. Габарити стрипера, мм: 3200*6000*5200

- 4. Маса стрипера, т -62
- 5. Зусилля на виштовхувачі, тс -1000

1.4 «Вузькі» місця ділянки обтискного стану

У цеху працюють три печі ДСВ-50, а встановлення піч-ківш одна, тому переміщення металу створює зустрічні вантажопотоки і відбувається втрата часу та продуктивності. На печах плавиться сталь різних марок і тривалість плавки у них різна, тому плануванням виплавки цю проблему вирішити не можна.

Оптимальним рішенням у цьому питанні буде будівництво другої установки піч-ківш.

Під „вузькими місцями” слід розуміти недоліки обладнання, їх часті поломки, що негативно позначаються на технологічному процесі.

Так як в ДСП-50 електроенергія перетворюється на теплову енергію через горіння електричної дуги, то пуск печі відбувається при включених авторегуляторах трьох фаз і піднятих електродах. Під впливом автоматичних регуляторів електроди починають опускатися, і після дотику електродів з шихтою запалюється дуга.

Електрична дуга, що горить у дуговій печі, за своїми властивостями значно відрізняється від інших електричних дуг:

1. Дуга горить тривалий час і повинна бути максимально стійкою.

2. Для дуги характерна велика потужність при порівняно низькій напрузі та великій силі струму.

3. Дуга горить у закритому просторі, поверхнями якого поглинається вся потужність, випромінювана нею. Тому умови горіння дуги навіть протягом однієї плавки можуть сильно змінюватися. При даній потужності дуги можуть також змінюватися її геометричні розміри та фізичні властивості (спосіб проходження струму, температура, інтенсивність випромінювання, форма кривих сили струму та напруги дуги і т. д.).

Саме на печі ДСП-50, що знаходиться в СПЦ-2, змінюється спосіб проходження струму, внаслідок чого відбувається пропалювання холодильника. Виникнення дуги між двома електродами відбувається не по найменшій відстані (напряму), а йде в обхід. Це відбувається через те, що на проміжку між електродами завантажений матеріал (тверда шихта) містить велику кількість як матеріалів з поверхнею, що містить фарбу, так і сам матеріал різних „незручних” форм (труби тощо). Через це дуга не знаходить найкоротший шлях і йде по колу. При такому русі по дорозі дуги перебуватиме холодильник. Внаслідок цього відбувається його пропал. Це зумовлює: зупинку печі, видалення металу, просушування та негайний ремонт холодильника. Все це є неприйнятним у безперервному виробництві. Цей недолік усунем за рахунок: попереднього перегляду завантаженого матеріалу та, по можливості, його деяке дроблення; вибір холодильника раціональної конструкції

Холодильник раціональної конструкції забезпечує:

1. Зниження окислення електродів, у результаті зменшується їх витрата.

2. Зменшення кількості повітря, що проходить через піч, в результаті чого зменшуються теплові втрати з газами, що відходять, і зменшується вміст кисню в пічній атмосфері.

3. Раціональний розподіл теплового потоку між ванною і футеровкою.

Одна з найбільш трудомістких операцій з обслуговування печі є завантаження скрапу. Скрап завантажують за допомогою завантажувального кошика. У ДСП-50 завантаження здійснюється через верх.

Завантажувальний кошик підвішують за допомогою тросів за транспортувальні отвори. При наближенні кошика до верху печі відбувається її відчеплення від двох тросів, внаслідок чого відбувається її перевертання, тобто вона залишається висіти на двох тросах. Через велику вагу (вага кошика – 1 т, вантажопідйомність – 3 т) відбувається розрив транспортувальних отворів, кошик стає непридатним для подальшого використання (до його відновлення). На її ремонт потрібні як час, так і матеріальні витрати.

Для усунення цього недоліку можна застосовувати кошик з дном, що розкривається.

При роботі дугової сталеплавильної електропечі між електродами взаємодіють електродинамічні сили, що притягають або відштовхують електроди, що викликає коливання електродів, як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах, причому у вертикальній площині також відбувається відхилення електрода від вертикальної осі. В результаті коливань електродів відбуваються і коливання електродотримачів. З'єднання електродотримача зі стійкою дугової сталеплавильної електропечі ДСП-50 жорстке і навантаження, викликане коливаннями електродів, припадає на електроди та кріплення, опор електродотримачів, що призводить до швидкого зносу вузлів кріплень, а також до поломок електродів. За рахунок поломок електродів збільшується їхня витрата.

Для гасіння коливань та зниження відсотка поломок електрода можна застосувати нову конструкцію опор електродотримача, а саме: не жорстке закріплення, а пружно-демпферні опори, що буде розглянуто у спеціальній частині даного дипломного проекту.

Даний пристрій для кріплення електродотримача дугової сталеплавильної печі дозволить гасити коливання електрода різного напрямку, наприклад, у горизонтальній та вертикальній площинах, а також при відхиленнях електрода від вертикальної осі. Це дасть можливість знизити навантаження на сполучні вузли кріплення електродотримача з електродом та стійкою. А це дозволить знизити відсоток поломок електродів і сполучних вузлів, збільшити термін

міжремонтного періоду, скоротити витрату дорогих графітованих електродів, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення продуктивності печі.

2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Загальні відомості й класифікація існуючих конструкцій електросталеплавильних печей

У зв'язку з тим, що основним способом виплавки стали є киснево-конвертерна, споживаюча менша кількість лома в порівнянні з мартенівським, виникли передумови для більше швидкого розвитку електросталеплавильного виробництва, що працює на твердій шихті. Друга важлива причина розвитку виплавки стали в електропечах - всі зростаюча потреба в легованих сталях і чистому металі з металізованих окатишів.

На металургійних підприємствах з більшим обсягом виробництва низьколегованої й трансформаторної сталей в основному застосовують дугові трифазні електропечі місткістю 50, 100 й 200 т. На спеціалізованих заводах з виробництва високоякісної й спеціальної сталей застосовують дугові електропечі місткістю 3-100 т, індукційні електропечі звичайних конструкцій і вакуумні.

Високоякісні злитки (за структурою й поверхнею) одержують у вакуумних електропечах з витрачає електродом, що, і в печах електрошлакового переплаву. Останнім часом для одержання сталей для атомної й ракетної техніки застосовують електронно-променеві плазмові печі. Феросплави виплавляють у дугових електропечах на спеціалізованих заводах.

Виплавка стали в дугових електропечах заснована на тім, що електрична енергія перетворюється в теплову внаслідок електричного розряду, що протікає в газовому середовищі або у вакуумі. В електричному розряді зосереджують висока концентрація енергії й величезні потужності в невеликих обсягах металу, у результаті чого виходять високі температури й швидке розплавлювання металу.

По способі теплового впливу електричної дуги на метал дугові електропечі можна розділити на печі з незалежною дугою, із закритою дугою й із залежною дугою.

Печі з незалежною дугою - це дугові печі непрямої дії, у яких електрична дуга горить між електродами, а по нагрітому металу, що, струм дуги не протікає. Нагрівання й розплавлювання металу здійснюються побічно, випромінюванням. У таких печах можна плавити метали й сплави з низькою температурою випару, зокрема кольорові метали й навіть сплави, що містять цинк.

Печі з незалежною дугою - невеликі (до 500—600 кВА), звичайно однофазні, служать для плавки металів з температурою плавлення не вище 1300—1400 °С. До дугових печей непрямої дії можна віднести плазмові установки (плазмотрони).

Печі із закритою дугою - це дугові печі опору, у яких електрична дуга горить у газовій порожнині, усередині розплавляємої шихти, що, підключеної послідовно або паралельно з дугою (рисунок 2.1, а).

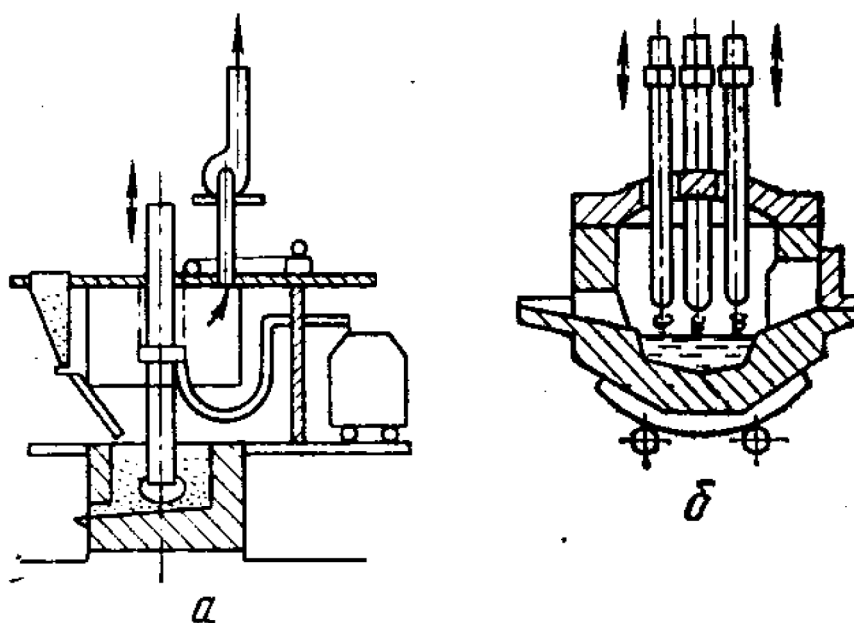


Рисунок 2.1 - Схеми дугових електропечей

Внаслідок великого опору-шихти виділюване в ній джоулево тепло утворить усередині шихти вогнище високої температури. Ці печі дозволяють розплавляти метали з високою температурою випару й сублімації. Такі печі застосовують для відбудовних руднотермічних процесів, для виробництва

феросплавів й ін. До печей цього типу можна віднести установки електрошлакового переплаву, що є по своєму принципі печами опору.

Печі із залежною дугою (рисунок 2.1, б) - дугові печі прямої дії, у яких шихта, як частина електричного ланцюга, обдається повним струмом, дуговий розряд залежить від властивостей металу, що розплавляє.

Дуга горить між електродами й розплавляємим металом, що, безпосередньо нагріваючи останній. В електропечах із залежною дугою можна застосовувати довгі графітові електроди великого перетину, що допускають значну силу струму, що забезпечує більшу потужність і продуктивність цих печей. Вони одержали найбільш широке поширення для виплавки електросталі. У дугову електропіч енергія вводиться через трансформатор, що є невід'ємною частиною електропечної установки.

До дугових печей із залежною дугою можна віднести й вакуумні - дугові печі із невитрачаємим й витрачаємим електродами, у яких можна одержувати ще більші потужності, чим у сталеплавильних, і робити плавку таких тугоплавких металів, як молібден, тантал, ніобій.

Дугові електросталеплавильні печі будують із механізованою завалкою шихти, що завантажує зверху баддею за один-два прийомів. Печі з верхнім завантаженням мають наступні достоїнства: можливість заповнення шихтою майже всього робочого простору печі; застосування великогабаритного лома й раціональне розміщення його в печі; скорочення паузи між випуском і початком наступної плавки. У результаті підвищується продуктивність печі й зменшується витрата електроенергії.

Конструкції дугових електропечей постійно перетерплюють зміни, які викликані, з одного боку, систематичним укрупненням грубних агрегатів, а з іншої - загальним технічним прогресом в області електрометалургії.

Дугові електропечі завантажують металеву шихтою зверху саморозвантажними баддями (кошиками) при відведеному убік зводі. Залежно від схеми відносного зсуву корпусу печі й зводу розрізняють наступні основні типи електропечей (рисунок 2.2): із що викочується, корпусом, портал з піднятим

зводом й електродами залишається на місці (рисунок 2.2, а); з порталом, що викочується (рисунок 2.2, б); зі зводом, що повертається, звід з електродами піднімається й приділяється убік (рисунок 2.2, в).

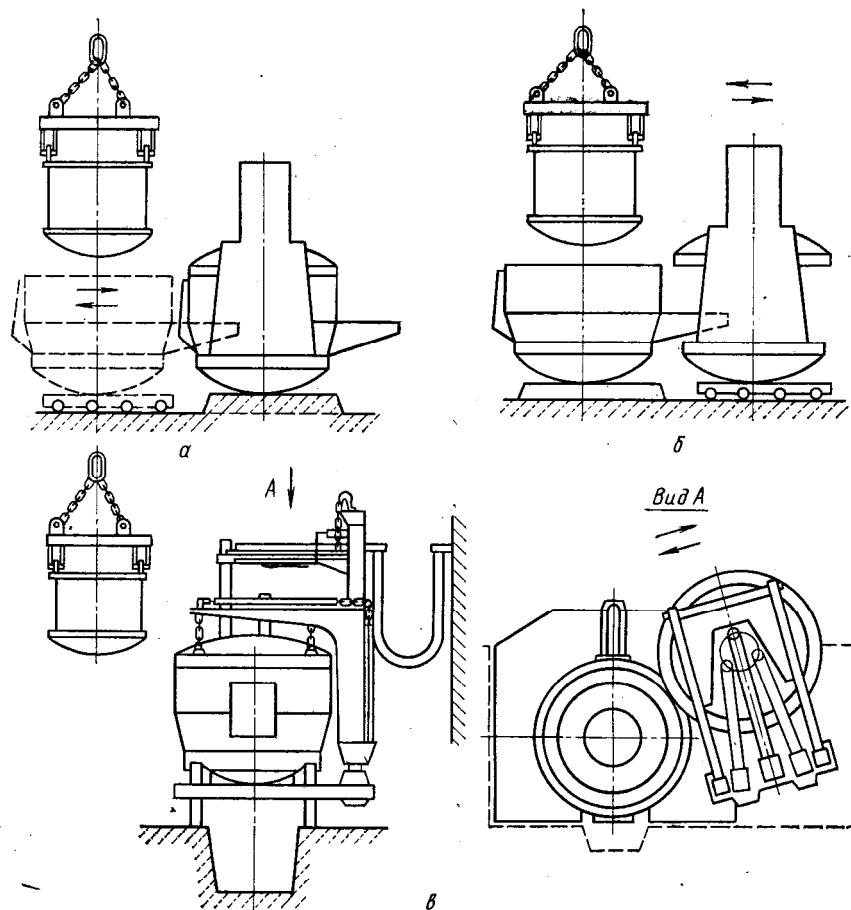


Рисунок 2.2 - Типи електропечей по способу завантаження

Великовантажні печі виконують із верхнім завантаженням з корпусом, що викочується (срія ДСВ) і зі зводом, що повертається (срія ДСП).

Печі з корпусом, що викочується, вимагають більших площ, збільшується кількість механізмів, підвищується металоємність, а отже, збільшуються маса печі, вартість, простої. Останнім часом випускають печі, в основному, зі зводом, що повертається. Порозумівається це тим, що опорно-поворотна частина з напівпорталом і механізмом повороту компактні, відносно прості по конструкції й не створюють утруднень при завантаженні печі. Для інших типів механізмів

необхідна значно більша виробнича площа, вони складніше й менш надійні в роботі, утрудняють подачу й установку бадді. Недолік печей зі зводом, що повертається, - розташування напівпорталу й механізму його повороту на колісці - приводить до збільшення маси частини, що нахиляється, і вимагає посилення коліски.

На металургійних підприємствах в основному встановлюють електропечі зі зводом, що повертається, типової серії ДСП (дугові сталеплавильні печі) місткістю 12, 25, 50, 100 й 200 т, у яких знайшли відбиття новітні досягнення електротермії й електропечного машинобудування. Електропечі середньої серії ДСП-12, ДСП-25 і ДСП-50 виконують із гідравлічними приводами основних механізмів, електропечі великої серії ДСП-100, ДСП-200 виготовляють із електроприводами всіх механізмів.

Печі нахиляють убік зливальної ринви на кут $40\text{—}45^\circ$ для зливу металу в ківш і на кут $10\text{—}15^\circ$ убік робочого вікна для скачування шлаків. Механізми нахилу дугових сталеплавильних і рафініровочних феросплавних печей діляться на секторний, роликовий і цапфовий.

Піч із секторним механізмом нахилу опирається на два (у деяких випадках на чотири) гладких або зубчастих сектори, що перекочуються по плоских опорах. При цьому зливальний носок, опускаючись, переміщається вперед.

Пекти з роликовим механізмом нахилу опирається на систему роликів (з нерухомими або з рухливими осями), об'єднаних у спеціальні сепаратори. При нахилі піч повертається щодо нерухомої осі, розташованої недалеко від центра ваги печі, а зливальний носок опускається й переміщається назад.

Печі із цапфовим механізмом нахилу опирається на дві цапфи, розташовані в зливального носка. У цьому випадку нерухома вісь розташована на значній відстані від центра ваги печі й зливальний носок переміщається незначно.

Найбільш широке поширення одержав секторний механізм нахилу. Роликовий механізм застосовують рідше, тому що у великих печей через значне відхилення зливального носка назад утрудняється злив металу в ківш. Цапфовий механізм нахилу, у якому створюються більші зусилля нахилу, застосовують

рідко й тільки в тому випадку, коли потрібно забезпечити мінімальні переміщення струменя металу при розливанні.

Залежно від типу привода розрізняють механізми нахилу з гідравлічним й електричним приводами. Гідравлічні приводи одержали широке поширення на печах місткістю до 50 т. До їхніх переваг варто віднести плавність роботи й зручність ремонту. Застосування гідроприводу для більших печей ускладнюється технологічними труднощами виготовлення гідроциліндрів великої довжини.

Незалежно від конструкції до механізму нахилу пред'являються високі вимоги довговічності й надійності роботи, забезпечення легкого й плавного нахилу печі на необхідний кут з необхідною швидкістю й виключення перекидання печі при нахилі.

По місцю розташування привода механізми нахилу підрозділяються на бічні й нижні. Механізми бічного типу застосовують на печах невеликої місткості, привод монтується на стаціонарній стійці збоку печі. Таке розташування досить зручно для експлуатації, тому що привод завжди доступний для огляду й ремонту й не може бути ушкоджений при прориві металу через кожух печі. Однак однобічний додаток перекидаючого моменту викликає в кожусі печі більші зусилля й деформації, через що механізм нахилу бічного типу на печах середньої й великої місткості застосовувати не рекомендується. На цих печах застосовують механізм нахилу нижнього типу, приводи монтують на фундаменті під піччю з боку робочого вікна. Вони забезпечують гарну стійкість печі, але захист їх від шлаків і металу у випадку прогару днища менш надійний, чим бічних механізмів.

Для прискорення плавки й підвищення продуктивності на великих електросталеплавильних печах ванну повертають на 40° в одну й в іншу сторони навколо вертикальної осі зі швидкістю приблизно один градус у секунду (тобто один оберт за 6 хв). Під електродами замість трьох проплавляють дев'ять колодязів, що прискорює плавку шихти й зменшує небезпека пропалювання подини.

Виходячи з перерахованого вище приходимо до висновку, що оптимізація параметрів роботи дугових печей серії ДСВ, при наявності їх на підприємстві, є важливим етапом при експлуатації, ремонтах і модернізації.

Тому дана робота містить відомості дотичні роботи механізмів електродугової печі серії ДСВ-40.

2.2. Критичний огляд й якість одержуваного металу від умов роботи механізму нахилу електродугової печі ДСВ-40

Для запобігання межкристалитної корозії нержавіючих сталей у них вводять елементи стабілізатори, одним із яких є титан. Цей спосіб виплавки нержавіючих сталей застосовується на заводі «Дніпроспецталь».

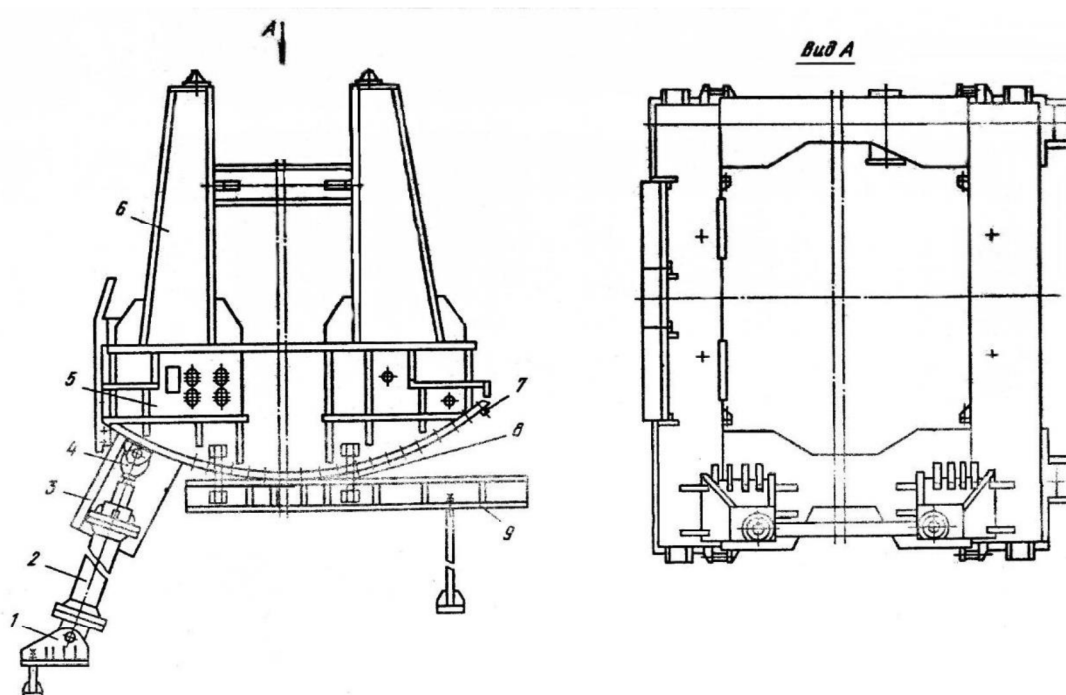
Практично зміст титана в сталі повинне бути в п'ять разів вище зміст вуглецю. Однак, у сталь при легуванні титана подається в 2,5 і більше разів більше розрахункової кількості, з метою компенсації втрат.

При подачі ферротитана в піч за 10-15 хвилин до випуску стали, основну частку втрат становить титан, який перейшов у шлаки (до 83% загальних втрат). За рахунок окислювання його киснем повітря й окислами різних металів (кремній, залізо, марганець, хром), а також за рахунок утворення нітридів. Основне окислювання титана (до 50% від кількості титана, який перейшов в шлаки) відбувається до випуску плавки з печі, у результаті масопередачі кисню через шлаки.

З обліком сказаного, перспективним способом легування стали є, так називане, зовнішнє легування, що полягає в тім, що титан подається в сталерозливний ківш перед випуском у нього стали з печі. Особливо доцільно цей спосіб є при легуванні стали металевим титаном, що пручи легуванні в печі доводиться просажувати у метал на шомполах.

Важливою умовою здійснення способу зовнішнього легування є забезпечення бесшлакового зливу металу з печі. У протилежному випадку титан буде інтенсивно окислятися шлаками, що ллється в нього. Одним з можливих способів бесшлакового зливу є застосування двошвидкісного механізму нахилу,

що забезпечує прискорений нахил на першій стадії зливу металу з печі. При використанні такого механізму, уже в самий початковий момент зливу випускний отвір у печі повністю перекриється сталлю й шлаки, як більше легкий і який знаходиться зверху, не буде попадати в ківш. Після того як титан у ковші буде покритий шаром сталі, печ можна буде нахилити з нормальною швидкістю.



1 – шарнірні опори; 2 – циліндри; 3 – екран; 4 – з'єднання; 5 – люлька;
6 – тумба; 7 – шипи; 8 – стяжки; 9 – фундаментні балки

Рисунок 2.3 – Механізм нахилу електропечі

2.3.Пропозиція по модернізації електродугової печі ДСВ-40

При проектуванні нових і модернізації існуючих систем автоматизації дугових електропечей варто застосовувати системи приводів, які дозволили б:

- 1) бути надійними в роботі, зручними при ремонті й нагляді;
- 2) гарантувати неможливість мимовільного опускання якого-небудь механізму під дією власної ваги;
- 3) забезпечувати мінімальне й стабільне тертя у всіх елементах системи;
- 4) забезпечувати максимальний твердий кінематичний зв'язок двигуна з передавальними механізмами, що виключає вплив піддатливості ланок на якість процесу регулювання;
- 5) повинні мати мінімальні зазори в кінематичному ланцюзі;
- 6) мати максимально можливий КПД і мінімальне розходження статичних моментів навантаження при роботі, що дозволяє знизити потужність регульованого двигуна й істотно поліпшити динамічні властивості системи регулювання;
- 7) мати швидкий розгін і гальмуванням;
мати максимально можливу (при дотриманні стійкості регулювання) швидкість підйому переміщення механізмів при автоматичному й ручному керуваннях.

Призначення механізму нахилу печі полягає в забезпеченні зливу з печі по закінченні плавки всього її вмісту й забезпеченні нахилу печі при скачуванні шлаків. Перше вимагає нахилу печі убік зливального носка на кут 42° , друге — нахилу убік робочого вікна на 12° . Швидкість нахилу печі становить до $1,5$ град/з у малих і до $0,4-0,8$ град/з у великих печей.

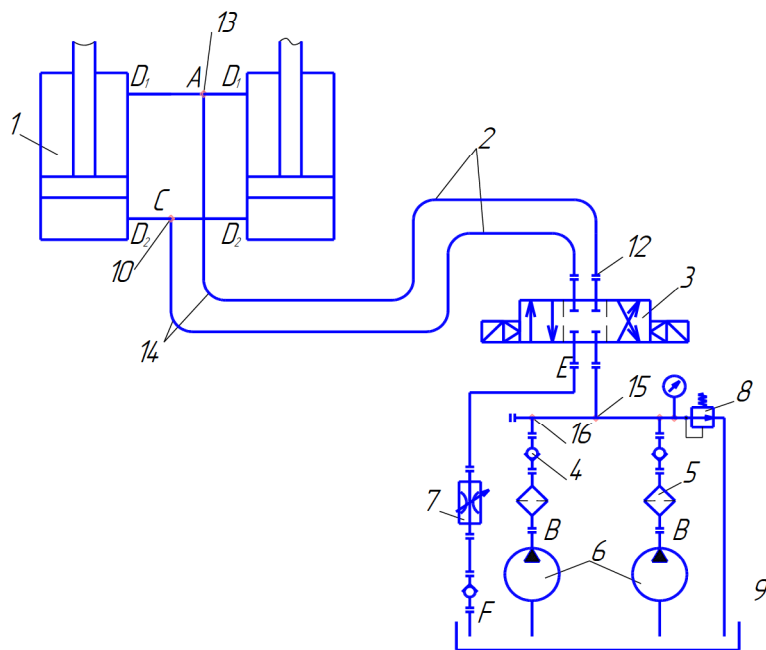
При нахилах в обидва боки на потрібний кут пекти повинна зберігати стійкість. Нахили повинні здійснюватися з певною швидкістю; бажано, щоб при цьому кінець носка льотки мав можливо менше горизонтальне переміщення. При зливні металу ківш висить на гаку крана безпосередньо під носком льотки для того, щоб струмінь металу був по можливості коротше, а отже, його окислювання й розбризкування - менше. Тому при переміщенні носка печі ківш повинен впливати за ним. Це легко здійснити, якщо пересувати ківш тільки по

вертикалі або тільки по горизонталі, тому що від крановика потрібні дуже велика увага й навичка, щоб здійснювати обоє ці рухи одночасно.

Виходячи із усього вищесказаного можна зробити вивід, що модернізація механізму нахилу печі забезпечить виконання багатьох вищеперерахованих факторів.

Пропонується встановити двошвидкісний насос із регульованою швидкістю для прискореного зливу металу в початковий період плавки замість існуючого насоса Г11-15 із продуктивністю 100 л/хв.

Мета даної роботи є розробка й установка двошвидкісного привода механізму нахилу на електродуговій печі ДСВ-40 заводу "Дніпроспецсталь".



1- гидроцилиндр; 2- трубопровод; 3- распределитель; 4- обратный клапан;
5- фильтр; 6- насос; 7- дросель; 8- предохранительный клапан; 9- бак;
10- коллектор; 11-16- местные сопротивления

Рисунок 2.4 – Схема механізму нахилу печі

2.4. Розрахунок механізму нахилу печі ДСВ-40

2.4.1. Визначення моменту від ваги печі

Основою правильного розрахунку механізму нахилу є точне визначення загальних координат центра ваги печі. Для визначення координат центра ваги X_0 , v_0 , z_0 щодо трьох координатних осей необхідно силу ваги окремих частин печі прийняти за даними специфікацій.

На підставі креслень і сил ваги q_i окремих деталей і механізмів визначають координати їхніх центрів ваги x_i , а потім знаходять координату x_0 для всієї печі:

$$X_0 = \frac{q_1 \cdot X_1 + q_2 \cdot X_2 + q_3 \cdot X_3 + \dots + q_N \cdot X_N}{G_{\text{I}}}, \quad (2.1)$$

де $q_1 - q_i$ - сили ваги окремих деталей і механізмів печі;

$x_1 - x_i$ - координати центрів ваги окремих деталей і механізмів печі;

G_{I} — сила ваги всієї печі.

Точно так само знаходять v_0 й z_0 .

Дуже часто буває зручно зв'язати координати центра ваги печі з віссю обертання печі через радіус-вектор r_0 і $x_0 = e \sin \alpha$, а $v_0 = f \cos \alpha$.

Якщо відомі загальні координати центра ваги e и f для початкового положення печі, то величина радіуса-вектора (м)

$$r_0 = \sqrt{e^2 + f^2}, \quad (2.2)$$

де e, f – координати центра ваги печі.

Кут α нахилу радіуса-вектора до осі печі для початкового положення печі:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{e}{r_0}\right), \quad (2.3)$$

Кут нахилу радіуса-вектора до вертикалі при повороті печі на кут α буде $\alpha \pm \varphi$. Знаки «плюс» або «мінус» вибирають залежно від напрямку обертання печі.

Плече сили G_{I} дорівнює:

$$a = r_0 \sin(\alpha \pm \varphi), \quad (2.4)$$

Вихідними даними для розрахунку є наступні величини:

$$G_{\text{Л}}=230 \text{ кН}; \quad G_{\text{ПЛ}}=780 \text{ кН}; \quad G_{\text{К}}=825 \text{ кН}; \quad G_{\text{СК}}=95 \text{ кН};$$

$$G_{\text{С}}=70 \text{ кН}; \quad G_{\text{П}}=2000 \text{ кН}; \quad G_{\text{М}}=500 \text{ кН}.$$

$$X_4=0 \text{ м}; \quad Y_4=-2,5 \text{ м};$$

$$X_5=0,45 \text{ м}; \quad Y_5=-1,5 \text{ м};$$

$$X_6=0 \text{ м}; \quad Y_6=-0,53 \text{ м};$$

$$X_7=0 \text{ м}; \quad Y_7=-1,47 \text{ м};$$

$$X_8=0 \text{ м}; \quad Y_8=-1,87 \text{ м};$$

Якщо за початок координат прийняти центр опорних сегментів O_1 з радіусом R , то координати загального центра ваги печі можна знайти з вираження 2.3, що прийме вид:

$$e = \frac{G_{\text{Л}} \cdot X_4 + G_{\text{ПЛ}} \cdot X_5 + G_{\text{К}} \cdot X_6 + G_{\text{СК}} \cdot X_7 + G_{\text{С}} \cdot X_8}{G_{\text{Л}} + G_{\text{ПЛ}} + G_{\text{К}} + G_{\text{СК}} + G_{\text{С}}}, \quad (2.5)$$

$$f = \frac{G_{\text{Л}} \cdot Y_4 + G_{\text{ПЛ}} \cdot Y_5 + G_{\text{К}} \cdot Y_6 + G_{\text{СК}} \cdot Y_7 + G_{\text{С}} \cdot Y_8}{G_{\text{Л}} + G_{\text{ПЛ}} + G_{\text{К}} + G_{\text{СК}} + G_{\text{С}}}, \quad (2.6)$$

де $G_{\text{Л}}$ – вага колиски;

$G_{\text{ПЛ}}$ – вага порталу;

$G_{\text{К}}$ – вага корпусу печі;

$G_{\text{СК}}$ – вага звідного кільця;

$G_{\text{С}}$ – вага зводу;

X_4, Y_4 ; X_5, Y_5 ; X_6, Y_6 ; X_7, Y_7 ; X_8, Y_8 – координати центра ваги відповідно колиски, порталу, корпусу, звідного кільця, склепіння.

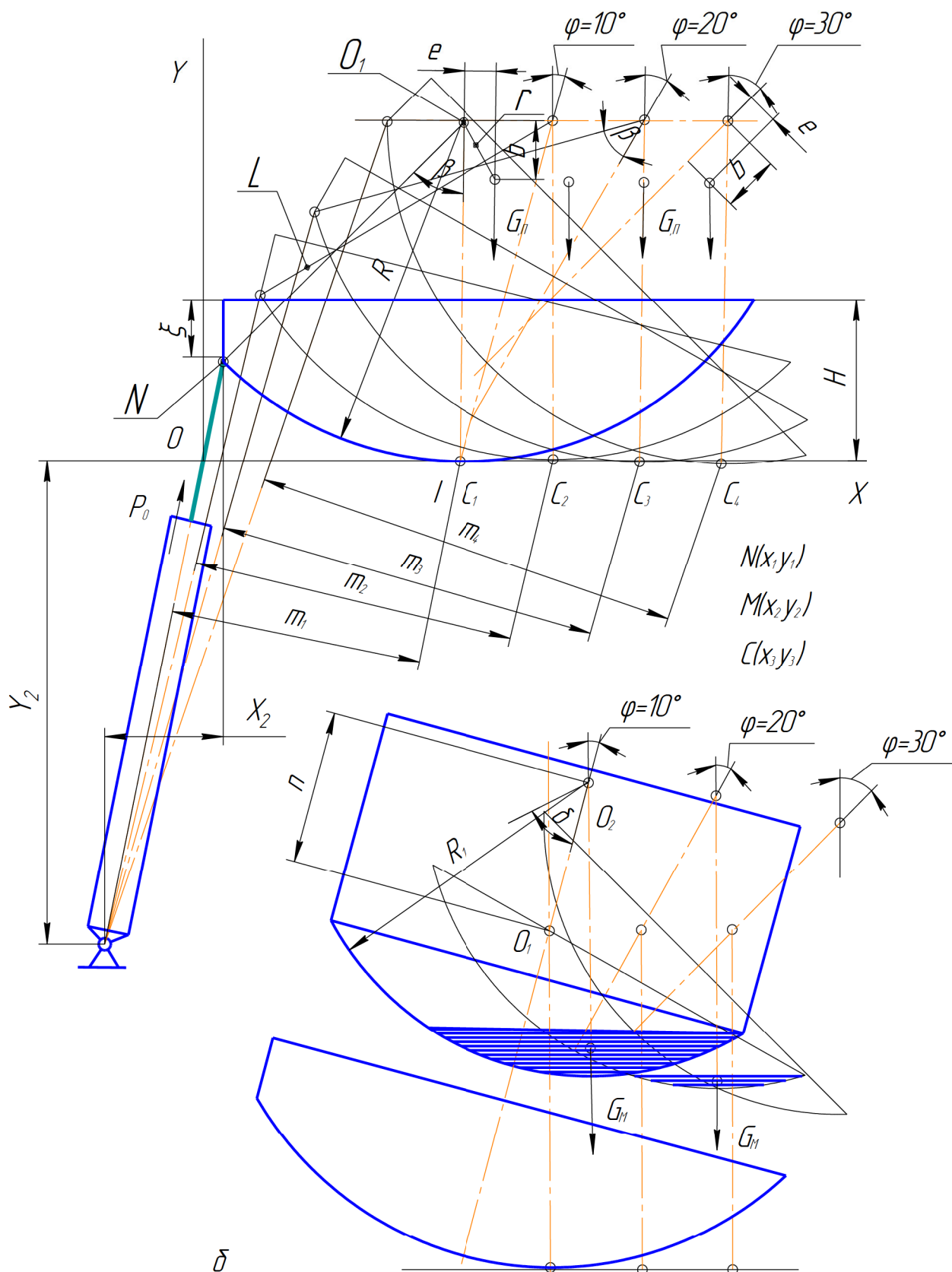


Рисунок 2.5 - Розрахункова схема механізму нахилу електропечі ДСВ-40

Підставивши чисельні значення у вираження 2.5 й 2.6, одержимо:

$$\dot{a} = \frac{230 \cdot 0 + 780 \cdot 0,45 + 825 \cdot 0 + 95 \cdot 0 + 70 \cdot 0}{230 + 780 + 825 + 95 + 70} = 0,175 \text{ м}$$

$$\dot{f} = \frac{230 \cdot (-2,5) + 780 \cdot (-1,5) + 825 \cdot (-0,53) + 95 \cdot (1,47) + 70 \cdot (1,87)}{230 + 780 + 825 + 95 + 70} = -0,956 \text{ м}$$

Перекидаючий момент, створюваний масою печі для заданого кута нахилу φ :

$$M_{II} = G_{II} \cdot r_0 \cdot \sin(\alpha \pm \varphi), \quad (2.7)$$

де G_{II} – повне навантаження від маси печі;

r_0 – радіус-вектор центра ваги печі;

α - кут нахилу радіуса-вектора до вертикальної осі печі, радий.

φ – кут нахилу печі, $\varphi = 0^\circ$.

Величини r_0 й α можна визначити з виражень 2.2 й 2.3:

$$r_0 = \sqrt{(0,175)^2 + (-0,956)^2} = 0,972 \text{ м}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,175}{0,972}\right) = \arcsin(0,18) = 10,5^\circ$$

Підставивши значення в 2.7 при $\varphi = 0^\circ$ при нахилі печі убік зливального носка ($\varphi = 0^\circ \dots 42^\circ$), одержимо:

$$M_{II} = 2000 \cdot 0,972 \cdot \sin(10,5 + 0) = 354 \text{ кНм}$$

2.4.2. Визначення моменту від ваги металу в печі

Перекидаючий момент, створюваний масою металу для заданого кута нахилу φ :

$$\dot{I}_i = \pm G_i \cdot n \cdot \sin \varphi, \quad (2.8)$$

де G_M – вага металу;

n – відстань між O_1 і O_2 , $n=4,2$ м;

φ - кут нахилу печі.

Знак «+» приймають тільки при нахилі печі з положення -12^0 після зливу шлаків. В інших випадках приймають знак «-» через те, що метал не дає можливості до самоперекиду.

Вага металу в печі можна визначити в такий спосіб:

$$G_i = \pi \cdot R_1^3 [1 - \cos(\delta - \varphi)]^2 \cdot \left[1 - \frac{1 - \cos(\delta - \varphi)}{3} \right] \cdot \rho, \quad (2.9)$$

де R_1 – радіус кульового сегмента печі, $R_1=5,78$ м;

δ - половинний центральний кут кульового сегмента для початкового рівня металу, $\delta = 27^0$.

ρ – питома щільність металу в печі, $\rho = 70$ кН/м³.

$$G_i = 3,14 \cdot 5,78^3 [1 - \cos(27^0 - 0^0)]^2 \cdot \left[1 - \frac{1 - \cos(27^0 - 0^0)}{3} \right] \cdot 70 = 486 \text{ кН}$$

$$M_M = 486 \cdot 4,2 \cdot \sin 0 = 0 \text{ кНм}$$

2.4.3. Визначення моменту від тертя в опорних сегментах печі

При нахилі печі виникає момент від сил тертя катання в опорно-поворотній частині, у наслідку пружного стиску сегментів:

$$M_K = (G_{II} + G_M) \cdot \kappa, \quad (2.10)$$

де κ - плече деформації, м.

Плече деформації можна визначити в такий спосіб:

$$\kappa = \frac{c}{4}, \quad (2.11)$$

де c – ширина площі опору сегментів з фундаментними балками, м.

По формулі Герца:

$$c = 2,16 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p \cdot R}{E}}, \quad (2.12)$$

де p – навантаження, що доводиться на одиницю довжини двох опорних сегментів, Н/м;

R – радіус сегментів, $R = 3,9$ м;

E – модуль пружності для сталі, $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па.

Погонне навантаження дорівнює:

$$P = \frac{G_{II} + G_M}{\epsilon}, \quad (2.13)$$

де ϵ - сумарна ширина двох опорних сегментів, $\epsilon = 1,3$ м.

Тоді:

$$p = \frac{G_{II}}{e} = \frac{2000 + 486}{1,3} = 1912 \frac{\kappa H}{м}$$

$$c = 2,16 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1912 \cdot 10^3 \cdot 3,9}{2 \cdot 10^{11}}} = 0,018 м$$

$$\kappa = \frac{c}{4} = \frac{0,018}{4} = 0,0045 м$$

Підставивши отримані значення у вираження 2.10, одержимо:

$$M_K = (2000 + 486) \cdot 0,0045 = 11,1 \text{ кНм}$$

2.4.4. Визначення сумарного моменту

Тоді повний розрахунковий перекидаючий момент при нахилі печі:

$$M_{OII(p)} = M_{II} + M_K, \quad (2.14)$$

$$M_{II} = 354 \text{ кНм}$$

$$M_K = 11,1 \text{ кНм}$$

$$M_{OII(p)} = 354 + 11,1 = 365,1 \text{ кНм}$$

2.4.5. Визначення зусиль в штоку гідроциліндра

Розрахункове зусилля, що діють на шток гідроциліндра механізму нахилу печі можна визначити з вираження:

$$P_{O(P)} = \frac{M_{OP(P)}}{2 \cdot m}, \quad (2.15)$$

де $M_{OP(P)}$ - повний розрахунковий перекидаючий момент при нахилі печі;
 m - плече дії сили.

Плече m можна визначити в такий спосіб. Початок координат Про розташуємо на відстані, рівному R від точки C у початковому положенні колиски. Вісь X приймаємо спрямованої уздовж опорної поверхні фундаментних балок. Тоді поточні координати точки N визначаються параметричними рівняннями подовженої циклоїди:

$$X_1 = R \cdot (\beta + \varphi) - l \cdot \sin(\beta + \varphi), \quad (2.16)$$

$$y_1 = R - l \cdot \cos(\beta + \varphi), \quad (2.17)$$

де β – кут нахилу лінії O_1N до осі печі, $\beta=0,6628$ радий; $\beta=38^\circ$.
 l – відстань від точки кріплення гідроциліндрів до центра сегментів,
 $l=4,1$ м.

$$X_1 = 3,9 \cdot (0,6628 + 0) - 4,1 \cdot \sin(38 + 0) = 0,06 \text{ м}$$

$$y_1 = 3,9 - 4,1 \cdot \cos(38^\circ + 0) = 0,7 \text{ м}$$

$$X_2 = -1,7 \text{ м}$$

$$y_2 = -5 \text{ м}$$

Поточні координати миттєвого центра обертання рівні:

$$\tilde{O}_3 = R \cdot (\beta + \varphi) = 3,9 \cdot (0,6628 + 0) = 2,585 \text{ м};$$

$$y_3 = 0 \text{ м}.$$

Плече m можна визначити по формулі аналітичної геометрії як довжину відрізка, перпендикулярно опущеного із точки на пряму.

$$m = \frac{A \cdot (X_3 - X_1) + y_1}{\sqrt{A^2 + 1}}, \quad (2.18)$$

де А - коефіцієнт:

$$A = \frac{y_2 - y_1}{X_2 - X_1}, \quad (2.19)$$

$$A = \frac{y_2 - y_1}{X_2 - X_1} = \frac{-5 - 0,7}{-1,7 - 0,06} = 3,23$$

$$m = \frac{A \cdot (X_3 - X_1) + y_1}{\sqrt{A^2 + 1}} = \frac{3,23 \cdot (2,585 - 0,06) + 0,7}{\sqrt{3,23^2 + 1}} = 2,619$$

Розрахункове зусилля, що діють на шток гідроциліндра механізму нахилу печі знаходимо з вираження 2.15:

$$D_{O(P)} = \frac{365,1}{2 \cdot 2,619} = 70 \text{ кН}$$

Значення для інших положень кута нахилу φ $[-12^\circ; 42^\circ]$, одержимо відповідно до вищевикладеної методики розрахунку. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 Перекидаючий момент і зусилля на штоку гидроциліндра для різних положень кута φ

Величина	$\varphi = -12^\circ$	$\varphi = 0^\circ$	$\varphi = 10^\circ$	$\varphi = 20^\circ$	$\varphi = 30^\circ$	$\varphi = 42^\circ$
$M_{O(P)}$, кНм	-309	365	50	333	657	1023
$P_{O(P)}$, кН	-90	70	7,7	43	75	104

За отриманим значенням будемо графіки залежностей перекидаючого моменту й зусилля на штоку гідроциліндра для різних положень кута φ .

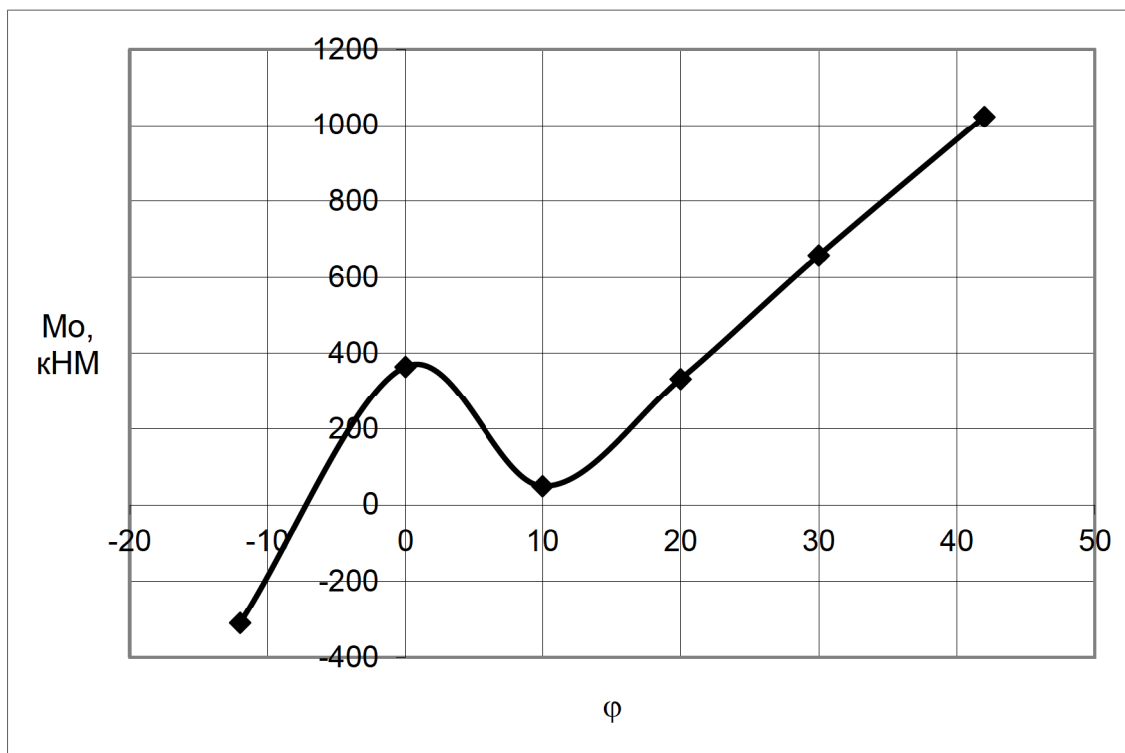


Рисунок 2.6 - Графік залежності перекидаючого моменту M_0 від кута повороту печі φ

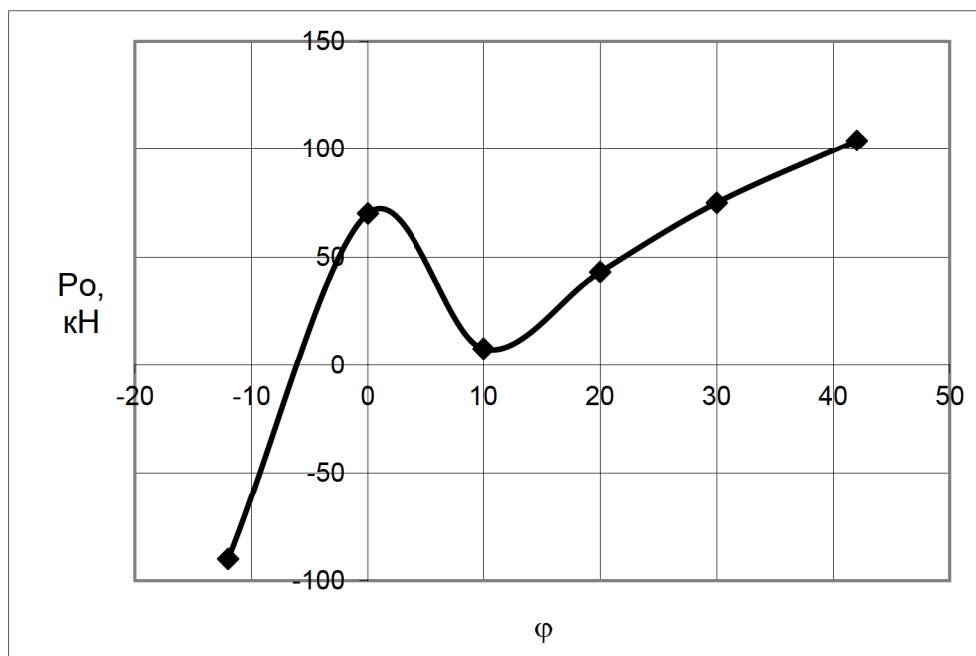


Рисунок 2.7 - Графік залежності зусилля на штоку P_0 від кута повороту φ

2.5. Визначення потужності приводу насосу

Для підтримки системи в працездатному стані приймаємо робочий тиск у системі із урахуванням втрат тиску:

$$p_p = 6,3 \text{ МПа.}$$

Потужність двигуна насосу обчислюємо по номінальних параметрах насосу:

$$N = \frac{p \cdot Q}{1000 \cdot \eta_0}, \quad (2.20)$$

де η_0 - сумарний КПД насоса, $\eta_0=0,85$;

Q – витрати, $Q=0,00148 \text{ м}^3/\text{с}$;

p – тиск, $p=10 \text{ МПа}$.

$$N = \frac{6,3 \cdot 10^6 \cdot 1,48 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 0,85} = 13,3 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун типу 4А160М6В3, асинхронний з короткозамкненим ротором, з потужністю $N=15 \text{ кВт}$ і частотою обертання $n=970 \text{ об/хв}$.

Обсяг бака з урахуванням трихвилинної подачі насоса:

$$V_\delta = 3 \cdot 60 \cdot 1,986 \cdot 10^{-3} = 0,36 \text{ м}^3.$$

Визначаємо необхідність охолодження робочої рідини

$$S_p = \frac{3,6 \cdot \Delta p \cdot Q_{жс}}{(T_{жс} - T_0) \cdot K_\delta} \leq S_\phi, \quad (2.21)$$

де Δp – втрати тиску в гідросистемі, $\Delta p=0,6 \text{ МПа}$;

$Q_{ж}$ – втрати рідини в гідросистемі;

$T_{ж}, T_0$ – температури робочої рідини й навколишнього середовища,

$T_{ж}=60^{\circ}\text{C}, T_0=20^{\circ}\text{C}$;

K_{δ} - коефіцієнт теплопередачі від бака в повітря (приймаємо

$K_{\delta}=63\text{кДж}$.

$$S_p = \frac{3,6 \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 1,986 \cdot 10^{-3}}{(60 - 20) \cdot 60} = 1,7 \text{ м}^2 < S_{\phi} = 2,5 \text{ м}^2.$$

При такому режимі роботи маслостанції необхідності у використанні охолоджувача немає.

Визначаємо товщину стінки циліндрів ($p=1,48 \cdot 6,3=9,3$ МПа)

$$\delta = \frac{p \cdot D}{2,3 \cdot [\sigma] - p} = \frac{9,3 \cdot 0,3}{2,3 \cdot 90 - 9,3} = 2,37 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Остаточно приймаємо товщину стінки циліндрів $\delta = 25$ мм.

2.6. Перевірка гідроциліндра механізму нахилу печі на міцність

2.6.1. Перевірочний розрахунок шток гідроциліндра на поздовжній вигин

$$F_k = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \geq F_{\phi}, \quad (2.22)$$

де k – коефіцієнт, що враховує характер закріплення кінців штока й гідроциліндра, $k=1$ – при шарнірному закріпленні обох кінців;

E – модуль пружності матеріалу штока, $E=2 \cdot 10^5$ МПа;

I - момент інерції перетину штока;

L – довжина стисливої ділянки, $L=5$ м.

$$F_{kp} = 1 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,05 \cdot 0,125^4}{5^2} = 1,01 \text{ МН.}$$

$$F_{kp} > F_{\phi}$$

Таким чином, параметри штока задовольняють прийнятим умовам.

2.6.2. Перевірочний розрахунок гідроциліндра на міцність

$$\sigma_p = 10^{-2} \cdot \frac{0,4 \cdot r + 1,3 \cdot R}{R^2 - r^2} \cdot p_y \leq [\sigma_p], \quad (2.23)$$

де R – зовнішній радіус гідроциліндра, $R=426$ мм;

r - внутрішній радіус гідроциліндра, $r=380$ мм;

p_y – умовний тиск рідини, $p_y=9,3$ МПа;

σ_p – напруга розтягання на внутрішній поверхні стінки гідроциліндра;

$[\sigma_p]$ - допустиме напруження, що, на розтягання, $[\sigma_p]=120$ МПа.

$$\sigma_p = 10^{-2} \cdot \frac{0,4 \cdot 0,380^2 + 1,3 \cdot 0,426^2}{0,426^2 - 0,380^2} \cdot 9,3 = 7,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Що доводить, що міцність гідроциліндра забезпечена.

2.7. Розрахунок потужності привода механізму переміщення електрода

Зробимо розрахунок потужності привода механізму переміщення електрода.

Схема сил діючих на механізм переміщення показана на рисунку 2.8.

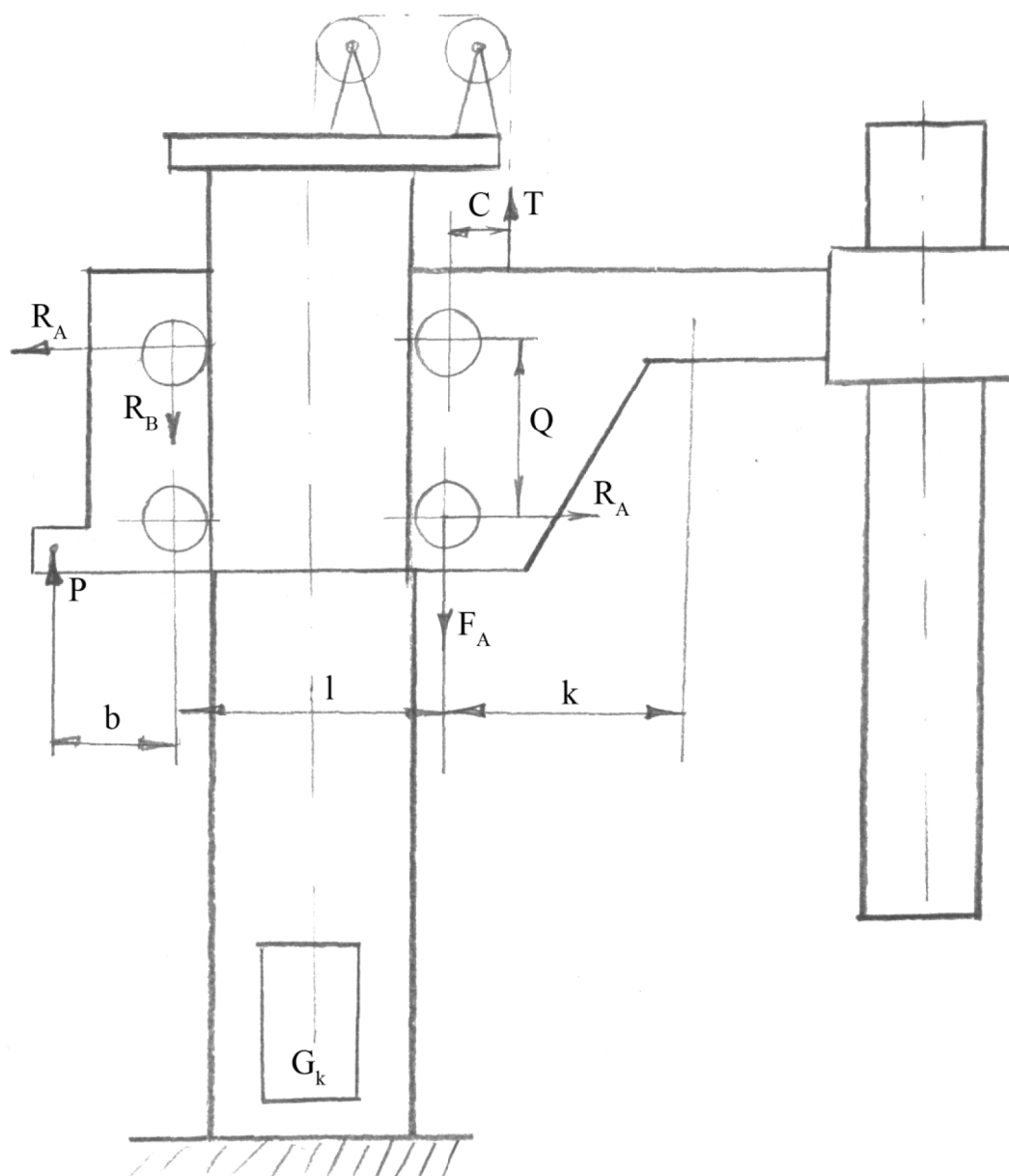


Рисунок 2.8 - Схема сил діючих на механізм переміщення електрода

Становлячи рівняння проєкцій всіх сил на вертикаль і моментів всіх сил щодо крапки А, одержимо:

$$\sum F_{\dot{o}} = 0; \quad P - 2KR = Q_{\dot{e}} - T$$

$$\sum \dot{I}_A = 0; \quad P \cdot b - R \cdot h - K \cdot R \cdot e = -Q_K \cdot a - T \cdot c, \text{ звідки}$$

$$P = \frac{Q_K [h + k(2a + e)] - T[h - k(2c - e)]}{h - k(2b - e)}$$

На рухливу колону електродотримача (рисунок 2.8) діють наступні сили, Н:

де Q_K - сумарна сила ваги колони електродотримача, електрода, механізму затискача й частини гнучких струмопідводячих кабелів;

P - зусилля на рейці механізму переміщення;

T - натяг каната контргрузу в крапці його кріплення до консолі колони;

R - горизонтальні зусилля з боку напрямних роликів А и В; F - сили опору переміщення колони по роликах;

плечі відповідних сил (у метрах) до осі ролика А - a, c, h, e .

Між силами F й R існує співвідношення $F = K \cdot R$,

$$K = \beta \frac{(fd + 2\mu)}{D}, \quad (2.24)$$

де K - коефіцієнт опору переміщенню колони по направляючим роликах;

f - коефіцієнт тертя в підшипниках роликів ($f=0,0015$);

μ - коефіцієнт тертя кочення ($\mu = 0,08$);

D - діаметр ролика, см;

d - діаметр цапфи ролика, см;

β - коефіцієнт обліку додаткового тертя при переносах роликів ($\beta = 1,8$).

Зусилля T у залежності від сили ваги G контргрузу визначається співвідношенням:

$$T = G \cdot \eta_B^{\pm 2} \cdot \eta_K^{\pm 1}, \quad (2.25)$$

де η_A - к. п. буд. одного блоку;

η_E - к. п. буд. напрямних контргрузу, знак «плюс» ставиться до підйому, а знак «мінус» - до опускання колони.

$$Q_k = 7839 \text{ê} \approx 7690 \text{Í}$$

Підставивши відомі величини у вираження 2.24, знайдемо:

$$\hat{E} = 1,8 \cdot \frac{0,015 \cdot 0,05 + 2 \cdot 0,08}{0,3} = 0,9645$$

Для опускання колони:

$$T_1 = \frac{G}{\eta_A^2 \cdot \eta_E} = \frac{6,6 \cdot 10^3 \cdot 9,81}{0,98^2 \cdot 0,96} = 70,23 \text{ê}$$

$$P_1 = \frac{76901 \cdot [0,2025 + 0,9645(2 \cdot 1,1986 + 0,475)]}{0,2025 - 0,9645 \cdot (2 \cdot 0,69395 - 0,475)} -$$

$$- \frac{10^3 \cdot 70,23 \cdot [0,2025 - 0,9645 \cdot (2 \cdot 0,56669 - 0,475)]}{0,2025 - 0,9645 \cdot (2 \cdot 0,69395 - 0,475)} \approx 81333,63 \text{H}$$

Для підйому колони:

$$T_2 = G \cdot \eta_A^2 \cdot \eta_E = 6,6 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 0,98^2 \cdot 0,96 = 59,69 \text{ê}$$

$$P_2 = \frac{76901 \cdot [0,2025 + 0,9645 \cdot (2 \cdot 1,1986 + 0,475)]}{0,2025 - 0,9645 \cdot (2 \cdot 0,69395 - 0,475)} -$$

$$- \frac{59,69 \cdot 10^3 \cdot [0,2025 - 0,9645 \cdot (2 \cdot 0,56669 - 0,475)]}{0,2025 - 0,9645 \cdot (2 \cdot 0,69395 - 0,475)}$$

$$= 43599,33 \text{H}$$

З урахуванням додаткової сили тертя рейки про контропорний ролик зусилля в рейці:

$$P_p = P(1 \pm K_0 \cdot \operatorname{tg}20^\circ), \quad (2.26)$$

де $K_0 = \frac{f_0 \cdot d_0 + 2\mu_0}{D_0}$ - коефіцієнт опору переміщенню рейки по ролику;

f_0, μ_0 - коефіцієнти тертя;

D_0, d_0 - діаметри ролика й цапфи його осі;

20° - кут зачеплення рейкової передачі; знак «плюс» й «мінус» ставляться відповідно до підйому й опускання колони.

Для опускання колони:

$$P_{p1} = 81333,63 \cdot (1 - 0,80225 \cdot \operatorname{tg}20^\circ) = 57584,6\text{Н}$$

Для підйому колони:

$$P_{p2} = 43595,33 \cdot (1 + 0,80225 \cdot \operatorname{tg}20^\circ) = 53807,67\text{Н}$$

Статична потужність, кВт, при переміщенні електрода:

$$N = \frac{P_p \cdot V}{1000}, \quad (2.27)$$

де V – швидкість переміщення колони з електродом, м/с.

Для опускання колони:

$$N_1 = \frac{P_{p1} \cdot V}{1000 \cdot 60} = \frac{57584,6 \cdot 2,48}{1000 \cdot 60} = 2,38 \text{ кВт}.$$

Для підйому колони:

$$N_2 = \frac{P_{p2} \cdot V}{1000 \cdot 60} = \frac{53807,67 \cdot 2,48}{1000 \cdot 60} = 2,224 \text{ кВт}.$$

Двигун механізму переміщення електродів працює в повторно-короткочасному режимі, що характеризується тим, що двигун під час роботи не встигає розігрітися до сталої температури, а під час пауз не встигає остудитися до температури навколишнього середовища.

Цьому режиму властиві часті паузи, рідкі реверси, швидкі зупинки, тобто не режим, що встановлюється. Двигун у цьому випадку вибирають із умов нагрівання й перевантажувальної здатності.

Визначаємо статичний момент, наведений до вала електродвигуна:

$$M_c = \frac{M_p}{i \cdot \eta}, \quad (2.28)$$

де i, η - загальне передаточне число й ККД механізму пересування електродів.

Приймаємо електродвигун П42, у якого:

$$N_{\text{дв}} = 4,5 \text{ кВт}; \quad n = 1500 \text{ об/хв}; \quad I = 0,28 \text{ А} \cdot \text{кВт}^{-0,5}.$$

Визначаємо частоту обертання рейкової шестірні:

$$n = 60 \frac{V}{\pi \cdot d_1} = 60 \cdot \frac{2,48}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,25} = 6,912 \text{ об/хв}^{-1}$$

де d_1 - діаметр шестірні:

$$i = \frac{n_{aa}}{n} = \frac{1500}{6,912} = 217$$

Задано трикутний закон розподілу M_{CT} :

$$M_{P1} = P_{P1} \cdot \frac{d_1}{2} = 105082,66 \cdot \frac{0,25}{2} = 15762,4 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$M_{CT1} = \frac{M_{P1}}{i \cdot \eta} = \frac{15762,4}{217 \cdot 0,3} = 242,13 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$M_{P2} = P_{P2} \cdot \frac{d_1}{2} = 53807,67 \cdot \frac{0,25}{2} = 8071,15 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$M_{CT2} = \frac{M_{P2}}{i \cdot \eta} = \frac{8071,15}{217 \cdot 0,3} = 123,98 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

де M_{P1}, M_{P2} - моменти на робочому органі машини.

Визначаємо динамічні моменти:

$$M_{\dot{a}} = \frac{\pi}{30} \cdot \frac{I \cdot n}{t_{P(T)}}, \quad (2.29)$$

де $t_{P(T)}$ - час розгону (гальмування) механізму, с.

$$M_{\dot{a}1} = \frac{3,14}{30} \cdot \frac{(0,28 + 0,28 \cdot 0,2) \cdot 1500}{0,8} = 65,94 \dot{\text{І}} \text{ ;}$$

$$\dot{\text{І}}_{\dot{a}2} = \frac{3,14}{30} \cdot \frac{(0,28 + 0,28 \cdot 0,2) \cdot 1500}{0,5} = 105,5 \dot{\text{І}} \text{ ;}$$

$$\dot{\text{І}}_{\dot{a}3} = \frac{3,14}{30} \cdot \frac{(0,28 + 0,28 \cdot 0,2) \cdot 1500}{0,7} = 75,36 \dot{\text{І}} \text{ ;}$$

$$\dot{I}_{a4} = \frac{3.14}{30} \cdot \frac{(0,28 + 0,28 \cdot 0,2) \cdot 1500}{0,4} = 131,88 \dot{I} \cdot \dot{I} .$$

де 0,2 – коефіцієнт, що враховує всі невраховані моменти інерції.

Після визначення динамічних навантажень приступаємо до знаходження результуючого моменту, шляхом додавання статичних і динамічних моментів з урахуванням їх знака:

$$M = M_{CT} + M_{\partial}, \quad (2.30)$$

$$M_1 = M_{CT1} + M_{\partial1} = 242,13 + 65,54 = 308,07H \cdot M;$$

$$M_2 = M_{CT1} + M_{\partial2} = 242,13 + 105,5 = 136,63H \cdot M;$$

$$M_3 = M_{CT2} + M_{\partial3} = 123,98 + 75,36 = 199,34H \cdot M;$$

$$M_4 = M_{CT2} + M_{\partial4} = 123,98 - 131,88 = -7,9H \cdot M.$$

Визначаємо еквівалентний момент по формулі:

$$M_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}} = \sqrt{\frac{M_1^2 \cdot t_{P1} + M_2^2 \cdot t_{T1} + M_3^2 \cdot t_{P2} + M_4^2 \cdot t_{T2}}{(t_{P1} + t_{T1} + t_{P2} + t_{T2} + t_i) \cdot \hat{E}_{\partial}}}, \quad (2.31)$$

де t_i - час пауз;

\hat{E}_{∂} - коефіцієнт, що враховує погіршення умов охолодження двигуна.

$$M_A = \sqrt{\frac{308,07^2 \cdot 0,8 + 136,63^2 \cdot 0,5 + 199,34^2 \cdot 0,7 + (-7,9)^2 \cdot 0,4}{(0,8 + 0,5 + 0,7 + 0,4 + 0,3) \cdot 0,7}} = 244,62 \dot{I} \cdot \dot{I} ,$$

За отриманим значенням еквівалентного моменту визначаємо потужність двигуна:

$$N_{\lambda} = \frac{2 \cdot i \cdot \eta \cdot M_{\lambda} \cdot V}{1000 \cdot 60 \cdot d_1}, \quad (2.32)$$

Підставивши відомі значення у вираження 2.32, одержимо:

$$N_{\lambda} = \frac{2 \cdot 217 \cdot 0,3 \cdot 244,62 \cdot 2,48}{1000 \cdot 60 \cdot 0,25} = 4,388 \text{ кВт}$$

Після цього перевіряємо двигун на перевантаження по відношенню максимального й номінального моментів, тобто:

$$\lambda = \frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}} \leq [\lambda], \quad (2.33)$$

де $[\lambda]$ - припустимий коефіцієнт перевантаження.

$$M_{\text{iii}} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 4,5}{1500} = 286,5 \text{ Н} \cdot \text{М}$$

$$\lambda = \frac{308,07}{286,5} = 1,075 < [\lambda] = 2,2$$

Умова виконується.

3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1. Технологія зборки й монтажу металургійного устаткування

Надійність машин залежить від якості конструкторських, технологічних і складальних робіт. Погрішності в розмірах, конфігурації, взаємному розташуванні деталей можуть привести до неприпустимого росту сил й аварійних відмов. Для металургійного встаткування такі погрішності часто проявляються при зборці, під якою розуміють сукупність операцій по з'єднанню деталей у виріб.

Технологія зборки залежить від характеру виробництва. У масовому виробництві машини збирають із взаємозамінних деталей на конвеєрах, у серійному на декількох робочих місцях з деталей, що вимагають незначного пригону, а в індивідуальному на тимчасових фундаментах.

Монтаж - це комплекс робіт, пов'язаних з остаточною зборкою, налагодженням і пуском машин в експлуатацію. У сучасних умовах об'єктом монтажу є цех (агрегат) металургійного підприємства, що складає з одного або декількох будинків, у яких розміщене механічне й електричне встаткування системи змащення. Кожен об'єкт будують десятки спеціалізованих організацій, об'єднаних за принципом сполученого ведення робіт. Високим темпам монтажу встаткування сприяють два основних фактори: а) організація такої взаємодії суміжних організацій, при якому монтаж починається в можливо ранній термін; б) завчасна установка проектних мостових кранів і спеціальних вантажопідйомних пристроїв.

Необхідність якнайшвидшого переозброєння металургійної промисловості сприяла вдосконалюванню й розвитку організації й розвитку монтажу, технічного обслуговування й ремонту металургійного встаткування. Технічний прогрес в області монтажу агрегатів й устаткування характеризується значним підвищенням рівня індустріалізації й механізації монтажних робіт, застосуванню великоблочного монтажу, підвищенням точності монтажу завдяки застосуванню лазерної техніки, нових методів установки й закріплення встаткування на фундаментах, прогресивних методів зборки й інших найбільш сучасних і високопродуктивних методів виробництва монтажних робіт.

Науково-технічна революція в металургії значно підвищила вимоги до надійності агрегатів й устаткування. Висока експлуатаційна надійність

устаткування досягається завдяки застосуванню найбільш сучасних методів технічного обслуговування й ремонту: централізація ремонтів і ремонтних сил; удосконалюванню організації, планування, виробництва й забезпечення запасними частинами; застосуванню методів підвищення довговічності деталей; індустріальних методів ремонту - крупноузлового й агрегатного; удосконалюванню системи змащення.

Технічний прогрес у чорній металургії забезпечується шляхом подальшої концентрації виробництва, збільшення одиничної потужності агрегатів, інтенсифікації технологічних процесів, впровадження нових процесів й устаткування, механізації й автоматизації виробництва.

Одними з важливим елементів при розрахунках металургійного встаткування є розрахунки фундаментів для установки устаткування.

3.2. Фундаменти

Фундаменти призначені для передачі зусиль на ґрунт і зменшення вібрації машин при експлуатації. Їх виконують із бетону у вигляді блоків, розділених деформаційними швами різного призначення (осадові, усадочні й ін.). Вихідними показниками для проектування фундаментів є параметри й габаритні розміри підстав машин, схема нагрюження фундаменту, дані про геологію, гідрогеологію й фізико-механічні властивості ґрунту, схеми прив'язки фундаменту до будинку, розташування заставних частин, напрямків і каналів.

3.3. Розрахунок фундаменту для установки електродугової печі ДСВ-40

Відповідно до рекомендацій [11] на 1 тону ваги встановлюваного устаткування необхідно 3-5 м³ бетону. Отже, при загальній вазі устаткування електродугової печі $G_{об}=250$ т, обсяг фундаменту складе $V_{\phi} = 3 \cdot 250 = 7500$ м³, при щільності бетону $\gamma = 2,1$ т/м³ загальна вага фундаменту, рівняється:

$$G_{\phi} = V_{\phi} \cdot \gamma = 750 \cdot 2,1 = 1575 \text{ т} = 1575000 \text{ кг}$$

Визначимо розміри фундаменту з умови, що загальні габарити печі в плані складають: $a = 8600$ мм, $b = 6300$ мм

$$a' = a + 2n_1, \quad (3.1)$$

$$a'' = a' + 2n_2, \quad (3.2)$$

$$b' = b + 2n_1, \quad (3.3)$$

$$b'' = b' + 2n_2, \quad (3.4)$$

де $n_1 = 1200$ мм – величина збільшення розміру фундаменту;
 $n_2 = 1400$ мм – величина збільшення розміру фундаменту;
 a', a'', b', b'' – розміри фундаменту, мм.

Підставивши значення у вираження 3.1-3.4, одержимо:

$$a' = 8600 + 2 \cdot 1200 = 11000 \text{ мм},$$

$$a'' = 11000 + 2 \cdot 1400 = 13800 \text{ мм},$$

$$b' = 6300 + 2 \cdot 1200 = 8700 \text{ мм},$$

$$b'' = 8700 + 2 \cdot 1400 = 11500 \text{ мм}.$$

Визначимо тиск на ґрунт створюване встаткуванням

$$\rho = \frac{G_{OB} + G_{\phi} + G_M}{a'' \cdot b''} + \frac{M_{KP}}{W} \leq [\rho], \quad (3.5)$$

де $G_{OB} = 250000$ кг – вага устаткування;
 $G_{\phi} = 2100000$ кг – маса фундаменту за середнім значенням обсягу;
 $G_i = 40000$ кг – маса металу у печі;
 a'', b'' – розміри фундаменту, 1380, 1150 див відповідно;

$M_{кр} = 1023 \text{ кН м} = 10428138 \text{ кг см}$ - максимальний перекидаючий момент діючий на піч,

W - момент опору фундаменту повороту в ґрунті

$$W = \frac{(b'')^2 \cdot a''}{6} = \frac{(1380)^2 \cdot 1150}{6} = 365010000 \text{ см}^3$$

$[\rho] = 2 \text{ кг/см}^2$ - припустимий тиск на ґрунт для Запорізької області

Підставивши значення у вираження 3.5, одержимо:

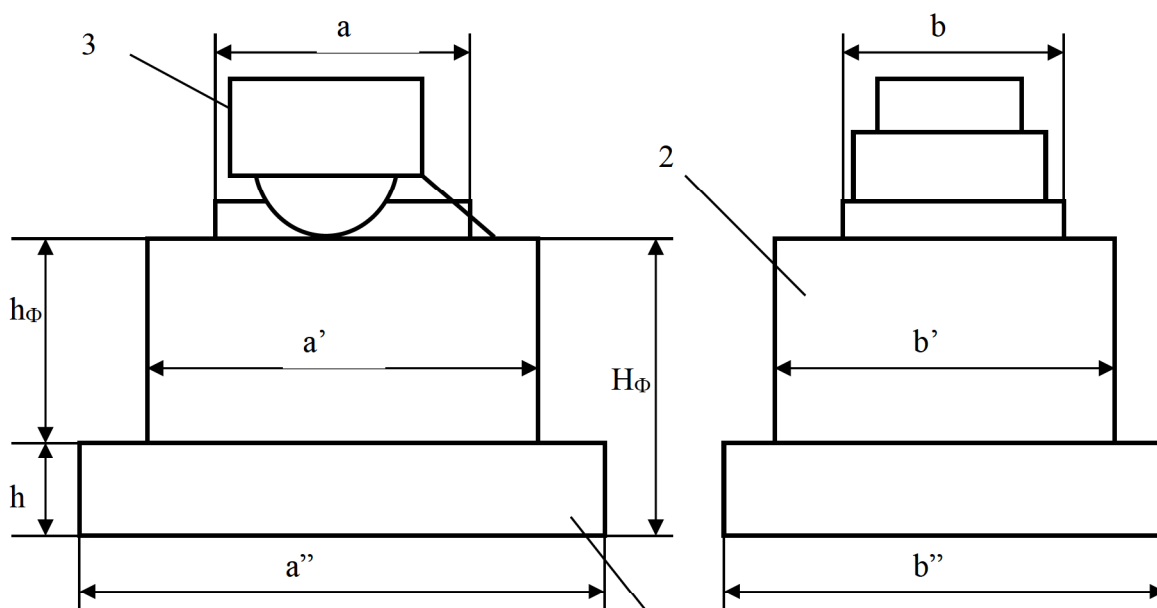
$$\rho = \frac{250000 + 1575000 + 40000}{1380 \cdot 1150} + \frac{10428138}{365010000} = 1,203 \text{ кг/см}^2 < [\rho] = 2 \text{ кг/см}^2.$$

Висота фундаменту:

$$V_{\phi} = a'' \cdot b'' \cdot H_{\phi} \cdot \frac{1}{5} + a' \cdot b' \cdot H_{\phi} \cdot \frac{4}{5}, \quad (3.6)$$

де a', a'', b', b'' – габарити фундаменту, м

$$V_{\phi} = 13,8 \cdot 11,5 \cdot H_{\phi} \cdot \frac{1}{5} + 11 \cdot 8,7 \cdot H_{\phi} \cdot \frac{4}{5} = 108,3 H_{\phi}$$



1 - підшва фундаменту; 2 - властиво фундамент; 3 - устаткування
Рисунок 3.2 - Схема фундаменту

Підставивши значення обсягу бетону, одержимо висоту фундаменту

$$H_{\phi} = \frac{750}{108,3} = 6,925 \text{ м.}$$

Приймаємо $H_{\phi}=6,900$

Висота підшви фундаменту:

$$h_n = \frac{1}{5} \cdot H_{\phi}, \quad (3.7)$$

$$h_n = \frac{6,900}{5} = 1380 \text{ м, приймаємо } h_{\Pi}=1400 \text{ мм}$$

Висота властво фундаменту:

$$h_{\phi} = H_{\phi} - h_n, \quad (3.8)$$

$$h_{\phi} = 6,900 - 1,400 = 5,500 \text{ м.}$$

Виходячи з даного розрахунку, можна зробити висновок, що для встановлення фундаменту під обладнання буде потрібно 222 м³ бетону марки Б-50 й 528 м³ бетону марки Б-200, та враховуючи, що фундамент має складний рельєф то можливо додаткове використання бетону марки Б100, для створення необхідних геометричних параметрів фундаменту можливе коригування його розмірів.

3.4. Розрахунок анкерних болтів для закріплення механізму нахилу електродугової печі до фундаменту

Розрахуємо анкерні болти під механізм нахилу печі у випадку максимального навантаження, тобто при нахилі печі на кут $\varphi=42^{\circ}$, убік зливального носка й нахилі печі на кут $\varphi=12^{\circ}$, убік робочого вікна.

Анкерні болти вибираються з умови:

$$K_y = \frac{M_{ВОСТ}}{M_{ОПР}} \geq 1,4 \quad (3.9)$$

тоді $M_{ВОСТ} = 1,4 \cdot M_{ОПР}$

де K_y - коефіцієнт стійкості.

$M_{\text{опр}}$ - перекидаючий момент;

$M_{\text{вост}}$ - момент, що відновлює.

Розрахунок анкерних болтів при нахилі печі на кут $\varphi=42^{\circ}$, убік зливального носка.

Згідно схемі навантажень (рисунок 3.2) перекидаючий момент і момент що відновлює:

$$M_{\text{ОПР}} = F_x \cdot h, \quad (3.10)$$

$$F_x = P_{\text{ох}} + G_x = P_o \cdot \sin \alpha + G \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

де P_o – осьове зусилля на штоку гідроциліндра, $P_o = 104$ кН;

α – кут нахилу осьової сили до вертикалі, $\alpha = 21^{\circ}$;

G - сила ваги частини гідроциліндра, $G=14,2$ кН;

h - відстань від фундаменту до крапки кріплення шарніра, $h=0,375$ м.

Підставивши значення у вираження 3.10, одержимо:

$$M_{\text{ОПР}} = (104 \cdot \sin 21^{\circ} + 14,2 \cdot \operatorname{tg} 21^{\circ}) \cdot 0,375 = 16 \text{ кНм}$$

$N \cdot f > F_x$ - умова притиску опорної частини механізму нахилу печі

$$N = (F_y + Q_o) \cdot f > F_x$$

$$F_y \cdot f + Q_o \cdot f > F_x$$

$$Q_o = \frac{(F_x - F_y \cdot f) \cdot v}{f}, \quad (3.11)$$

де $f=0,25$ - коефіцієнт тертя між бетоном і сталлю;

$v=1,5$ - коефіцієнт нерозкриття стику;

$$F_x = P_o \cdot \sin \alpha = 104 \cdot \sin 21^{\circ} = 37 \text{ кН}$$

$$F_o = P_o \cdot \cos \alpha = 104 \cdot \cos 21^{\circ} = 97 \text{ кН}$$

$$Q_o = \frac{(37 - 97 \cdot 0,25) \cdot 1,5}{0,25} = 76,5 \text{ кН}$$

$$M_{BOCT} = F_Y \cdot b + Q_B \cdot a_B \cdot n_{PЯД}, \quad (3.12)$$

$$F_Y = (P_{OY} + G) \cdot b + Q_B \cdot a_B \cdot n_{PЯД} = (P_O \cdot \cos \alpha + G) \cdot b + Q_B \cdot a_B \cdot n_{PЯД}$$

де $b=0,615$ м;

$a_B=0,7$ м;

$n_{PЯД}=2$ — число анкерних болтів з однієї сторони опори.

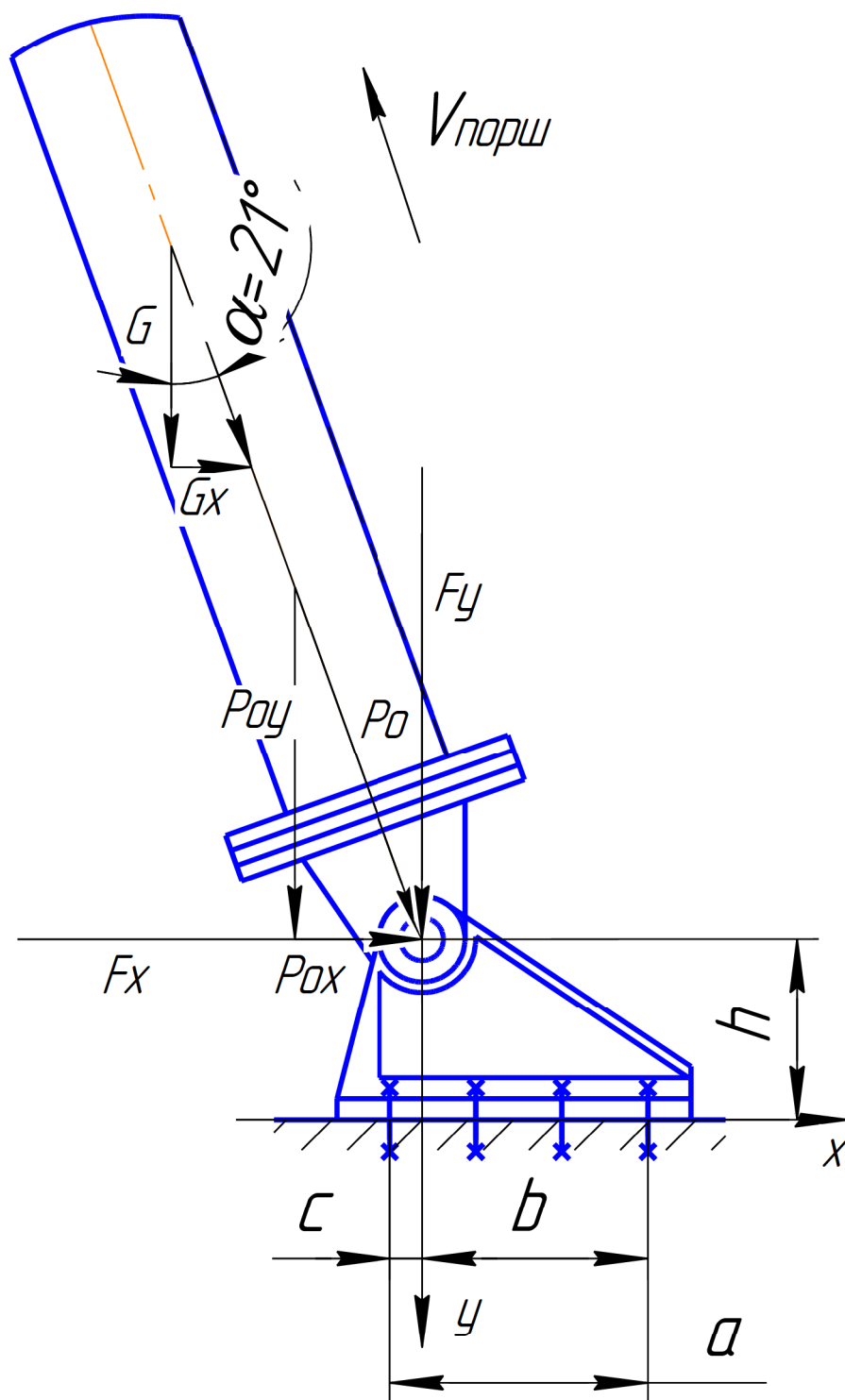


Рисунок 3.3 - Схема навантажень

Звідки:

$$Q_B = \frac{1,4 \cdot M_{OIP} - (P_O \cdot \cos \alpha + G) \cdot b}{a_B \cdot n_{РЯД}}, \quad (3.13)$$

Підставивши значення у вираження 3.13, одержимо:

$$Q_B = \frac{1,4 \cdot 16 - (104 \cdot \cos 21^\circ + 14,2) \cdot 0,615}{0,7 \cdot 2} = -33 \text{ кН}$$

З розрахунку видно, що значення Q_B отримане з негативним значенням, це означає, що устаткування може бути встановлене без закріплення (перекидаючий момент менше відновлюючого).

Розрахунок анкерних болтів при нахилі печі на кут $\varphi = 12^\circ$, убік робочого вікна (розрахункова схема рисунок 3.4).

Момент, що перекидає, дорівнює:

$$M_{OIP} = F_x \cdot h,$$

$$F_x = -P_{ox} + G_x = -P_O \cdot \sin \alpha + G \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

де P_O – осьове зусилля на штоку гідроциліндра, $P_O = 90$ кН;

α – кут нахилу осьової сили до вертикалі, $\alpha = 20,5^\circ$;

G – сила ваги нерухомо-обертової частини гідроциліндра, $G = 14,2$ кН;

h – відстань від фундаменту до крапки кріплення шарніра, $h = 0,375$ м.

Підставивши значення у вираження 3.10, одержимо:

$$M_{OIP} = (-90 \cdot \sin 20,5^\circ + 14,2 \cdot \operatorname{tg} 20,5^\circ) \cdot 0,375 = -9,8 \text{ кНм}$$

$N \cdot f > F_x$ - умова притиску опорної частини механізму нахилу печі

$$N = (F_y - Q_o) \cdot f > F_x$$

$$F_y \cdot f - Q_o \cdot f > F_x$$

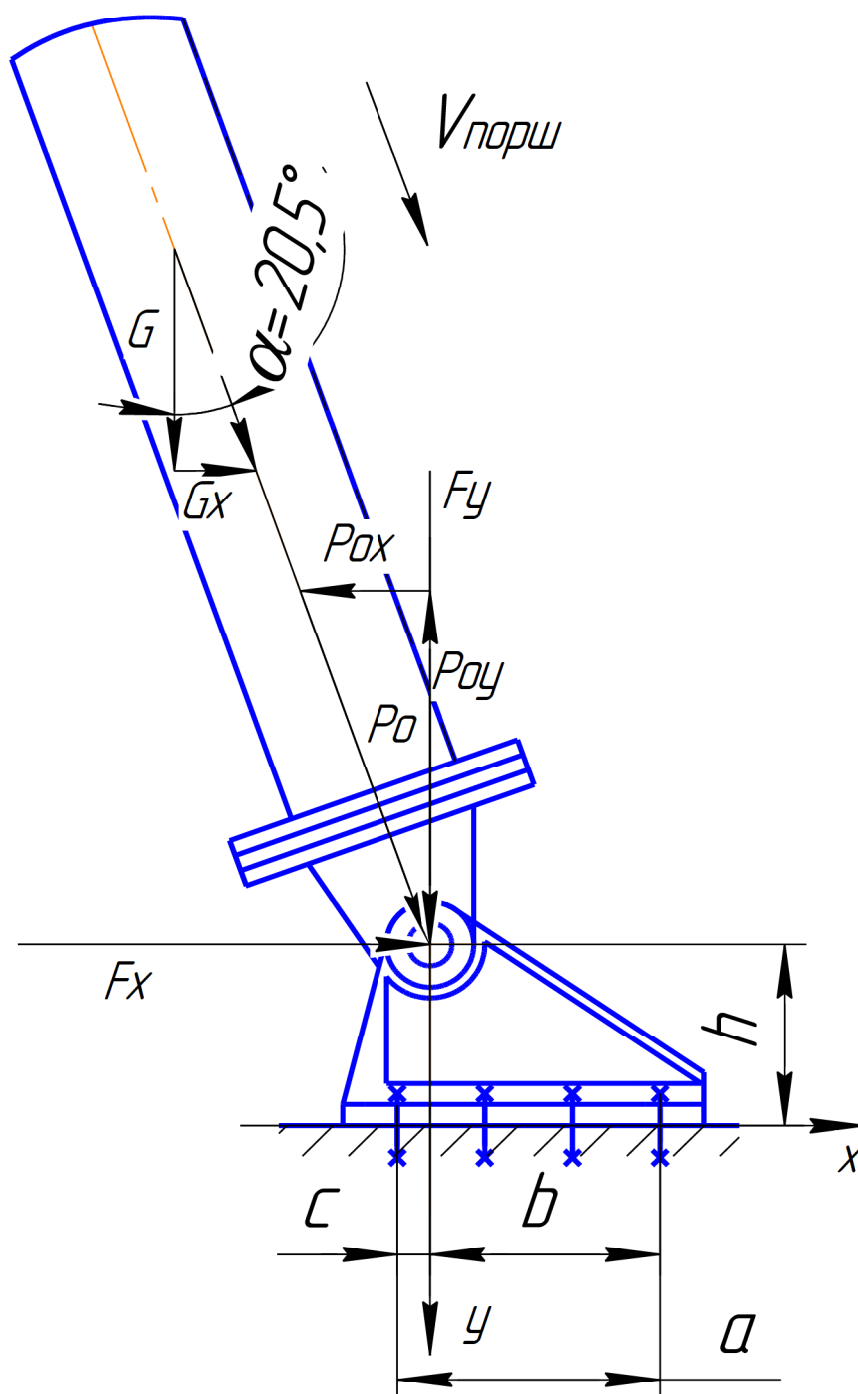


Рисунок 3.4 - Схема навантажень

$$Q_o = \frac{(F_y \cdot f - F_x) \cdot v}{f}, \quad (3.14)$$

де $f=0,25$ - коефіцієнт тертя між бетоном і сталлю;
 $v=1,5$ - коефіцієнт нерозкриття стику.

$$F_x = P_o \cdot \sin \alpha = 90 \cdot \sin 20,5^\circ = 31,5 \text{ кН}$$

$$F_o = P_o \cdot \cos \alpha = 90 \cdot \cos 20,5^\circ = 84,3 \text{ кН}$$

$$Q_o = \frac{(84,3 \cdot 0,25 - 31,5) \cdot 1,5}{0,25} = -62,5 \text{ кН}$$

Знак «-» означає, що напрямок обертання перекидаючого моменту протилежний напрямку осі x , далі в розрахунку візьмемо тільки чисельне значення без обліку знака.

$$M_{ВОСТ} = F_y \cdot c + Q_B \cdot a_B \cdot n_{РЯД}, \quad (3.15)$$

$$F_y = (-P_{Oy} + G) \cdot c + Q_B \cdot a_B \cdot n_{РЯД} = (-P_o \cdot \cos \alpha + G) \cdot c + Q_B \cdot a_B \cdot n_{РЯД}$$

де $C=0,085$ м;

$a_B=0,7$ м;

$n_{РЯД}=2$ – число анкерних болтів з однієї сторони опори.

Звідки:

$$Q_B = \frac{1,4 \cdot M_{ОПР} - (-P_o \cdot \cos \alpha + G) \cdot c}{a_B \cdot n_{РЯД}}, \quad (3.16)$$

Підставивши значення у вираження 3.16, одержимо:

$$Q_B = \frac{1,4 \cdot 9,8 - (-90 \cdot \cos 20,5^\circ + 14,2) \cdot 0,085}{0,7 \cdot 2} = 19,7 \text{ кН}$$

Визначимо діаметри анкерних болтів:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_B}{\pi \cdot [\sigma]}} \quad (3.17)$$

де $Q_B=19,7$ кН – зусилля затягування анкерного болта;
 $[\sigma]=120$ Н/м² – допустиме розтягнення болта.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 19700}{3,14 \cdot 120}} = 14,5 \text{ мм}$$

Такому діаметру відповідає болт М16.

Однак з міркувань надійності закріплюємо устаткування анкерними болтами пропорційними габаритам устаткування. Приймаємо для закріплення анкерний болт М42, кількість рядів 4, кількість болтів у ряді 2.

Виходячи із цього перерахуємо зусилля затягування:

$$Q_B = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot [\sigma]}{4} = \frac{3,14 \cdot 39,54^2 \cdot 120}{4} = 147270 \text{ Н} \approx 147 \text{ кН}.$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1. Характеристика ступеня безпеки технологічного процесу, рівня його механізації й автоматизації

Під час завалки шихтових матеріалів в електросталеплавильну піч всякого роду роботи на печі й під нею припиняються, а робітників видаляють на безпечну відстань.

Підйом людей на, площадку зводу печі допускається тільки з дозволу сталевара. Ставати на звід печі й ходити по ньому не дозволяється.

Для попередження обвалів шихти в рідкий метал повинні прийматися заходу для своєчасного зіткненню шматків шихти з укосів. Підвалка шихти повинна проводитися на не повністю розплавлену шихту, при закритому завалочному вікні.

В цеху працюють люди різних професій: слюсаря, сталевари, кранові машиністи, електрогазозварювальники та ін., які у своїй роботі використовують ручну та механізовану працю.

Достатньо повне подання про рівень механізації можна одержати шляхом певних витрат механічної й ручної праці.

Визначимо рівень механізації праці:

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

де M - сума людино-годин механізованої праці;

R - сума людино-годин ручної праці.

- для слюсаря ремонтника:

$M=2$ год.; $R=6$ год.

$$B = \frac{2}{2 + 6} \cdot 100 = 25\%$$

У таблиці 4.1 наведений розрахунок механізації праці робочі цехи.

Таблиця 4.1 - Розрахунок рівня механізації праці робочі цехи СПЦ-3

№ п/п	Професія робітників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино-годин у добу			% механізованої праці
			вручну	за допомогою машин	усього	
1	2	3	4	5	6	7
1	Оператор УПНРС	1	$1 \cdot 1 = 1$	$1 \cdot 7 = 7$	8	87,5
2	Вогнетривник	4	$4 \cdot 7 = 28$	$4 \cdot 1 = 4$	32	12,5
3	Машиніст крана	3	$3 \cdot 0,5 = 1,5$	$3 \cdot 7,5 = 22,5$	24	93,75
4	Сталевар	1	$1 \cdot 1 = 1$	$1 \cdot 7 = 7$	8	87,5
5	Електрогазозварник	4		$4 \cdot 4 = 16$	32	50
6	Слюсар-ремонтник	5	$5 \cdot 6 = 30$	$5 \cdot 2 = 10$	40	25

З дані таблиці можна дати висновок, що рівень механізації праці наступний:

оператор УПНРС - 87,5% механізованої, 12,5% ручної праці;
 вогнеупорщик - 12,5% механізованої, 87,5% ручної праці;
 машиніст крана - 93,75% механізованої, 6,25% ручної праці;
 сталевар - 87,5% механізованої, 12,5% ручної праці;
 електрогазозварник - 50% механізованої, 50% ручної праці;
 слюсар-ремонтник - 25% механізованої, 75% ручної праці.

З дані таблиці можна дати висновок про класифікації професії робітників:
 професії механізованої праці - оператор, машиніст крана, сталевар;
 професії змішаної праці - електрогазозварник;
 професії ручної праці - вогнетривник, слюсар-ремонтник.

4.2. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів

До небезпечних і шкідливих факторів електросталеплавильного цеху відносять: такі шкідливі фактори: газові речовини, теплові виділення, шум, вібрація, електричний струм (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 - Оцінка факторів виробничого середовища трудового процесу для професії – слюсар, місце роботи -під

№ п / п	Фактори виробничого середовища	Норм. Зн. (ПДК)	Фактичне знач.	III клас.- шкідливі умови й характер праці	Час дії фактора, %, за зміну

				Іст.	Іст.	Іст.	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ : І клас небезпеки: ІІ клас небезпеки: ІІІ клас небезпеки: окис заліза, мг/м ³ окис вуглецю, мг/м ³	15,3 20,0	100,8 30,66	1,53		6,6	80 100
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м ³ Зміст кремнію діоксида – 2...10%	4,0	172,2			43,05	83,1
3	Вібрація (загальна й локальна), дБ	2	6		4		100
4	Шум, дБА	80	95		15		80
7	Мікроклімат у приміщенні: - температура повітря, °С - швидкість руху повітря, м/с - відносна вологість повітря, % - інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	26/15 0,2/0,6 140	45 0,4 3100	- - -	- - -	19 - 3100	100 100 90
8	Нахил корпусу в просторі, обумовлений технологічним процесом	28,1%	30%	30			

Висновок

Шкідливих факторів ІІІ ст. - 4; Іст. - 2; Іст. - 2

По показниках робоче місце ставиться до шкідливих і тяжких умов праці, що відповідає показникам списку №1 пункт 1.

Слюсар має право відходу на пенсію за списком №1, дається додаткова відпустка 14 днів, молоко, надбавка до зарплати 24%.

Шкідливості й небезпеки СПЦ-3 ставляться до фізичної групи: шкідливі речовини, пил, шум, зміни температури усередині цеху.

4.3. Технічні рішення по виробничій санітарії

4.3.1. Об'ємно-планувальні рішення будинків і споруджень цеху

Відповідно до вимог санітарних норм для електросталеплавильного виробництва передбачається встановлення санітарно-захисної зони розміром 300м, шкідливість процесу відноситься до II групи.

У генеральному плані металургійного заводу сталеплавильні цехи з напівбезперервним розливанням стали проектують у єдиному блоці із цехами гарячого прокату, і передача литої заготовки в прокатний цех виробляється внутрішньоцеховим транспортом. Сталеплавильний цех розташований, так щоб переважні вітри були спрямовані уздовж сталеплавильного цеху від складів готової продукції до заготовочного стана й відділення напівбезперервного розливання стали.

4.3.2. Опалення й вентиляція

Загальобмінна вентиляція в сталеплавильному цеху, що призначена для боротьби зі шкідливими виділеннями газів, гранично припустимі концентрації яких 100 мг/м³ і менш.

Приточно-вытяжну вентиляцію сполучених між собою приміщень улаштовують так, щоб виключалася можливість надходження повітря із приміщень із більшою кількістю шкідливих виділень у приміщення з меншою кількістю шкідливих виділень.

До способів вентиляції відносять аерацію, що представлена в цеху, у вигляді аераційних віконних прорізів (у гарячих цехах), аераційних прорізів у ліхтарях. Вентиляція здійснюється за допомогою дефлекторів і вентиляторів. Аераційні прорізи в ліхтарях захищаються від задування вітром. Ефективна робота аерації залежить від правильного планування будинку із чергуванням гарячих і холодних прольотів; від напрямку вітру (БНіП 2.04.05-91).

Системи опалення залежно від теплоносія підрозділяються на водяні, парові, повітряні й комбіновані. Температура теплоносія при опаленні місцевими нагрівальними приладами, не повинна перевищувати: для гарячої води 150°C, водяної пари 130°C. У таблиці 4.3 представлені дані припустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень.

Таблиця 4.3 - Значення параметрів повітряного середовища, що допускають, у робочій зоні приміщень

Період року	Категорія роботи по важкості	Період року			Температура повітря в непостійних робочих місцях, °С
		на постійних робочих місцях			
		температура повітря, °С	відносна вологість повітря, %	швидь руху повітря, м/с	
Холодний	Середньої тяжкості ІІб	17/19	75	0,2	15
	Важка ІІІ	16/18	75	0,3	13
Теплий	Середньої тяжкості ІІб	20/22	70	0,4	21
	Важка ІІІ	18/20	70	0,5	19

4.3.3. Природне й штучне висвітлення

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне висвітлення. Незадовільне висвітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці й працездатності очей і може бути причиною нещасних випадків й їхніх захворювань.

Характеристика приміщення плавильного відділення:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| - характер робіт | середня точність |
| - розмір об'єкта розпізнання, мм | від 1 до 5 |
| - розряд зорової роботи | V |
| - під розряд роботи | B |

- контрастність об'єкта розпізнавання	середня
- фон	середній
- E_H – штучна, лк	150

Для ремонту встаткування передбачене штучне висвітлення.

На промислових підприємствах штучне висвітлення підрозділяється на робоче (для проведення робіт у темний час доби або в місцях без достатнього природного висвітлення), аварійне (для проведення роботи при аварійному відключенні робочого висвітлення), евакуаційне (аварійне висвітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого висвітлення) і охоронне. При необхідності частина світильників того або іншого виду висвітлення може використатися для чергового висвітлення.

Штучне висвітлення проектується двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального висвітлення додається місцеве. Застосування одного місцевого висвітлення не допускається, тому що різкий контраст між яскраво освітленими й неосвітленими місцями стомлює очі сповільнює швидкість роботи й нерідко є причиною нещасних випадків. На ділянці є дугові ртутні лампи типу ДРЛ-400, ДРЛ-250. Плафони закритого типу НСП-23-200; НСП-20-500; плафони відкритого типу РСП-01-400, необхідні для якісного й повного висвітлення робочої зони печі й прилягаючих площадок.

Згідно СНіП 11-4-79 для приміщень, у яких проводяться роботи 5 розряду, тобто спостереження за ходом виробничого процесу, передбачається сполучене висвітлення.

Природне висвітлення нормується. Основним показником нормування служить коефіцієнт природної освітленості (КПО).

Місто Запоріжжя перебуває в 4 поясі світлового клімату, тому КПО для нього буде обчислюватися по формулі:

$$K_{IO}^4 = KEO_n^3 \cdot m \cdot e = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 1,38\%$$

де KPO_{in}^3 - значення КПО для 3 пояси світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового клімату, $m=0,9$;

e - коефіцієнт сонячності клімату, $e=0,85$.

Освітленість повинна бути забезпечена не менш 75% максимуму, що досягається застосуванням комбінованого висвітлення.

4.3.4. Санітарно-побутові приміщення

До санітарно-побутових приміщень ставляться: гардеробні для зберігання одягу, умивальні й душові, убиральні, приміщення особистої гігієни, медичний пункт, пункти вживання їжи (БНіП 2.09.04-87).

Гардеробні застосовують для зберігання вуличного й робочого одягу. У сталеплавильному цеху гардеробні обладнані закритими шафами (460 шт.), кількість яких приймають рівним числу працюючих у всіх змінах з урахуванням тимчасових робітників і практикантів. Висота всіх шаф у плані цеху 165 см, ширина 50 см, глибина 50 см. Ширина проходу між шафами 1,5 м.

Умивальні розміщують в окремих приміщеннях, суміжних з гардеробними, або в гардеробні. У цеху перебуває один умивальник з розрахунку на 15 чоловік [16]. Передбачено додаткові умивальники з душовими сітками й підводкою теплої води (напівдуші): 1 напівдуш на кожних 15 працюючих у печі в зміну. Напівдуші розміщують поблизу робочих місць, від останніх їх відокремлюють екранами з водостійких матеріалів.

Медпункт розміщається в електросталеплавильному цеху, як особливо небезпечному відносно травматизму, на відстані 100 м [16].

Пункти споживання їжи: заводська їдальня - доготівочна й буфети на привізних напівфабрикатах, розташовувана в будинках побутових приміщень.

4.4. Техногенна безпека

Будівля цеху відноситься до II ступеня категорії вогнестійкості (в цеху є в наявності незахищені металеві конструкції) виробництва «Г» (будинку з несучими й конструкціями, що обгороджують, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів).

Вогнестійкості конструкцій:

- несучі й сходові клітки - 2 год;
- самонесучі - 1 год;
- зовнішні несучі - 0,25 год;
- внутрішні несучі - 0,25 год;
- колони - 2 год;
- сходові площадки, щаблі, балки, марші сходових кліток - 1 год;
- плити, настили й ін. несучі конструкційні перекриття - 0,75 год.

Склад для зберігання горючих рідин (масло, розчинник, дизельне паливо) біля - 2000 м². Склад палива забезпечений протипожежним устаткуванням: вогнегасниками, лопатами, ящиками з піском (ДБН В 1.1-7.2002).

До засобів гасіння пожеж у цеху ставиться: вода, пісок, вогнегасники вуглекислотні й хімічно-пінні.

В основному в цеху використовують вогнегасники марок ОВП-10 (22 шт.), ВВ-5 (25шт.) і ВВ-8 (15шт.).

Вода в розпиленому стані може застосовуватися для гасіння палаючих нафтопродуктів з температурою спалаху понад 120°C. Витрата води в сталеплавильному цеху залежить від вогнестійкості будинку (II ступінь) і дорівнює 40 л/с на одну пожежу. Тривалість гасіння пожежі становить 3 год.

4.5.Захист навколишнього середовища від шкідливих впливів сталеплавильного виробництва

При електросталеплавильному виробництві через труднощі вловлювання близько 40% що утворився запиленого газу надходить безпосередньо в атмосферу цеху.

Очищення технологічних газів від пилу здійснюють мокрим способом у трубах Вентурі й сухим способом у рукавному фільтрі.

На рисунку представлена схема очищення газів відводять як від електропечі, так і цеху, що йдуть через парасоль під ліхтарем. Газ приділяється від печі 1 через водоохолоджуванний патрубок, розташований у зводі печі. Між патрубком 2 і газовідводячим трубопроводом є повітряний зазор, що дає можливість регулювати кількість газу, що відсмоктується. Величина цього зазору регулюється муфтою 5. Оксид вуглецю дожигается в камері 3 і далі охолоджується в пристрої 4. Дожиг й охолодження газу здійснюється атмосферним повітрям, що надходить у камеру дожигу через клапан 6, а в камеру охолодження через клапан 7. Після цього газ приділяється в систему газоочистки по газопроводу, постаченому клапаном 10, за допомогою якого регулюють кількість газу. У покрівлі цеху під ліхтарем установлений парасоль 8, через нього віддаляються неорганізовані викиди. Кількість газу, що відсмоктує, регулюється за допомогою клапана 9. неорганізовані викиди очищаються в рукавному фільтрі 11. Газ, що відводить від електропечі, проходить через прямокутну трубу Вентурі 12 з регульованим перетином горловини, де пил коагумує. Укрупнений пил очищається спочатку в інерційному пило- і бризгоуловлювачі, а потім у відцентровому скрубєрі. Очищений газ за допомогою димососа викидається в димар.

У цей час для очищення газу від пилу використовуються тканеві фільтри: у них використовуються термостійкі фільтровані тканини (витримують температуру 140-250⁰С) з волокна лавсану, оксалона й ін.

4.6. Розрахунок скрубєра Вентурі

Вихідні дані:

об'ємна витрата вологих газів при нормальних умовах $V_0 = 10000 \text{ м}^3/\text{год}$;

температура газів $T_1 = 120^\circ \text{C}$;

розрідження газів перед трубою Вентурі $P_T = -1,2 \text{ кПа}$;

щільність газів при нормальних умовах $\rho_o = 1,26 \text{ кг/м}^3$;

початкова концентрація пилу в газах $Z_1 = 1,7 \text{ г/м}^3$;

температура води вступник на зрошення $T_B = 20^\circ \text{C}$;

тиск води перед форсунками $P_B = 300 \text{ МПа}$;

концентрація пилу на виході з апарата не повинна перевищувати
 $Z_2 = 0,103 \text{ г/м}^3$;

питома витрата води на зрошення $m_B = 99,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3 = 0,0998 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Необхідна ефективність роботи апарата:

$$\eta = 1 - \frac{Z_2}{Z_1} \quad (4.2)$$

$$\eta = 1 - \frac{0,103}{1,7} = 0,94 = 94\%$$

Число одиниць переносу:

$$N_r = \ln \frac{1}{1 - \eta} \quad (4.3)$$

$$N_r = \ln \frac{1}{1 - 0,94} = 2,8$$

Питома енергія, затрачувана на пиловловлення, визначається з рівняння:

$$N_r = B H_r^x \quad (4.4)$$

де B і x - константи, обумовлені дисперсним составом пилу [5]

K_r - витрати енергії на мокре очищення газів від пилу;

$K_r = 31622 \text{ кДж/1000 м}^3 \text{ газів}$.

Підставивши числові значення в (4.4) одержимо:

$$N_r = 2.42 \cdot 10^{-5} K_r^{1.26}$$

Загальний гідравлічний опір скрубера Вентурі:

$$\Delta P_T = K_r - P_b \cdot m_b \quad (4.5)$$

$$\Delta P_T = 31622 - 300000 \cdot 0.0998 \cdot 10^{-6} = 31621 \text{ Па}$$

Щільність газів на виході в трубу Вентурі при робочих умовах:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{273(P_{\text{бар}} \pm P_T)}{(273 + T_1)101.3} \quad (4.6)$$

$$\rho_1 = 1.26 \frac{273(101.3 - 1.2)}{(273 + 120)101.3} = 0.87 \text{ г/л}^3$$

Об'ємна витрата газів, що надходять у скрубера Вентурі при робочих умовах:

$$V_1 = V_0 \frac{\rho_0}{\rho_1} \quad (4.7)$$

$$V_1 = \frac{10000 \cdot 1.26}{3600 \cdot 0.87} = 4.02 \text{ л/с}$$

Масова витрата води на зрошення:

$$\dot{M}_B = m_B \cdot V_1 \quad (4.8)$$

$$M_B = 99.8 \cdot 10^{-6} \cdot 4.02 = 4.01 \cdot 10^{-4} \text{ г/с}$$

Температура газів на виході із труби Вентурі

$$T_2 = (0.133 - 0.041 m_B) T_1 + 35 \quad (4.9)$$

$$T_2 = (0.133 - 0.041 \cdot 99.8 \cdot 10^{-6}) \cdot 120 + 35 = 51^\circ \text{C}$$

Щільність газів на виході із труби Вентурі:

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{273(P_{\text{бар}} \pm P_r - \Delta P)}{(273 + T_2) \cdot 101.3} \quad (4.10)$$

$$\rho_2 = 1.26 \frac{273 \cdot (101.3 - 1.2 \cdot 31)}{(273 + 51) \cdot 101.3} = 0.67 \text{ г/л}^3,$$

де ΔP_0 - опір труби Вентурі, попередньо приймаємо рівним 31 кПа.

Об'ємна витрата газів на виході із труби Вентурі:

$$V_2 = V_0 \cdot \frac{\rho_0}{\rho_2} \quad (4.11)$$

$$V_2 = \frac{10000 \cdot 1,26}{0,67 \cdot 3600} = 5,22 \text{ м}^3/\text{с}$$

Діаметр циклону-каплеуловлювача:

$$\ddot{A}_\delta = 1,13 \sqrt{\frac{V_2}{W_\delta}} \quad (4.12)$$

$$\ddot{A}_\delta = 1,13 \sqrt{\frac{5,22}{2,5}} = 1,63 \text{ м} ;$$

де W_δ - швидкість газів у циклоні-каплеуловлювачі; приймаємо рівної 2,5 м/с.

Висота циклону-каплеуловлювача:

$$\dot{I}_\delta = 2,5 \cdot \ddot{A}_\delta \quad (4.13)$$

$$\dot{I}_\delta = 2,5 \cdot 1,63 = 4,08 \text{ м}$$

Гідравлічний опір циклону-каплеуловлювача:

$$\Delta P_\delta = \frac{\xi W_\delta^2 \rho_2}{2} \quad (4.14)$$

$$\Delta P_\delta = \frac{32 \cdot 2,5^2 \cdot 0,67}{2} = 67 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір труби Вентурі:

$$\Delta P_T = \Delta P - \Delta P_\delta \quad (4.15)$$

$$\Delta P_T = 31621 - 67 = 31554 \text{ Па}$$

Коефіцієнт опору, обумовлений уведенням рідини, що зрошує, для нормалізованої труби Вентурі:

$$\xi_{\dot{A}} = 0,63 \xi_{\dot{N}} m_B^{-0,3} \quad (4.16)$$

Де ξ_c - коефіцієнт опору сухої труби Вентурі; приймаємо рівним 0,145.

Підставивши значення в (4.16) одержимо:

$$\xi_B = 0,63 \cdot 0,145 \cdot (0,0998 \cdot 10^{-6})^{-0,3} = 1,15$$

Необхідна швидкість у горловині труби Вентурі:

$$W_{\bar{A}} = \sqrt{\frac{2\Delta P_0}{\xi_N \rho_2 + \xi_{\bar{A}} \rho_A m_{\bar{A}}}} \quad (4.17)$$

$$W_{\bar{A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 31554}{0,145 \cdot 0,67 + 1,15 \cdot 0,0998 \cdot 10^{-6} \cdot 1000}} = 183 \text{ м/с}$$

Діаметр горловини труби Вентурі:

$$d_{\Gamma} = 1,13 \sqrt{\frac{V_2}{W_{\Gamma}}} \quad (4.18)$$

$$d_{\bar{A}} = 1,13 \sqrt{\frac{5,22}{183}} = 0,190 \text{ м}$$

Приймаємо $d_{\bar{A}} = 190 \text{ мм}$.

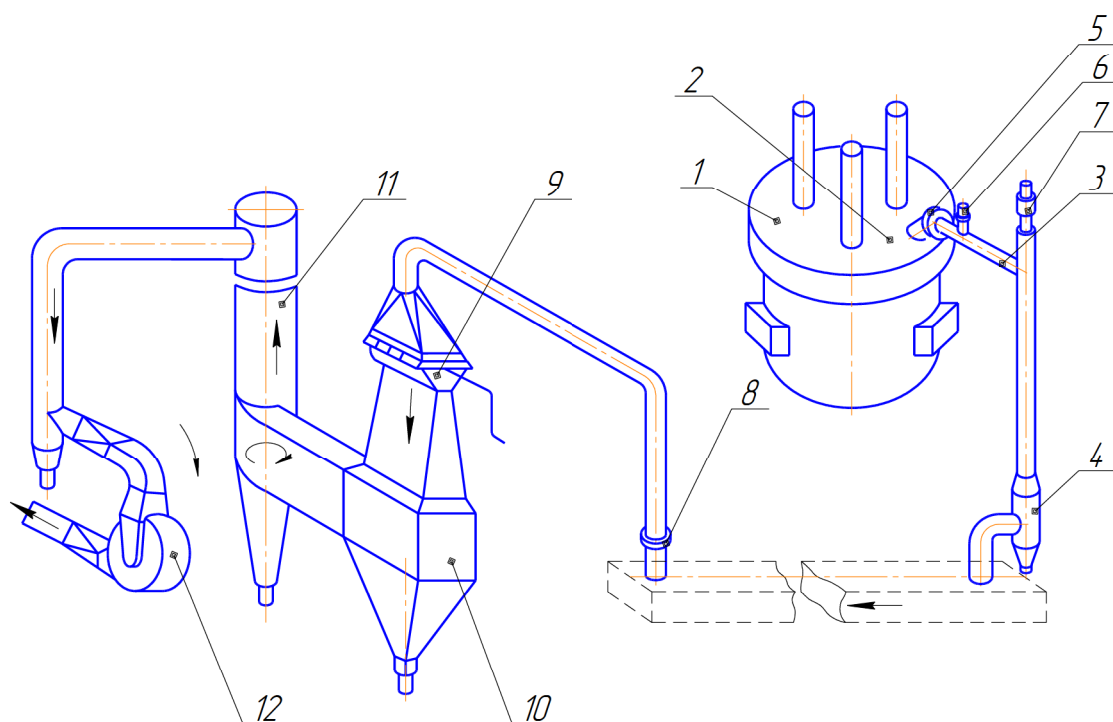


Рисунок 4.1 - Схема очищення газів які відводять від печі

ВИСНОВКИ

1. Ознайомлення з технологічним процесом виробництва сталі ВАТ “ДСС” показало, що найбільш оптимальним устаткуванням при виробництві високоякісної сталі є електродугові печі.
2. На основі проведеного огляду й аналізу технічної й патентної літератури, а також виходячи з виробничих можливостей цеху встановлено, що для нахилу печі використовуються різні механізми нахилу, які мають свої недоліки, і встановлено, що частково від умов роботи механізму нахилу печі залежить якість виплавленої сталі, тривалість плавки.
3. У ході проведення роботи були розраховані: перекидаючий момент, зусилля на штоку гідроциліндра, розрахунок потужності приводу механізму нахилу печі, розрахунок потужності приводу механізму переміщення електродів.
4. Запропонована модернізація є доцільною й рекомендується для використання на інших заводах металургійної промисловості, які використовують аналогічне устаткування.
5. У результаті розрахунків устаткування ділянки електродугової печі ДСВ-40 можна зробити вивід, що для установки устаткування знадобиться 222 м³ бетону марки Б-50 й 528 м³ бетону марки Б-200; для закріплення механізму нахилу електродугової печі до фундаменту знадобиться анкерний болт М42 у кількості 8 штук.
6. Результати роботи можуть бути використані не тільки на комбінаті «Дніпрспецсталь», але й на інших підприємствах чорної й кольорової металургії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

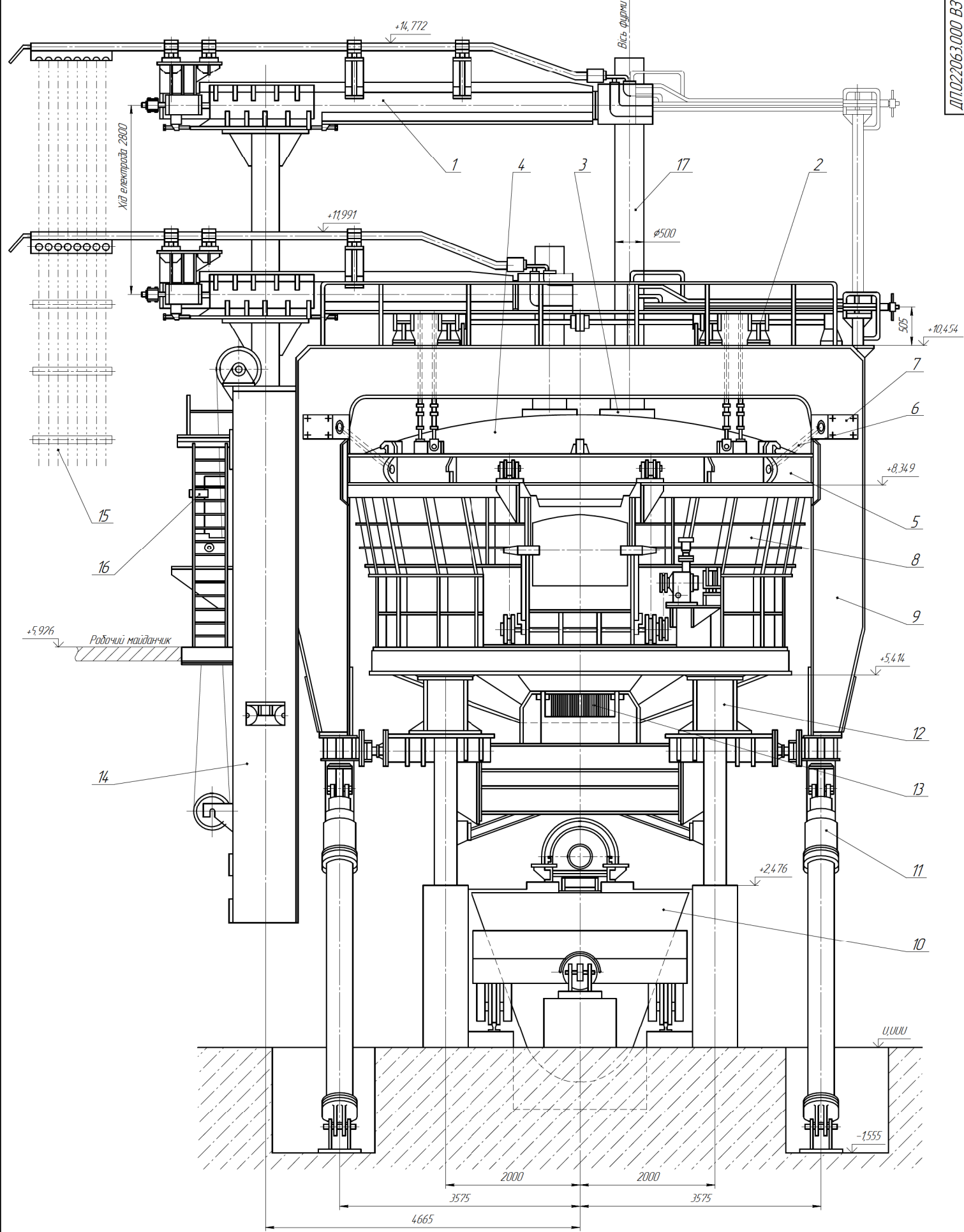
1. Компанія | PrJSC “Dniprospetsstal”. ПрАТ “Дніпроспецсталь”. URL: <http://www.dss-ua.com/ukr/company/company/index.wbp> (дата звернення: 18.03.2024).
2. George T. Halmos. Roll Forming Handbook. Published in 2006 by CRC Press Taylor & Francis Group. 583 p.
3. Hrechanyi O., Vasilchenko T., Badlo V., Chuvalskyi M., Padalka O., Parkhomenko V. Analysis of constructive factors affecting the fatigue strength of metallurgical equipment parts. *Системні технології*. 2023. Т. 145. № 2. С. 19–29. URL: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-2-145-2023-03>.
4. Гречаний О. М., Васильченко Т., Бадло В. В., Чувальський М. В., Падалка О. О., Пархоменко В. В. Аналіз факторів, що впливають на втомну міцність деталей металургійного обладнання. *Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2023: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції* Дніпро: УДУНТ, 2023. С. 23–26.
5. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 1996. 145 с.
6. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.
7. Розрахунки вантажопідйомних та транспортуючих машин / Ф. К. Іванченко та ін. К. : Вища шк., 1978. 576 с.
8. Погорєлов С. В., Ведмідь Ю. П. Підйомно-транспортні машини: лаб. практикум. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 48 с.
9. Іванченко Ф. К. Конструкція та розрахунок підйомно-транспортних машин. К. : Вища шк., 1988. 424 с.

10. Проценко О.М. Методичні вказівки до розрахунку силових і кінематичних параметрів приводів у курсовому проектуванні. Суми: Сумський державний університет, 2011. 72 с.
11. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Харків: Харківський політехнічний інститут, 2020.
12. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
13. Технічне обслуговування металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
14. Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
15. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : Підручник. – 4-е вид., перероб. і доп. – Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. – 379 с.
16. Ковтун Р.М. Складання металоконструкцій: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 560 с. ISBN: 966-8081-59-5
17. Вискребенцев Е.П. Допуски та посадки гладких циліндричних з'єднань у завданнях та прикладах: навч. посіб. Алчевськ: Дон ДТУ, 2005. 214 с. ISBN 966-310-070-2
18. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.
19. НПАОП 0.00–4.01–08 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту [Електронний ресурс] // Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28566.
20. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

21. ДБН В.2.5–28–2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] // Мінбуд України. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН–В.2.5–28–2006.pdf>.
22. Правила улаштування електроустановок. URL: <https://mev.gov.ua/storinka/pravya-ulashtuvannya-elektroustanovok> (дата звернення: 03.10.2023).
23. ДБН В.1.1–7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги [Електронний ресурс] // Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово–комунального господарства України. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1–7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf>.
24. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч. посіб. / К. Н. Ткачук, та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.
25. Румянцев В. Р. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» у дипломних роботах (проектах) для студентів ЗДІА спеціальностей МЧМ, МБ та інші / В. Р. Румянцев, І. О. Ткаліч. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 16 с.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ДП.022063.000 ВЗ	Загальний вид		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Стійка електродотримача	1	
		2		Механізм подйому звіда	1	
		3		Ущільнюване кільце	3	
		4		Футеровка звіду	1	
		5		Кільце звідне	1	
		6		Натяжний пристрій	4	
		7		Кронштейн	4	
		8		Кожух конічний	1	
		9		Портал	1	
		10		Шлакова чаша	1	
		11	ДП.022063.100	Механізм нахилу	2	
		12		Опорна частина	1	
		13		Установка статора	1	
		14		Шахта електродотримача	3	
		15		Кабель гнучкий	1	
		16		Централізоване змащування	1	
				Механізм переміщення		
				електродів		
		17		Електрод	12	
		18		Майданчик під зливним	1	
				желобом		
		19		Гидкий струмопідвод	1	
				к статору		
			ДП.022063.000			
			Изм.	Лист	№ док.ум.	Подп.
			Разрад.	Соболев		
			Пров.	Сайкова		
			Н.контр.	Васильченко		
			Утв.	Власов		
			Піч ДСВ-40			Лит.
						Лист
						Листов
						Д
						МОНУ
						ІННІ ім. Ю. М. Помедні ЗНУ
						гр. 6.1330

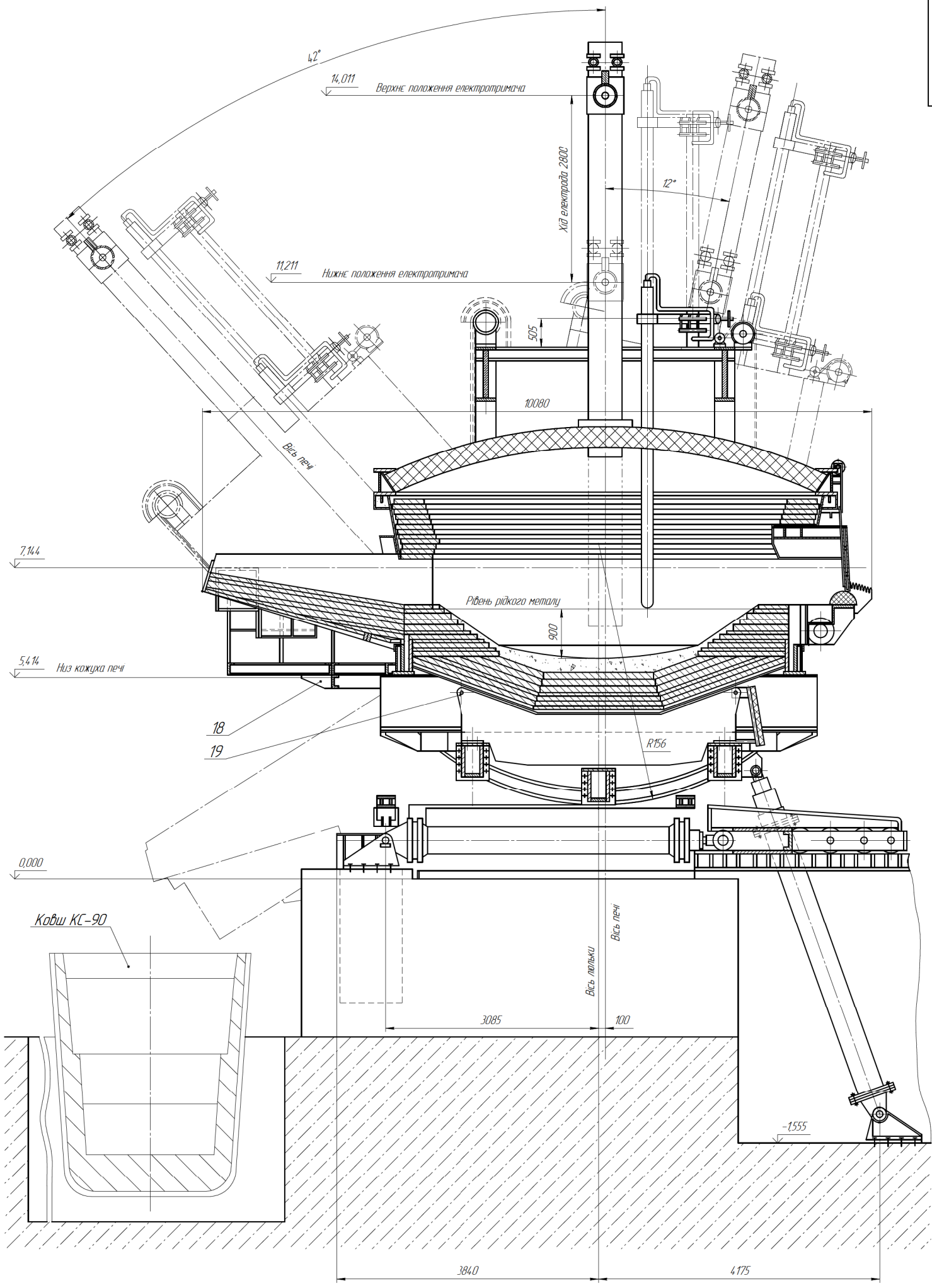


Технічна характеристика

- | | |
|--|-------|
| 1. Номинальна ємкість, т | 40 |
| 2. Потужність трансформатора, кВт | 20000 |
| 3. Діаметр графітованого електрода, мм | 500 |
| 4. Діаметр распада електрода, мм | 1500 |
| 5. Питомий расхід електроенергії на расплавлення твёрдой заливки, кВт год/тм | 4,30 |
| 6. Расхід охолоджувальної води, м³/год | 60 |

ДП.022063.000 В3			
Піч ДСВ-40		Лист 1	Листів 2
Лист	№	Маса	Масштаб
1	250000	725	1:1
ІНН ім. М. М. Потебні ЗНУ зр. 6.03.00 Формат А1			

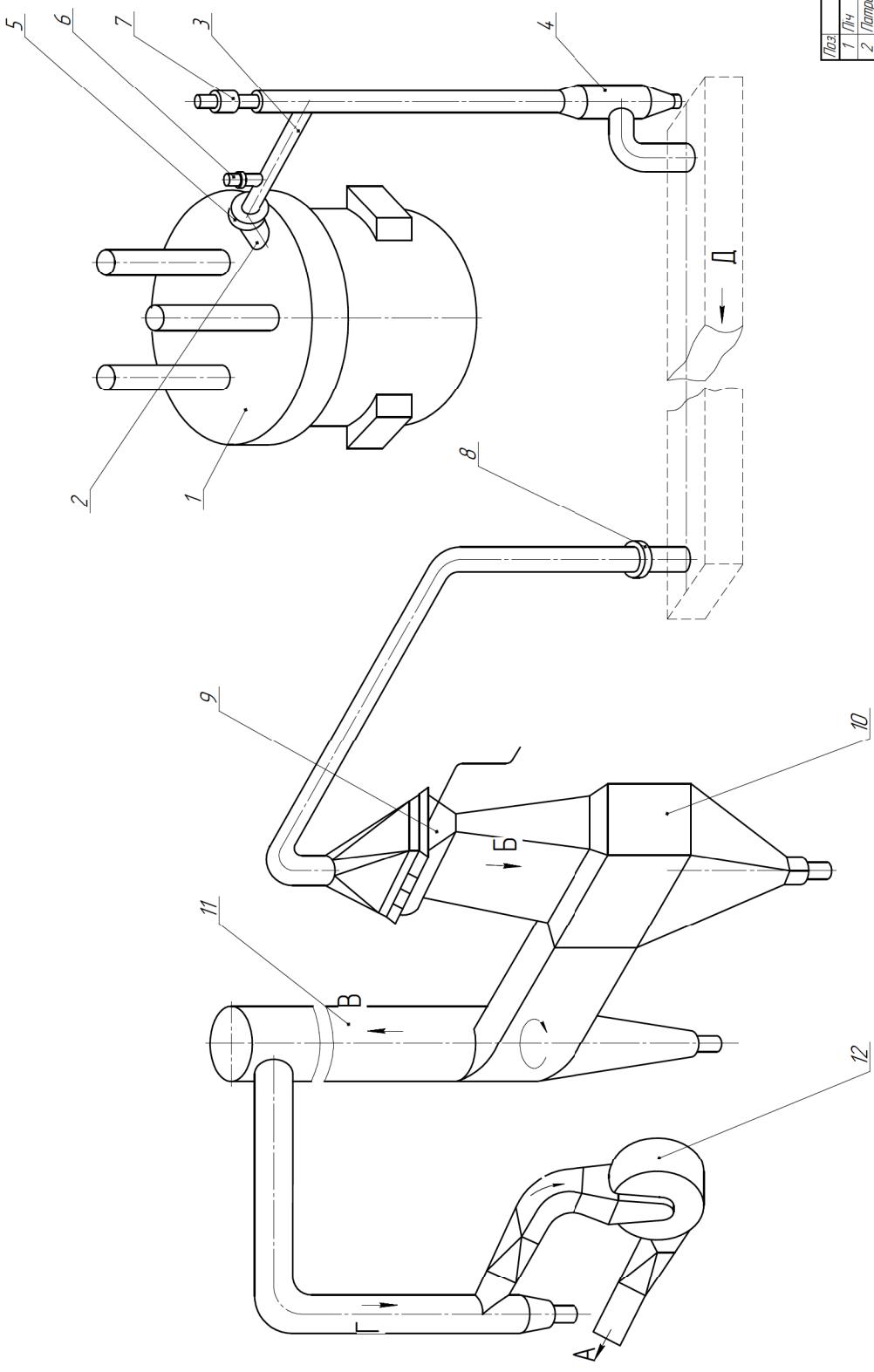
Лист 1 з 2
Лист 2 з 2
Лист 3 з 2
Лист 4 з 2
Лист 5 з 2
Лист 6 з 2
Лист 7 з 2
Лист 8 з 2
Лист 9 з 2
Лист 10 з 2
Лист 11 з 2
Лист 12 з 2
Лист 13 з 2
Лист 14 з 2
Лист 15 з 2
Лист 16 з 2
Лист 17 з 2
Лист 18 з 2
Лист 19 з 2
Лист 20 з 2
Лист 21 з 2
Лист 22 з 2
Лист 23 з 2
Лист 24 з 2
Лист 25 з 2
Лист 26 з 2
Лист 27 з 2
Лист 28 з 2
Лист 29 з 2
Лист 30 з 2
Лист 31 з 2
Лист 32 з 2
Лист 33 з 2
Лист 34 з 2
Лист 35 з 2
Лист 36 з 2
Лист 37 з 2
Лист 38 з 2
Лист 39 з 2
Лист 40 з 2
Лист 41 з 2
Лист 42 з 2
Лист 43 з 2
Лист 44 з 2
Лист 45 з 2
Лист 46 з 2
Лист 47 з 2
Лист 48 з 2
Лист 49 з 2
Лист 50 з 2
Лист 51 з 2
Лист 52 з 2
Лист 53 з 2
Лист 54 з 2
Лист 55 з 2
Лист 56 з 2
Лист 57 з 2
Лист 58 з 2
Лист 59 з 2
Лист 60 з 2
Лист 61 з 2
Лист 62 з 2
Лист 63 з 2
Лист 64 з 2
Лист 65 з 2
Лист 66 з 2
Лист 67 з 2
Лист 68 з 2
Лист 69 з 2
Лист 70 з 2
Лист 71 з 2
Лист 72 з 2
Лист 73 з 2
Лист 74 з 2
Лист 75 з 2
Лист 76 з 2
Лист 77 з 2
Лист 78 з 2
Лист 79 з 2
Лист 80 з 2
Лист 81 з 2
Лист 82 з 2
Лист 83 з 2
Лист 84 з 2
Лист 85 з 2
Лист 86 з 2
Лист 87 з 2
Лист 88 з 2
Лист 89 з 2
Лист 90 з 2
Лист 91 з 2
Лист 92 з 2
Лист 93 з 2
Лист 94 з 2
Лист 95 з 2
Лист 96 з 2
Лист 97 з 2
Лист 98 з 2
Лист 99 з 2
Лист 100 з 2



Лист 1 з 2
Лист 2 з 2
Лист 3 з 2
Лист 4 з 2
Лист 5 з 2
Лист 6 з 2
Лист 7 з 2
Лист 8 з 2
Лист 9 з 2
Лист 10 з 2
Лист 11 з 2
Лист 12 з 2
Лист 13 з 2
Лист 14 з 2
Лист 15 з 2
Лист 16 з 2
Лист 17 з 2
Лист 18 з 2
Лист 19 з 2
Лист 20 з 2
Лист 21 з 2
Лист 22 з 2
Лист 23 з 2
Лист 24 з 2
Лист 25 з 2
Лист 26 з 2
Лист 27 з 2
Лист 28 з 2
Лист 29 з 2
Лист 30 з 2
Лист 31 з 2
Лист 32 з 2
Лист 33 з 2
Лист 34 з 2
Лист 35 з 2
Лист 36 з 2
Лист 37 з 2
Лист 38 з 2
Лист 39 з 2
Лист 40 з 2
Лист 41 з 2
Лист 42 з 2
Лист 43 з 2
Лист 44 з 2
Лист 45 з 2
Лист 46 з 2
Лист 47 з 2
Лист 48 з 2
Лист 49 з 2
Лист 50 з 2
Лист 51 з 2
Лист 52 з 2
Лист 53 з 2
Лист 54 з 2
Лист 55 з 2
Лист 56 з 2
Лист 57 з 2
Лист 58 з 2
Лист 59 з 2
Лист 60 з 2
Лист 61 з 2
Лист 62 з 2
Лист 63 з 2
Лист 64 з 2
Лист 65 з 2
Лист 66 з 2
Лист 67 з 2
Лист 68 з 2
Лист 69 з 2
Лист 70 з 2
Лист 71 з 2
Лист 72 з 2
Лист 73 з 2
Лист 74 з 2
Лист 75 з 2
Лист 76 з 2
Лист 77 з 2
Лист 78 з 2
Лист 79 з 2
Лист 80 з 2
Лист 81 з 2
Лист 82 з 2
Лист 83 з 2
Лист 84 з 2
Лист 85 з 2
Лист 86 з 2
Лист 87 з 2
Лист 88 з 2
Лист 89 з 2
Лист 90 з 2
Лист 91 з 2
Лист 92 з 2
Лист 93 з 2
Лист 94 з 2
Лист 95 з 2
Лист 96 з 2
Лист 97 з 2
Лист 98 з 2
Лист 99 з 2
Лист 100 з 2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			ДП.022063.100 СК	Складальне креслення		
<i>Складальні одиниці</i>						
		1	ДП.022063.110	Циліндр гідравлічний $\phi 380$	1	
		21		Люлька	1	
<i>Деталі</i>						
		1		Вилка	2	
		2,22		Вісь	2	
		3		Шайба	4	
		5,25		Кронштейн	2	
		6		Направляюча	2	
		7		Лист 20×100×300	2	
		11		Кожух	2	
		12		Сектор	1	
		19		Сектор	1	
		20		Балка	2	
		23		Планка вісетримача	4	
<i>Стандартні вироби</i>						
		4		Шпльнт 12×120 ДСТУ397-54	4	
		8		Шпилька М30×90(30/66) ДСТУ11765-66	20	
		9		Гайка М30 ДСТУ5915-62	20	
ДП.022063.100						
Изм.	Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата		
Разрад.	Соболев				Лит.	Лист
Пров.	Сайкова				Д	1
Н.контр.	Васильченко				Листов 2	
Утв.	Власов				МОНУ ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ гр. 6.1330	
Механізм нахилу печі ДСВ-40						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			ДП.022063.110 СК	Складальне креслення		
<i>Складальні одиниці</i>						
		11		Циліндр	1	
<i>Деталі</i>						
		1		Кришка задня	1	
		8		Поршень біметалічний	1	
		12		Шток	1	
		14		Кришка передня	1	
		15		Кільце	1	
		16		Кільце	2	
		18		Прокладка	4	
		19		Кільцо нажимне	1	
<i>Стандартні вироби</i>						
		2		Шплинт 8x80 ДСТУ497-54	32	
		3		Гайка М42 ДСТУ5915-62	32	
		4		Кільце $\phi 442/\phi 392, \delta=4$	2	
		5		Болт М42 ДСТУ5915-62	32	
		6		Гайка кругла М30 ДСТУ5915-62	1	
		7		Гайка кругла М42 ДСТУ5915-62	1	
		9		Кільце $\phi 160/\phi 130, \delta=3$	1	
ДП.022063.110						
Изм. Лист		№ док.м.		Подп.		Дата
Разрад. Соболев						
Пров. Сайкова						
Н.контр. Васильченко						
Утв. Власов						
Циліндр гідравличний				Лит.	Лист	Листов
					1	2
МОНУ ІННІ ім. Ю. М. Петедні ЗНУ гр. 6.1330						



Поз.	Найменування	Кіл.	Прим.
1	Лич.	1	
2	Патрубок	1	
3	Камера свіжиги	1	
4	Охолоджувачі пристрій	1	
5	Муфта	1	
6	Клапан	1	
7	Свідчч	1	
8	Клапан	1	
9	Триба Вентиляри	1	
10	Бризгаючийапарат	1	
11	Виділювачі скруббер	1	
12	Димост	1	

ДП.022063.0000.017		Лист	Кількість	Максимальна
Мат.Код	№ Взам.	Лист	Лист	11
Розроб.	Склад	Лист	Лист	1
Узгод.	Склад	Лист	Лист	1
Лектор	Склад	Лист	Лист	1
Нормир.	Виконан	Лист	Лист	1
Узгод.	Висл.	Лист	Лист	1
ІНН № 0101/01/01/01/01		Формат А1		

Схема очищення газів
які відводять від печі

ДП.022063.0000.017