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 пересування електродів електродугової печі ДСВ-25 цеху СПЦ-3 «Дніпроспецсталь»

Виконав: студент групи 6.1331

Циганок Р. М.
(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 Власов А. О.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2025 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 кафедрою А.О. Власов

_____

“____”_____20___ року

Завдання
до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Циганку Руслану Миколайовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Удосконалення механізму пересування електродів електродугової печі ДСВ-25 цеху СПЦ-3 «Дніпроспецсталь» . керівник бакалаврської роботи завідувач кафедри Власов А. О. затверджені наказом вищого навчального закладу від “27“ грудня 2024 року № 2031-с.
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 9 червня 2025 року.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи електросталеплавильного цеху №3
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. Загальний вигляд печі ДСВ-25 – 1А1; 2. Механізм переміщення електродів – 2А1; 3. Електродотримач – 1А1; 4. Система вентиляції – 1А1.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Власов А.О., зав. каф., к.т.н., доцент		
2	Власов А.О., зав. каф., к.т.н., доцент		
3	Власов А.О., зав. каф., к.т.н., доцент		
4	Власов А.О., зав. каф., к.т.н., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційої роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітки
1	Збір матеріалу на проєктування	13.05.2025 – 20.05.2025	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проєктування	21.05.2025 – 27.05.2025	
3	Виконання теоретичної частини проєкту	26.05.2025 – 29.05.2025	
4	Виконання графічної частини проєкту	30.05.2025 – 05.06.2025	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	06.06.2025 – 10.06.2025	
6	Перевірка проєкту консультантами	11.06.2025 – 13.06.2025	
7	Попередній захист проєкту	14.06.2025	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент _____ Циганок Р.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Власов А. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Циганок Р. М. Удосконалення механізму пересування електродів електродугової печі ДСВ-25 цеху СПЦ-3 «Дніпроспецсталь».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальність 133 – Галузеве машинобудування, керівник А. О. Власов. Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2025.

Проаналізовані переваги та недоліки наявних технічних рішень. На підставі наведеного огляду й аналізу технічної літератури встановлено, що різні типи механізмів пересування електродів електродугових печей мають свої переваги недоліки. Основною причиною переходу на гідравлічний привід переміщення електроходів це плавність роботи механізму, що поліпшує процес виплавки металу, і зменшує витрати на матеріали. Виконані розрахунки на міцність найбільш навантажених деталей і вузлів, показують на високу надійність і довговічність механізму.

Ключові слова: МЕХАНІЗМ ПЕРЕСУВАННЯ, МЕХАНІЗМ ВІДКРИТТЯ, РЕДУКТОР, ВЕНТЕЛЯЦИЯ, МОНТАЖ, ЗМАЩЕННЯ.

ABSTRACT

Tsyganok R. M. Improvement of the mechanism for moving the electrodes of the electric arc furnace DSV-25 of the SOC-3 shop "Dniprospetsstal".

Qualification final work for obtaining a bachelor's degree in specialty 133 - Industrial mechanical engineering, supervisor A. O. Vlasov. Zaporizhia National University, Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Metallurgical Equipment, 2025.

The advantages and disadvantages of existing technical solutions are analyzed. Based on the above review and analysis of technical literature, it was established that different types of mechanisms for moving the electrodes of electric arc furnaces have their advantages and disadvantages. The main reason for switching to a hydraulic drive for moving the electric motors is the smoothness of the mechanism, which improves

the metal smelting process and reduces material costs. The calculations performed for the strength of the most loaded parts and assemblies show high reliability and durability of the mechanism.

Keywords: MOVING MECHANISM, OPENING MECHANISM, GEARBOX, VENTILATION, INSTALLATION, LUBRICATION.

ЗМІСТ

ВСТУП **7**

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА **8**

1.1 Коротка характеристика підприємства 8

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА **19**

2.1 Огляд й аналіз систем й устаткування механізмів електродугових печей 19

2.2 Огляд й аналіз систем й устаткування механізму переміщення електродів електродугових печей 29

2.3 Опис конструкції й принципу дії пропонованого механізму відкриття заслінки електродугової печі 34

2.4 Обґрунтування обраного напрямку роботи 35

2.5 Розрахунки найбільш навантажених частин дугової сталеплавильної печі ДСВ-25 38

2.5.1 Визначення навантажень на стійку печі 38

2.5.2 Розрахунок приводу механізму переміщення електродів 41

2.5.3 Розрахунок поперечного перереза стійки 43

2.5.4 Оцінка міцності стійки. 49

2.5.5 Оцінка стійкості 50

2.5.6 Розрахунок привода механізму підйому заслінки 52

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА **55**

3.1 Сучасні прийоми й способи монтажу 55

3.2 3.2 Технологія ремонту швидкозношуваних вузлів і деталей 57

3.3 Системи змащення й мастильні матеріали 59

3.4 Пропозиції по підвищенню терміну служби вузлів і деталей 62

3.5 Розрахунок фундаменту під піч ДСВ-25 63

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА **67**

4.1 Виявлення та оцінка шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища 67
4.1.1 Характеристика ступеня безпеки процесу, рівня механізації *67*
4.1.2 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища *68*
4.2 Заходи щодо захисту від виявлених небезпечних і шкідливих факторів 70
4.3 Технічні рішення по гігієні праці і виробничий санітарії 71
4.3.1 Мікроклімат *71*
4.3.2 Освітлення виробничих приміщень *72*
4.3.3 Санітарно-побутові приміщення *73*
4.4 Заходи щодо безпеки праці 73
4.5 Заходи протипожежної безпеки й захисту навколишнього середовища 74
4.6 Інженерний розрахунок витяжного зонта електропечі 76
ВИСНОВКИ 79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 80
ДОДАТКИ 83

ВСТУП

Головний напрямок у розвитку металургії складається в підвищенні технічного рівня, концентрації й ефективності виробництва шляхом подальшого росту продуктивності праці, поліпшення якості й розширення сортаменту випускаємої продукції, здійснення технічного переозброєння, модернізації діючих і уведення в експлуатацію нових металургійних агрегатів і устаткування, збільшення їхньої одиничної потужності.

Це положення повною мірою відноситься й до феросплавного виробництва, де широке поширення одержують потужні відкриті феросплавні печі із круглою й прямокутною ванною.

Створення й розвиток технологічних агрегатів і установок, що представляють собою складні комплекси, немислимо без одночасного вдосконалювання існуючого й розробки нового, у більшості випадків унікального, механічного устаткування, підвищення його продуктивності, надійності, довговічності й ефективності, рішення питань автоматизації технологічних процесів і механізації важких і трудомістких робіт.

Устаткування в металургійних цехах працює в тяжких умовах, що характеризуються великою запиленістю, підвищеними температурами, високими навантаженнями й більшими масами переміщуваних вантажів. Надійна й довговічна робота устаткування забезпечується, крім якісного проектування й виготовлення, грамотною експлуатацією.

Експлуатація печей для виплавки феромарганцю показала необхідність застосування механізму обертання ванни при виплавці сплавів зі змістом марганцю вище 45 %. При виплавці феромарганцю обертання аналогічно розпушуванню шихти: підвищується її газопроникність, збільшується схід шихти, поліпшується показник добування марганцю із шихти. При виробництві 75 % феромарганцю з використанням механізму обертання добування марганцю підвищується на 6–8 %, витрата електроенергії знижується на 5–7 %, що в цілому підвищує продуктивність печі на 8–10 %.

Обертання ванни дозволяє видаляти «напливи» марганцевих з'єднань і застиглої шихти зі стін ванни, а також у значній мірі усунути можливість і знизити шкідливі наслідки недоліку або надлишку відновлювача.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Коротка характеристика підприємства

1.1 Коротка характеристика підприємства

Повна назва підприємства – відкрите акціонерне товариство “Електрометалургійний завод “Днепроспецсталь” імені А. Н. Кузьміна”. Це провідне підприємство з виробництва жароміцних і прецизійних сплавів, що не іржавіють, підшипникових, інструментальних, легованих конструкційних сталей.

Рішення про будівництво електросталеплавильного заводу ВАТ “Дніпроспецсталь” було прийнято 1 липня 1929 року.

В 1932 році була отримана й злита перша плавка з малих печей ємністю 5 тон, у сталеплавильному цеху заводу СПЦ-1.

Восени 1941 року завод “Дніпроспецсталь” був евакуйований на північ, де був заново змонтований у чистому полі й під відкритим небом. Через три місяці після евакуації завод почав давати сталь. Стіни цехів були побудовані тільки до осені 1942 року.

В 1944 році коли радянська армія звільнила Запоріжжя від колишніх будинків цехів залишилися тільки руїни. Поновлення заводу тривало дев'ять років, з 1945 по 1954 рік.

Реконструкція заводу почалася в 1987 році під час періоду названого перебудовою. На заводі були встановлені печі ємністю 75 тонн, вакуум-камери для одержання високоякісних марок сталі, у другому сталеплавильному цеху була встановлена піч-ківш Італійського виробництва.

З 1993 року на заводі спостерігався великий спад виробництва аж до закриття цехів, даний спад тривав до 1998 року поки директором заводу не став начальник СПЦ-1 Лейбензон В.І. Після приходу до влади цієї людини завод почав підніматися у своєму розвитку. Був реконструйований прокатний стан 950, після чого він став 1050, тому що завод почав тісно працювати із закордонними

фірмами. На заводі було встановлене встаткування по виробництву свердлів, після чого в 1999 році цех відокремився в окремий завод з виробництва свердлів.

У цей час завод має у своєму складі п'ять сталеплавильних цехів, ковальсько-пресовий цех, прокатний цех, ремонтно-механічний цех, цех ремонту металургійного встаткування й багато інших допоміжних цехів.

Сталеплавильні цехи заводу оснащені дуговими електропечами місткістю від 25 до 50 тонн. У цих печах виплавляються найбільш поширені асортименти високоякісних марок сталі й сплавів на основі заліза.

Для одержання металу з більш високими характеристиками сталі, сталь переплавляють на електрошлакових або вакуумно-дуговому печах. Розважування злитків становить від 3,2 до 6,3 тонн.

Методом електрошлакового переплаву виробляються підшипникові, конструкційні, корозійно-стійкі й ін. сталі. Розважування злитків від 1,2 до 20 тонн.

Виплавка нержавіючих корозійно-стійких сталей з низьким змістом вуглецю здійснюється дуговою піччю - конвертером.

Прокатний цех оснащений чотирма станами: 750, 450, 360 й 280, а також самоволочильними станами.

На переділ (прокатку, кування, пресування) злитки передаються в гарячому або холодному стані.

Електросталеплавильний завод “Дніпроспецсталь” у цей час спеціалізується на випуску легованих і високоякісних марок сталі. Він випускає такі марки сталі, як: 09Х15Н10, ШХ15, ШХ10, 95Х18, 12Х18Н10Т3, 15Х25Т2, Х12МФ, Р6М5, 60С2А, 16ХГ, 40Х, 8ХФ, 4Х5МФС, 3Х3М3Ф и т.буд. Також він випускає сплави, такі як: ВК9, НК79, ЭИ927, ВК18 і т.д.

Продукція, що випускається, і система менеджменту якості сертифікована Суспільством Технічного Нагляду «ТЮФ» (Німеччина). І відповідає вимогам ISO 9001:2000.

Постійно з огляду на вимоги світового ринку, завод вчасно коректує свої плани виробництва й номенклатуру продукції.

Сьогодні завод пропонує:

- прокат (8...350 мм) круглого, квадратного, прямокутного й смугового перетинів;
- трапецієподібний профіль для шляхових шайб 8,9-9,9 мм;
- осьова заготівля для осей вагонів магістральних доріг;
- арматурний періодичний профіль 14...26 мм;
- гальмова шина 25х65х129 мм;
- кутик рівнополий 40х40х5мм;
- шестигранник 17...30 мм;
- кування торцеві (190...500 мм) круглого, квадратного, смугового перетинів;
- сталь холоднокатана 10...40 мм;
- сталь зі спеціальною обробкою поверхні 2...14 мм;
- труби електрозварні 27...83 мм;
- сталь ресорна з параболічними крайками 45х6, 45х6,5 мм;
- калібрований холоднотягнутий дріт 2...6 мм;
- спіральні свердли із циліндричним хвостовиком швидкорізальної сталі 2...12 мм.

Завод випускає приблизно 85% продукції, що іде на експорт у далеке й ближнє зарубіжжя.

1.2 Опис технологічного процесу виробництва сталі

Приведемо технологію виплавки сталі, марки 10Х18Н10Т3.

Заправлення подини й укосів печі, стан склепіння й устаткування печі повинні відповідати вимогам ТИ 143-С-0-91.

Дану марку сталі необхідно виплавляти при гарному стані печі, починаючи із третин плавки після холодного ремонту стін. Пекти заправляється тільки магнезитовим порошком.

Виплавка даної марки сталі виконується по ТУ 14-1-3329-82, з використанням тільки особливо чистої шихтової заготівлі 22ЖР по ТУ 14-1-1490-75, нікелю НКС, Н0, ферохрому класу «А» зі змістом фосфору не більше 0,030% (мас.); алюміній для розкислення сталі у шлаків застосовується тільки первинний.

Шихтова плавка повинна забезпечити одержання в металі при розплавлюванні: вуглецю - не менш 0,040%, нікелю від 9,0% до 11,0%, молібдену 0,01%.

У завалку або перед плавленням у піч уводиться вапно в кількості (10-15) кг/т і залізна руда (10-15) кг/т.

Після розплавлюванні шихти відбирається проба металу на хімічний аналіз, а в той час поки робиться хімічний аналіз, скачують шлаки на (80-90)%, уводиться вапно (10-15) кг/т і при змісті фосфору не більше 0,010%, після чого починається продувка розплаву киснем.

При продувці розплаву киснем, тиск кисню повинне бути не менш 1,4 МПа.

Продувка розплаву закінчується при змісті вуглецю не більше 0,02%.

Після продувки шлаки скачують на (80-90)% і проводиться розкислення розплаву кусковим феросиліцієм на 0,40% кремнію без обліку вигару й алюмінієм у кількості - 1кг/т.

Під час розплавлювання ферохрому шлаки розкисляються сумішами ФС65 й алюмінію. Загальна витрата меленого феросиліцію - 4кг/т, порошку алюмінію - 2кг/т.

Після проплавлення ферохрому й одержання коричневого черепка шлаки скачуються й заводиться новий з вапна (8-10) кг/т і шпату (2,5-3,5) кг/т сталі. Метал і шлаки перемішуються установкою електромагнітного перемішування й гребками (8-10) хвилин, після чого відбирається дві проби металу на хімічний аналіз із інтервалом (5-8)хвилин, потім у піч уводиться до красна прожарений феросиліції ФС65 і проводиться остаточне коректування плавки по хімічному складу; перед випуском плавки шлаки розкисляються

порошком алюмінію (1,5-2,5) кг/т сталі в суміші з вапном (1,5-2,5) кг/т сталі; плавка випускається в ковш при добре вскритому випускному отворі, довжина струменя повинна бути мінімальної, швидкість витікання металу - максимальною; тривалість рафінування (від початку уведення ферохрому до випуску плавки) повинна становити (50,10) хвилин; ковш застосовується чистий після розливання не менш трьох плавок.

Після закінчення плавлення сталі, сталь зливають у розливний ковш у якому вже перебуває Ті у співвідношенні (2,8 - 3,2)%. Далі сталь із ковша розливається в сухі виливниці з екзотермічними сумішами.

Дозволяється розливання сталі в змащені виливниці, а також розливання зверху у восьмигранні виливниці відповідно до ТИ 143-СР-1-89, і розливання з теплоізоляційними вставками по ТИ 143-СР-13-89, ТИ 143-СР-16-89.

Злитки передаються в передільні цехи гарячим «всадом» або прохолоджуються по ТИ 143-СР-7-89.

Також розливають сталь на УПНРС.

Обладнання яке використовується для загрузки та обслуговування електропечі перечислень в таблиці 1.1.

Таблиця №1.1 – Обладнання яке використовується для загрузки та обслуговування електропечі.

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість, шт.	Примітка
1	Саморозвантажувальна бадья	8,0	30 т.
2	Переносні бункери	4,0	2,5 т.
3	Самохідний візок	6,0	40т./10т.
4.	Електронні ваги	4,0	10 т.
5.	Стрічкова брускова машина	2,0	200 кг./хв.
6.	Заправочна машина магнезиту	1,0	100 кг. /хв.
7.	Механізм нарощування електроду	1,0	зусил.0,3т.
8.	Дробарка ізвесті	1,0	2,0 т./год.
9.	Прилад віддачі алюмінію в ковш	1,0	20 кг./хв.

1.3 Вантажопотоки електросталеплавильного цеху

У систему вантажопотоків електросталеплавильного цеху з дуговими електропечами розрізняють лінії доставки й завантаження лома, подачі й завантаження сипучих шлакоутворюючих матеріалів і феросплавів, збирання шлаків, розливання й збирання стали (Рис. 1.1). Лом із шихтового відділення магнітних матеріалів або з копрового цеху залізничним транспортом подають у шихтовий проліт I головного корпуса електросталеплавильного цеху й розвантажують у ямні бункери 1. Саморозвантажні бадді 5 завантажуються магнітними кранами 2. Після зважування на електронних вагах 7, баддю на самохідному візку 6 переміщають у грубний проліт II. Далі в піч при викоченому її поді за допомогою завалочного крана 9 завантажують лом.

Доставлені в цех шлакоутворюючі матеріали розвантажують у прийомні переносні бункери. Після сушіння матеріал надходить у переносні бункери 4. З бункера матеріал завантажують у мульдозавалочний кран 8 і подають в електродугову піч 11.

Кокс і бій електродів з бункера надходить на бігуни для здрібнювання а потім завантажується в мульди, установлювані краном на балкон робочої зони. Після зважування на вагах, розташованих на платформі, матеріал подають у піч мульдозавалочною машиною. Феросплави з бункерів подають для дроблення в щокову дробарку, завантажують у мульди, зважують на вагах і задають у піч нагрівання 3, розташовану на балконі робочій зоні. Всі операції обслуговує мульдозавалочний кран. Завантаження нагрітих феросплавів в електропіч здійснюються стрічковою бросковою машиною 10.

У розливнім прольоті отримана сталь розливається двома способами.

1. Сталь із печі випускають у сталерозливний ківш 13, і розливають за допомогою розливного мостового крана 12. Подають на установку напівбезперервного розливання сталі (УПНРС) 14 і за допомогою роликів 15

подають у піч віджигу 16. З печі віджигу отримані штанги передають у цех порошкової металургії за допомогою залізничних платформ 18.

2. Сталь із печі також випускають у сталерозливний ківш і за допомогою розливних кранів розливають в виливниці 17. Отримані злитки сталевозними візками подаються у відділення роздягання злитків (стриперне відділення), де отверділі злитки металу витягають із виливниць.

Після відділення злитків від виливниць злитки направляються в прокатний цех, а виливниці - у двір виливниць, де їх прохолоджують, чистять і змазують. Підготовлені виливниці знову направляють у розливний проліт під прийом нової плавки сталі.

Основним устаткуванням у сталеплавильному цеху є дугові сталеплавильні печі ємністю 25 т (Рис.1.2) і індукційна піч ємністю 7 т. Печі перебувають між робочою площадкою й розливним прольотом. На робочій площадці так само перебувають п'ять електромостових кранів (Рис.1.3) з вантажопідйомністю головного підйому 30 т і допоміжного 5 т. Так само на робочій площадці перебуває мульдозавалочна машина із грузопідйомністю 3,6/5 т.

На шихтовому прольоті перебувають три магнітних мостових крани які служать для того щоб робити завантаження кошиків шихтовими матеріалами із шихтових бункерів. Завантажувальна баддя встановлюється на транспортуючий візок з електромеханічним приводом і грузопідйомністю 30т. Цей транспортний візок необхідний для того щоб перевезти завантажувальну баддю із шихтового відділення на робочу площадку, щоб за допомогою мостових кранів які перебувають на робочій площадці зробити завантаження електропечі.

На розливному прольоті перебувають три електромостових розливних крани з вантажопідйомністю головного підйому 75 т, а допоміжного підйому 20 т. За допомогою даних кранів роблять розливання металу зі сталерозливних ковшів в виливниці розташовані на залізничних платформах.

За розливним прольотом перебуває установка напівбезперервного розливання сталі, за допомогою якої, злиту з печі сталь, розливають у

дев'ятиметрові штанги, які після цього відправляються в прокатний цех, де прокочують у готовий виріб, або в цех порошкової металургії, де із цих штанг одержують високоякісну сталь. Ковш зі сталлю з розливного прольоту до установки напівбезперерного розливання сталі (Рис.1.4) подається за допомогою транспортуючого візка вантажопідйомністю 50 т.

Поруч із розливним прольотом перебуває слюсарня, у якій установлені верстати, де виготовляють запасні частини для ремонту встаткування.

1.4 Характеристика механічного обладнання цеху №1

Таблиця 1.2 – Головне і допоміжне обладнання цеху

№ п/п	Обладнання	Призначення обладнання	Привід	Режим роботи	Кофіціен. техничн. викори-стання
1	1	2	3	5	6
1	Електропіч №1	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=40%	0,6
2	Електропіч №2	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=60%	0,9
3	Електропіч №3	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=60%	0,8
4	Електропіч №4	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=40%	0,75
5	Електропіч №5	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=60%	0,4
6	Електропіч №6	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=60%	0,8
7	Електропіч №7	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=60%	0,85
8	Електропіч №8	Плавка металу	Гідравліч.	ПВ=60%	0,8
9	Трансформатор пічний	Забезпечення плавки	---	ПВ=60%	0,8
10	Транспортний візок	Переміщення матеріалів	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,6

1	2	3	4	5	6
10	Транспортний візок	Переміщення матеріалів	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,6
11	Стенд для вибивки виливниць	Вибивка виливницьь	Електроме-ханічний	ПВ=100%	0,95
12	Установки наливної футеровки	Футеровка ковша	Електроме-ханічний	ПВ=100%	0,8
13	Установка сушки ковша	Сушка ковша	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,8
14	Кран Q=50/10	Перевезення бадьї	Електроме-ханічний	ПВ=40%	0,95
15	Кран Q=10	Переміщення шихти	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,7
16	Візок завалочної бадьї	Перевезення бадьї	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,8
17	Кран Q=40/5	Перевезення бадьї	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,8
18	Кран Q=63/20	Розливка сталі	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,8
19	УПНРС	Розливка плавки в штанги	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
20	Кран укосина Q=5	Перевезення виливниць	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
21	Кран Q=55/10	Розливка плавки на УПНРС	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
22	Кран Q=8+8	Транспортування штанг	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
23	Тележка УПНРС	Перевезення ковша	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
24	Стенд футеровки ковша	Футеровки ковша	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
25	Розливна площина №1	Розливка плавки в виливниці	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4

1	2	3	4	5	6
26	Розливна площина №2	Розливка плавки в виливниці	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
27	Установка сушки ковша	Сушка ковша	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
28	Стрічкова броскова машина	Добавка шихти в піч	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
29	Піч віджигу УПНРС	Віджиг металу	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4
30	Самохідний візок	Переміщення скрапу	Електроме-ханічний	ПВ=60%	0,4

1.5 “Вузькі місця” СПЦ-1

За час існування заводу відбувається модернізація технологічного встаткування й удосконалювання технологічного процесу виробництва сталі. Сталеплавильний цех №1 має наступні “вузькі місця”:

- течі масла в гідравлічних механізмах і системах;
- механізація подачі флюсу в печі;
- низька стійкість футеровки печі;
- низька стійкість футеровки склепіння;
- низька стійкість футеровки ковшів;
- велика витрата електродів;
- зношування ходових коліс кранів;
- велика витрата порогів робочого вікна;
- швидкий вихід роликів з ладу механізму викочування електродугової печі ДСВ-25.

У цей час із кожним роком інженери всього світу прагнуть поліпшити параметри електродугових печей для зниження собівартості готової продукції.

Тому для модернізації старого встаткування перший крок повинен бути зроблений убік поліпшення роботи встаткування.

У результаті модернізації пропонується замінити поріг робочого вікна на поріг циліндричної форми й для підвищення стійкості порога пропонується виготовляти поріг із графіту, що дозволить збільшити термін служби порога й зменшить витрати на тону виплавлюваного метала. Так само для більш ефективної роботи механізму підйому заслінки робочого вікна пропонується встановити два приводи для підйому заслінки, що дозволить прибрати вал підйому заслінки який розташований унизу.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Огляд й аналіз систем й устаткування механізмів електродугових печей

Дугові електросталеплавильні печі будують із механізованою завалкою шихти, що завантажує зверху баддею за один-два прийоми. Печі з верхнім завантаженням мають наступні переваги: 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 іншого боку - загальним технічним прогресом в області електрометалургії.

Дугові електропечі завантажують металевою шихтою зверху саморозвантажними баддями (кошиками) при відведеному убік склепінні. Залежно від схеми відносного зсуву корпуса печі й склепіннні розрізняють наступні основні типи електропечей : з корпусом, що викочується, портал з піднятим склепінні й електродами залишається на місці (рис. 2.1); з порталом, що викочується (рис. 2.2); зі склепінням, що повертається, склепіння з електродами піднімається й відводяться убік (рис. 2.3).

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

Дугова електропіч місткість ДСВ-25 т. з електроприводами механізмів.

Дугова електросталеплавильна піч місткістю 25 т (рис. 2.4) виконана з викатним корпусом й електромеханічними приводами механізмів. Розташована на фундаменті, що перебуває нижче рівня робочої площадки. На опорну (фундаментну) раму 5 установлена колиска із двома звареними сегментами *4,* на якій жорстко укріплений портал печі *3* і покладені рейки для пересування візка *9* з корпусом 1 печі. До складу печі входять механізми нахилу печі *6,* підйому

склепіння 7, викочування корпуса печі *8,* обертання корпуса й переміщення електродів *10.*

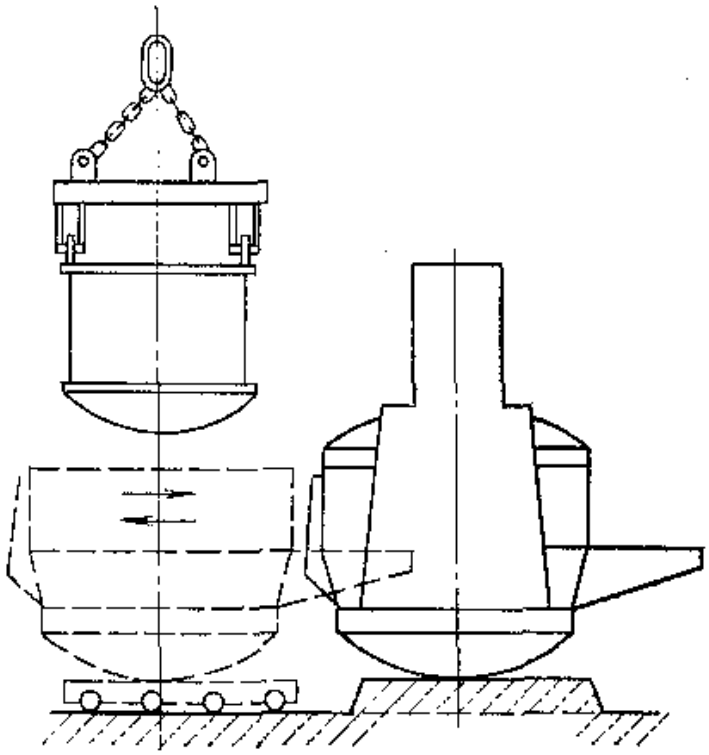


Рисунок 2.1 - Дугова електропіч із корпусом що викочується, портал з піднятим склепінням й електродами залишається на місці.

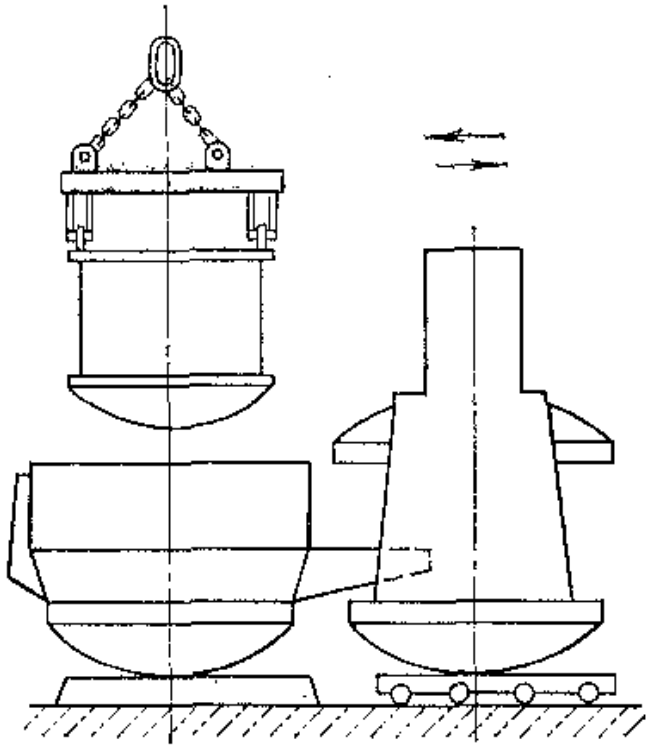


Рисунок 2.2 - Дугова електропіч із порталом, що викочується.

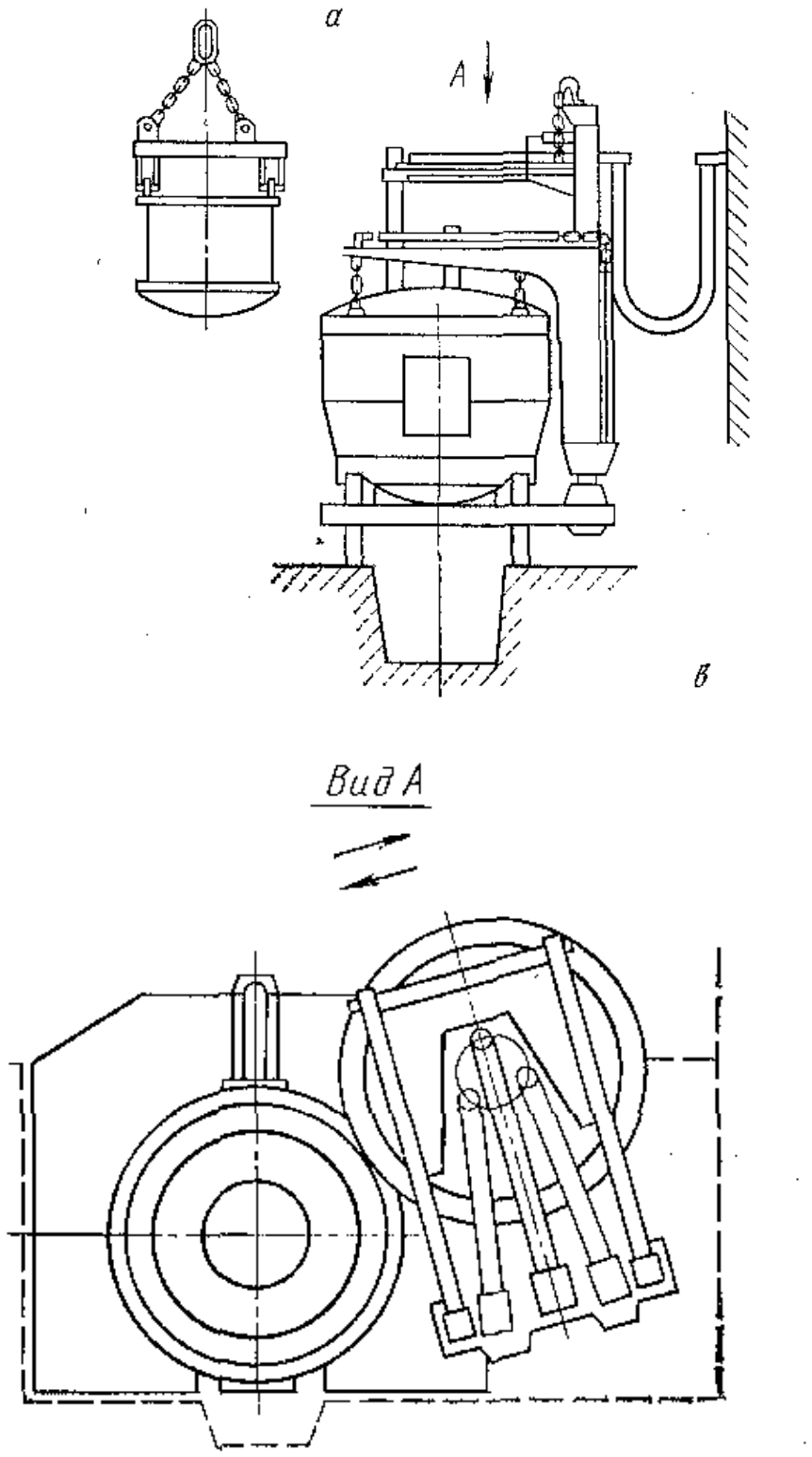


Рисунок 2.3 – Дугова електропіч із склепінням, що відводиться.

Для можливості відкоту корпуса печі передбачена відкачувана платформа (площадка) *13,* установлена на візку *18.* У робочому положенні відкочувана платформа перебуває на одному рівні з робочою площадкою. При викочуванні

корпуса печі платформа опускається на 345 *мм* і засувається під робочу площадку. Підйом й опускання платформи здійснюються переміщенням котків, розташованих між нею й рамою візка *18.* Котки переміщаються цевочними рейками. Привод рейкових шестірень здійснюється через дві відкриті зубчасті пари й черв'ячний редуктор від електродвигуна МТК-31-6 (потужністю N=11 *кВт, n*= 920 *хв*$^{-1}$*).* Швидкість підйому платформи 0,785 *м/хв.*

Механізм відкриття заслінки на цій печі здійснюється за допомогою одного редуктора розташованого ліворуч від робочого вікна, до вихідного вала редуктора кріпиться сталевий трос який надає руху валу відкриття заслінки. Вал розташований над робочим вікном, на кінці якого встановлені ролики ланцюгові. При включенні механізму для відкриття заслінки відбувається намотування ланцюгів на ланцюгові ролики.

Заслінку робочого вікна *15* піднімають за допомогою ланцюгового привода із двигуном потужністю 2 *кВт.* Передбачено можливість пересування заслінки вручну. Заслінку допоміжного вікна *16* піднімають ручним механізмом.

Не показані ще наступні елементи печі: електродотримачі *11* з токопідводящим пристроєм *12,* зливний носок *14,* а також завантажувальна баддя *17.*

Механізм нахилу печі складається з електродвигуна МТ-42-8 *(N* = 19,2 *кВт, n* = 710 *хв*$^{-1}$*),* черв'ячного й циліндричного редукторів, двох рейкових зубчастих передач, шестірні яких з'єднані між собою валом. Лінійна швидкість зубчастої рейки 0,0336 *м/сек.*

Для завалки корпус печі (рис. 2.5) викочується двома рейками *6* із цевочним зачепленням, укріпленими на рамі візка 7. Цевочние шестірні 5 при водяться в обертання електродвигуном *1 (N* = 26,8 *квт, n* = 720 *хв*$^{-1}$*)* через черв'ячний редуктор *2,* ланцюгову передачу *3,* трансмісійний вал і відкриті зубчасті пари *4.*

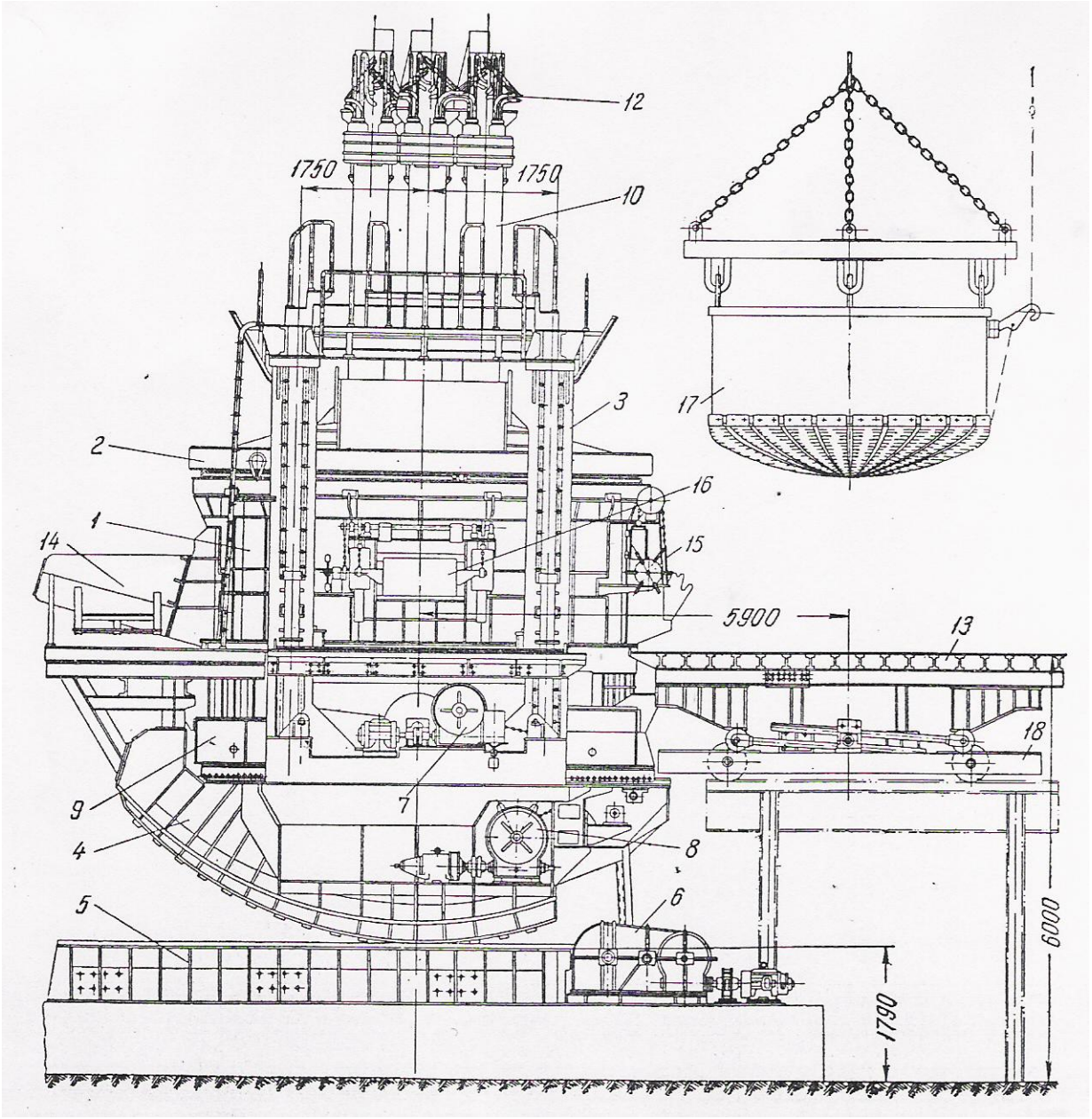


Рисунок 2.4 - Електропіч місткістю 25 т.

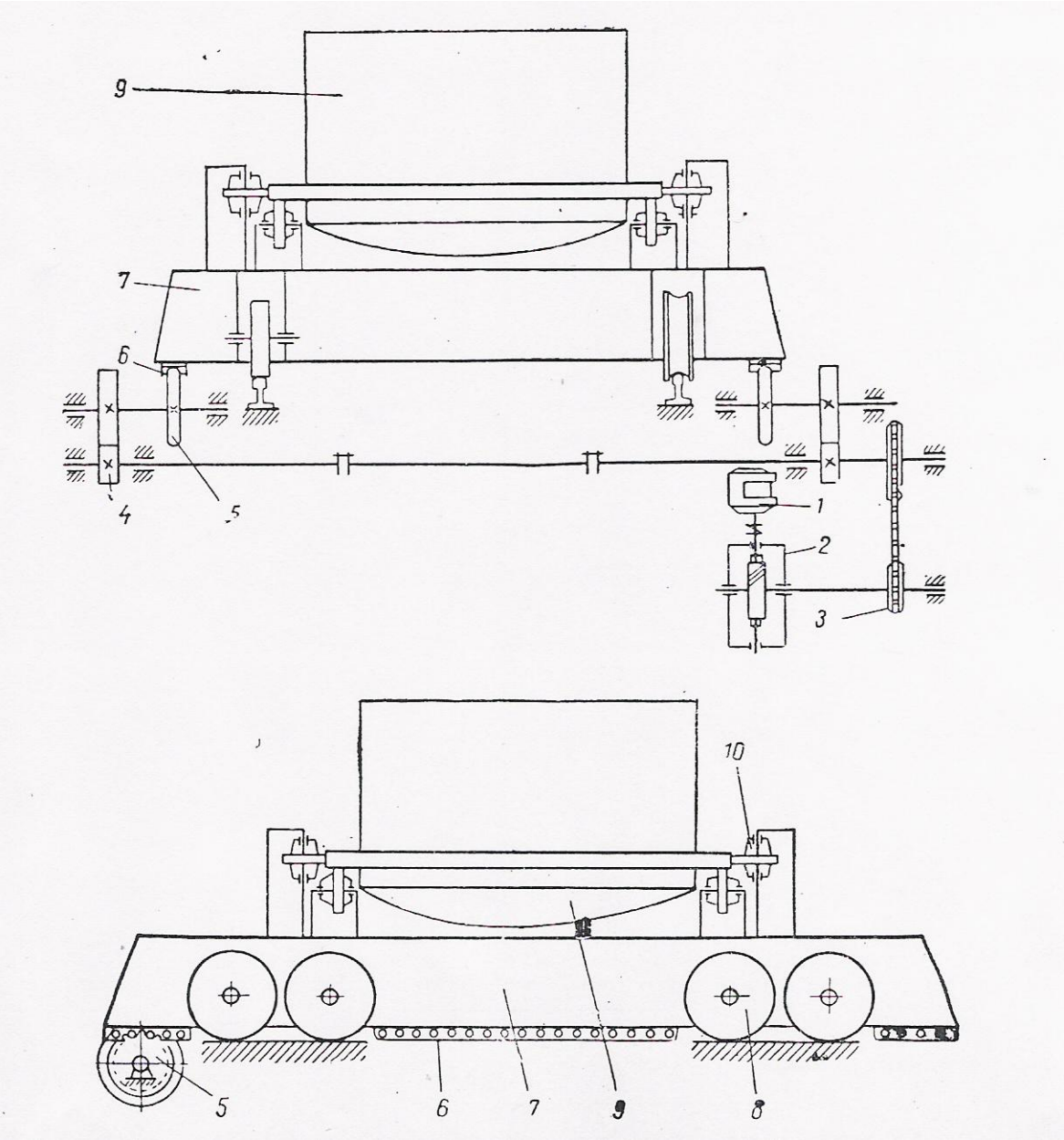


Рисунок 2.5 - Кінематична схема механізму викочування корпуса печі ДСВ-25 з висувним візком.

Візок на восьми ходових колесах *8* спочатку переміщається по рейках колиски, а потім по рейках естакади в напрямку робочого вікна. Конструкція коліс візка — ребордних з однієї сторони й безребордних з іншого боку - забезпечує компенсацію температурних розширень. Хід візка 5900 *мм,* швидкість пересування 4,55 $хв^{-1}$. Корпус печі *9* круговою рейкою опирається на

ролики, змонтовані в чотирьох тумбах на візку. У кожній тумбі передбачені також упорні ролики.

Два приводи механізму повороту корпуси розташовані з діаметрально протилежних сторін. Кожен привод складається з електродвигуна типу МТ-31-6 *(Р* = 13,2 *квт,* n=940 *хв*$^{-1}$*)* і двоступінчастого черв'ячного редуктора (1 = 700). На вихідному валу редуктора насаджена шестірня, що входить у зачеплення із цевочним сегментом на корпусі печі. Кут повороту корпуса печі дорівнює 45° в обидва боки. Швидкість обертання 0,101 *хв*$^{-1}$.

Склепіння піднімають й опускають важільно-ланцюговим механізмом, розташованим на порталі печі. Привод механізму включає електродвигун МТК-42-8 *(N* = 16 *кВт, n*= 685 *хв*$^{-1}$*),* черв'ячний редуктор і проміжну зубчасту пару. Висота підйому склепіння 280 *мм,* швидкість підйому 1,7 *хв*$^{-1}$.

У портал печі збудована шахта, у якій переміщаються по роликах *3* рухливі стійки *2* для електродотримачів 1. Механізм переміщення електродів складається із системи канатів 5 із блоками *4,* противаги й барабанної лебідки *6, що* включає двоступінчастий черв'ячний редуктор й електродвигун 7 типу ПНВ-28,5 *(N*~ = 2,8 *кВт, n* = 1560 *хв*$^{-1}$*).* Затискач електродів пружинно-пневматичний.

Дугова електропіч місткістю 25 т з гідроприводами механізмів

Дугова сталеплавильна піч місткістю 25 *т* є одним з типорозмірів печей серії ДСВ (дугові сталеплавильні з викатним корпусом).

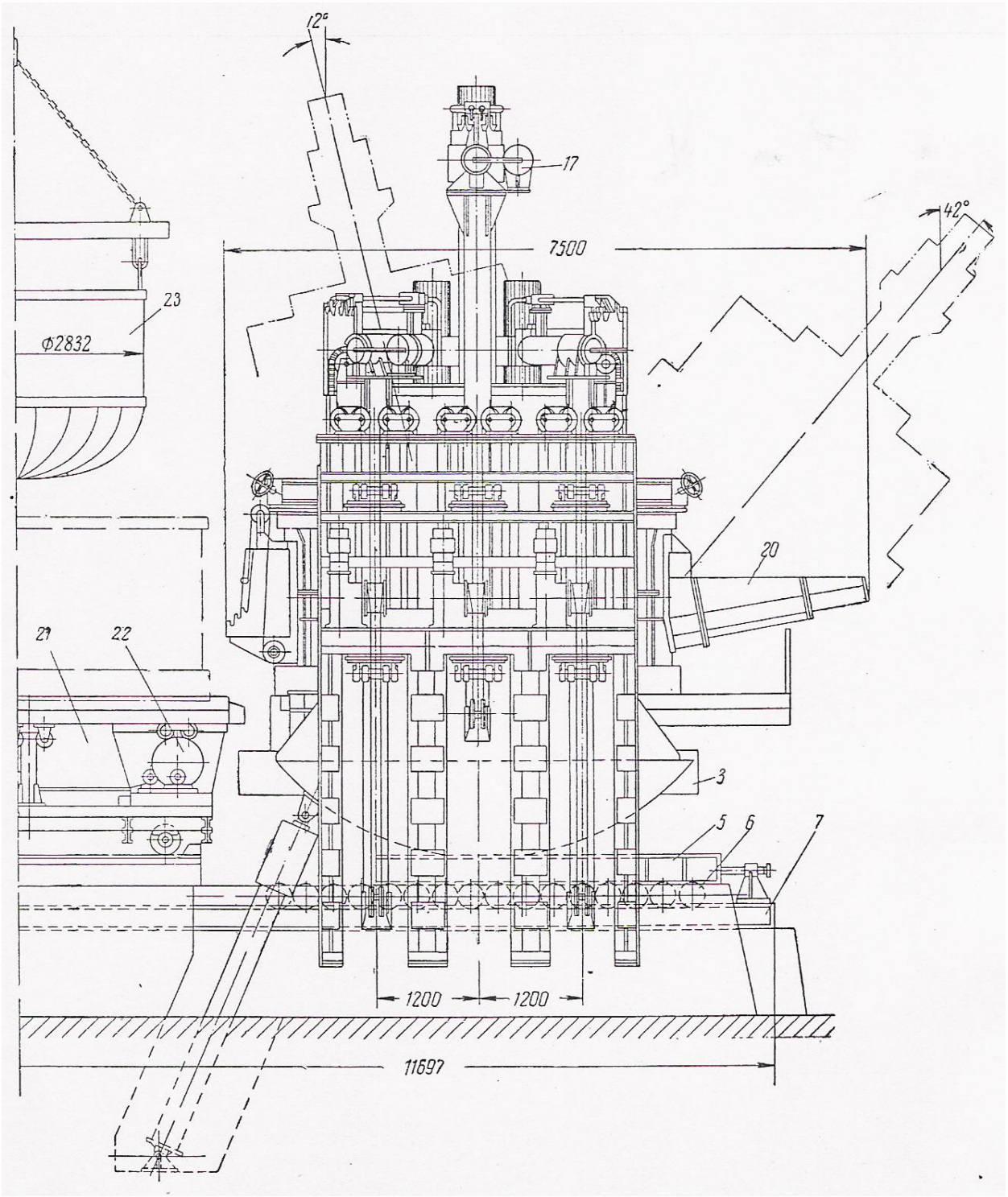
Піч (рис 2.6) складається зі сталевого кожуха зі сферичним днищем, футерованим хромомагнезитовою цеглою, і азбестовою прокладкою між кожухом і футеровкою. Плавильний простір печі накривається знімним склепінням *2,* що підвішується до ланцюгів механізму підйому *10.* Сводове кільце - зварне, охолоджуваною водою. Привод механізму підйому склепіня - гідравлічний (діаметр циліндра 300 *мм,* тиск 15 *кг/см*^{2}*).* Переміщення склепіння здійснюється ланцюговим механізмом. Вага склепіння 20 т.

Завантаження шихти проводиться зверху за допомогою завантажувального кошика *23,* для чого передбачається викочування корпуса печі убік робочого вікна *19.* Для викочування корпуса печі передбачена платформа, що

відкочується 21 перед робочим вікном. Перед викочуванням печі під завантаження платформа за допомогою спеціального ексцентрикового механізму *22* опускається на 350 *мм* і закочується корпусом печі під перекриття робочої площадки прольоту.

Для прискорення плавлення корпус печі періодично повертають навколо вертикальної осі спочатку в одну сторону на кут до 40°, потім у зворотну сторону до 80°. Корпус печі круговою рейкою опирається на ролики в чотирьох тумбах *12,* установлених на колисці *3.* В однієї з тумб на колисці змонтований привод механізму повороту, що складає з електродвигуна (N=10 *кВт, n* = 815 $хв^{-1}$) і черв'ячного двоступінчастого редуктора *(I* — 1008). На вертикальному валу черв'ячного редуктора насаджена шестірня, що передає обертання цевочному сектору й корпусу печі.

Колиска 3 двома сегментами 4 опирається на дві опорні балки викатної платформи *5, що* лежать на рухливих котках *6* механізму відкоту корпуса печі (рисунок 2.7). Відкіт здійснюється гідроциліндром 5, укріпленим на фундаментній рамі. Шток циліндра шарнірно пов'язаний з рамою *6* опорних котків, які пересуваються по нерухомих балках . Частина котків має в середній частині радіальні отвори, у які входять шипи на верхній поверхні нерухомих балок , і на нижній поверхні балок викатної платформи *3.* Така конс трукція виключає проковзування. При пересуванні рами опорних котків платформа разом з піччю одержує подвоєне переміщення (у порівнянні з рамою). Викочують корпус після підняття склепінні печі. У верхній частині колиски є чотири ролики *8,* що входять у напрямні пази порталу *9.* При викочуванні корпуса з порталу два задніх ролики залишаються в пазах порталу й утримують корпус печі від перекидання.



1 - корпус печі, 2 - склепіння, 3 - колиска, 4 - опорні сегменти, 5 - балка, 6 - опорні ролики в обоймі, 7 - рама, 8 - гідравлічні циліндри нахилу печі, 9 - портал, 10 - гідравлічні циліндри механізму підйому склепіння, 11 - механізм повороту ванни, 12 - тумби з опорними й упорними роликами, 13 - механізм переміщення електродів, 14 - рухливі колони, 15 - електродотримачі, 16 - електроди, 17 - механізм затискача електродів, 18 - контргруз, 19 - робоче вікно, 20 - носок, 21 – відкочувальна платформа, 22 - кулачковий механізм опускання платформи, 23 - завантажувальний кошик.

Рисунок 2.6 - Електропіч місткістю 25 т з гідравлічними приводами механізмів складається:

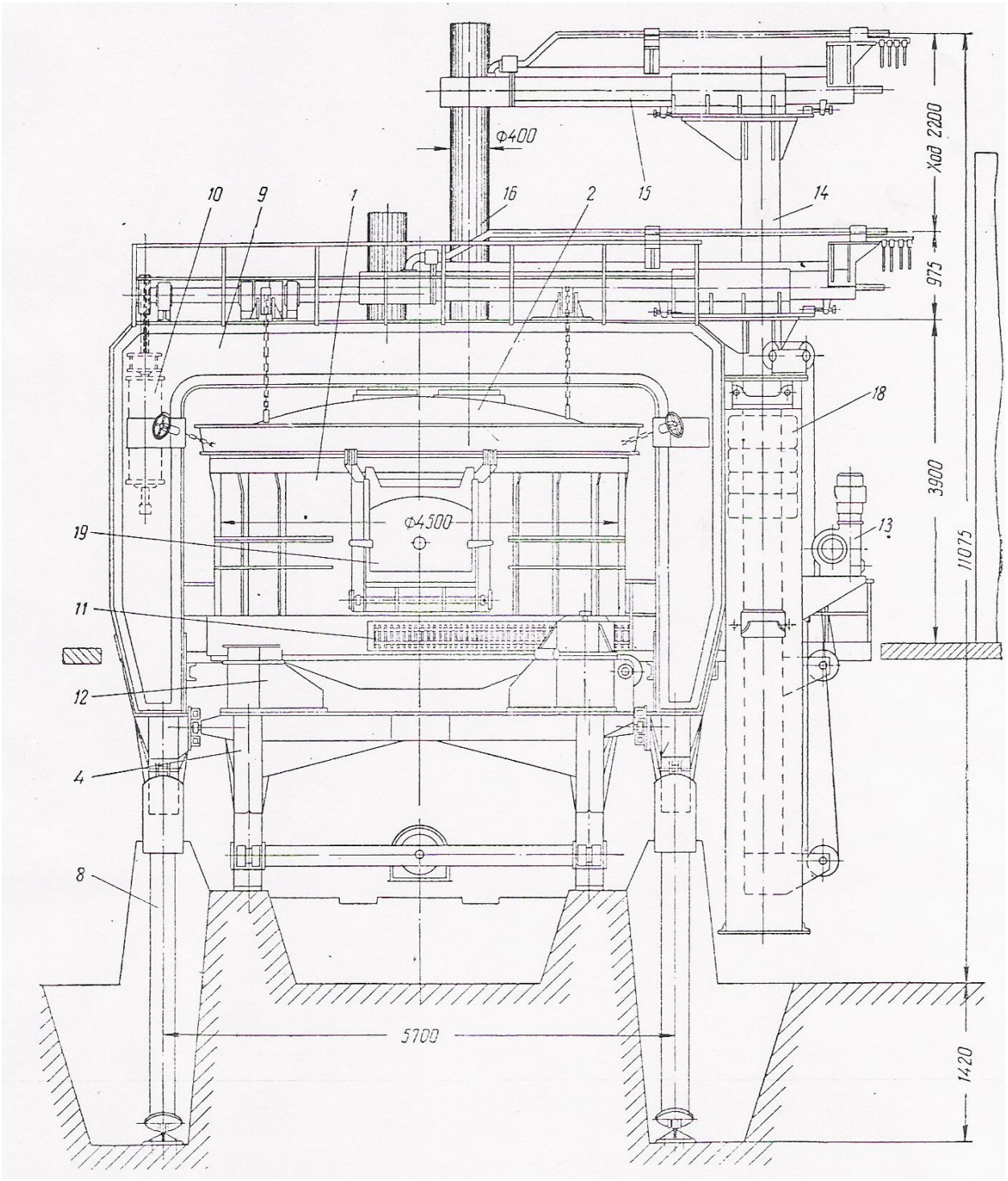


Рисунок 2.7 - Електропіч місткістю 25 т з гідравлічними приводами механізмів продовження рисунка 2.6

Портал своїми двома сегментами *10,* геометрично однаковими із сегментами колиски печі, опирається на дві фундаментні балки *П.* Нахил печі можливий тільки при повністю всунутому в портал корпусі, коли осі сегментів будуть лежати в одній вертикальній площині. Механізм нахилу має два гідравлічні циліндри *12,* що з'єднані шарнірно із сегментами порталу й

фундаментних балок. Портал нахиляється, перекочуючись сегментами по опорних балках, і захоплює за собою колиску, ролики якої перебувають у напрямних пазах порталу.

Механізм відкриття заслінки на цій печі здійснюється за допомогою одного редуктора розташованого ліворуч від робочого вікна, до вихідного вала редуктора кріпиться сталевий трос який надає руху валу відкриття заслінки. Вал розташований під робочим вікном, на кінці якого встановлені ролики ланцюгові. При включенні механізму для відкриття заслінки відбувається намотування ланцюгів на ланцюгові ролики

2.2 Огляд й аналіз систем й устаткування механізму переміщення електродів електродугових печей

Із упевненістю можна сказати, що для виробництва високоякісних і складнолегірованих сталей, електросталеплавильний процес у дугових печах має ряд незаперечних технологічних переваг. Це перетворило процес в основний метод виплавки високоякісної сталі.

Більшу частину вироблених електросталей виплавляють у дугових електропечах. Основними стратегічними завданнями виробництва є зниження витрат і забезпечення надійність, довговічність і продуктивність механізмів печей. А це значною мірою залежить від того, наскільки ефективно працює механізм переміщення електродів.

На даний момент у металургійній індустрії використають різні конструкції механізмів переміщення електродів. Що розрізняються: по виду приводу (електромеханічний або гідравлічний); по виду рухливої конструкції, що несе електрод (телескопічна стійка або каретка з консольним рукавом); по виду передачі (канатні або рейкові); по виду зрівноважування (наприміpі противаг або пневмоциліндрів). І кожна з них має свої переваги й недоліки.

Механізм пересування електрода дугової електросталеплавильної печі з канатною передачею й вантажним зрівноважуванням телескопічною стійкою як правило має електромеханічний привід (схема 1.1).

На схемі видно, що вертикальне переміщення стійки здійснюється за рахунок тертя троса об барабан лебідки. А стійка, електродотримач й електрод урівноважені приблизно на 75% противагою, що за допомогою троса й системи напрямних блоків переміщається в шахті печі.

Потужність двигуна, яка потрібна для пересування частин, що рухаються, у розглянутій кінематичній схемі незначна; в основному вона визначається силами тертя в опорних роликах шахти й напрямних блоках каната, а також коефіцієнтом корисної дії електролебідки.

Для відключення електродвигуна й зупинки механізму в крайніх верхнім і нижнім положеннях установлені кінцеві вимикачі.

Механізм переміщення електродів електродугової печі з канатною передачею й вантажним зрівноважуванням каретки з консольним рукавом (схема 1.2) виступає аналогом попереднього механізму.

Електродотримач опускається також під дією ваги незбалансованої частини рухливих мас при змотуванні троса з барабана, під час реверсування приводного двигуна.

Для відключення електродвигуна й зупинки механізму в крайніх верхнім і нижнім положеннях, як й у попередній схемі, установлені кінцеві вимикачі.

Запобігання електрода від поломки здійснюється спеціальним пристроєм, що відключає приводний двигун при утворенні слабини сталевого каната.

Потужність приводного двигуна потрібна для переміщення частин, що рухаються, ще більш незначна, чим у попередньому механізмі. Це пов'язане з тим, що стійка нерухома. Це дозволяє застосовувати електродвигуни того самого типу на печах різної ємності.

Для запобігання поломки електрода, якщо при спуску вручну він досягне шихті, або при автоматичному регулюванні впреться в неструмопровідну шихту, повинен прослизати трос на барабані лебідки. Тобто запобігання електрода від

поломки, базується на принципі прослизання каната на барабані. Однак на практиці при упорі електрода в шихту часто, спостерігалися випадки його поломки або обриву троса.

Основна відмінність цих двох механізмів у тім, що механізмом з телескопічною стійкою зручніше застосовувати в конструкціях печей малої і середньої ємності, а механізмом з кареткою й консольним рукавом - середній і великій ємностях.

Механізм переміщення електродів дугової електросталеплавильної печі з канатною передачею й пневматичним зрівноважуванням телескопічної стійки (схема 1.3) має більші переваги. Завдяки більше плавній швидкості при опусканні електрода.

Електродотримач опускається також під дією ваги, під час реверсування приводного двигуна, однак цей процес контролюється пневмоциліндром.

Для відключення електродвигуна й зупинки механізму в крайніх верхнім і нижнім положеннях, установлені кінцеві вимикачі, підібрані під хід циліндра.

Однак тяговим органом також служить сталевий трос або ланцюг.

Переваги механізмів з канатною передачею:

- запобігання електрода від поломки, що базується на принципі утворення слабини й прослизання гнучкого каната на барабані електролебідки;

- зменшення навантаження двигуна, необхідного для пересування електродів.

Недоліки механізмів з канатною передачею:

- відповідно діаметру троса підбирається діаметр барабана (25 діаметрів троса), що робить привід громіздким з більшим передатним відношенням і низьким КПД;

- трос є слабким місцем в експлуатації, а його заміна складна й трудомістка;

- трос є еластичною ланкою, це негативно впливає на точність установки електрода при регулюванні довжини дуги. Це може привести до розриву дуги;

- у процесі експлуатації утворяться зазори (люфти) у ланках механізму, які істотно впливають на стійкість регулювання електричної потужності печі.

Теоретичні й експериментальні дослідження показали малу придатність використання механізмів із гнучким зв'язком для регулювання електричної потужності дугових сталеплавильних печей.

На відміну від канатних передач, застосування рейок жорстко зв'язує двигун з електродом.

Механізми пересування електродів з рейковою передачею й вантажним зрівноважуванням телескопічної стійки (схема 1.4) або каретки з консольним рукавом (схема 1.5) також схожі між собою.

Механізми складаються з електродвигуна, редуктора, рейкової передачі, противаги, електродотримача й каретки або телескопічної стійки, що переміщається за допомогою роликів по напрямних.

У нових конструкціях рейкового механізму передбачене примусове переміщення каретки (стійки) як нагору, так і вниз за допомогою пружин, установленої у місці кріплення зубчастої рейки до каретки (стійці).

Запобігання від поломки електрода здійснюється в такий спосіб. Якщо електрод опущений до зіткнення із шихтою, а електродвигун продовжує переміщення рейки вниз, то вона, переборовши твердість пружини (твердість і хід пружини повинні бути відповідно розраховані й відрегульовані), натисне на шляховий вимикач і відключить електродвигун. Електрод у цей момент буде навантажений зусиллям від власної ваги плюс зусилля, обумовлене твердістю стислої пружини.

Механізми пересування електродів з рейковою передачею по своїх експлуатаційних і регулювальних показниках значно перевершують механізми з канатною передачею.

Достоїнства механізмів з рейковою передачею:

- значно збільшується твердість зв'язку двигуна з електродом, а відповідно й точність установки електрода при регулюванні довжини дуги;

- зменшується запізнювання системи автоматичного регулювання;

- у порівнянні з канатними передачами зменшуються сумарні зазори в передачі.

Недоліки механізмів з рейковою передачею:

-погіршується запобігання електродів від поломки, при їхньому упорі на шихту в процесі ручного керування й на не струмопровідний скрап - при автоматичному керуванні;

- у процесі експлуатації також утворяться (але не такі значні) зазори (люфти) у ланках механізму, які впливають на стійкість регулювання електричної потужності печі.

В останні роки фірми стали випускати дугові сталеплавильні печі з гідравлічним приводом пересування електродів. Це показує те, що гідравлічні регулятори мають малі габарити й масу, а також високу швидкодію (швидкість реакції на командний імпульс), що обумовлене головним чином малою інерцією рухливих частин і високою силовою напруженістю.

Практика показує, що на електродвигун доводиться не менш 70% загального моменту інерції механізму, тоді як для систем з гідравлічним двигуном роторного типу це значення звичайно не перевищує 5%.

У механізмі пересування електродів з гідравлічною передачею й телескопічною стійкою (схема 1.6) зв'язок гідромотора або золотника з електродвигунами здійснюється за допомогою гідроциліндра.

Масло з бака нагнітається насосом через зворотний клапан і напірний колектор. З колектора масло надходить під плунжери гідроциліндрів, що несуть електродотримачі, через фільтри й дроселі з регуляторами.

З-під плунжерів гідроциліндрів масло відкачується насосами й через фільтри й напірний золотник знову попадає в бак.

Крім перерахованих гідроапаратур, у пристрій гідроприводу входить запобіжний клапан.

Електрод переміщається в такий спосіб. Якщо продуктивність (витрата) відкачуючого насоса дорівнює витраті масла, що надходить із колектора через дросель, то електрод залишається нерухомим. При перевищенні витрати насоса

над постійною витратою прибуваючого масла електрод переміщається вниз; при зниженні витрати відкачуючого насоса електрод переміщається нагору.

Зміна витрати відкачуючого насоса відбувається в результаті зміни числа оборотів приводного електродвигуна постійного струму, керованого від електричної схеми регулятора положення електродів.

Достоїнства механізмів з гідравлічною передачею:

- можливість безступінчастого регулювання швидкості руху в широких діапазонах, незалежно від навантаження;

- простота й надійність запобігання від поломок електрода й перевантажень, обмеженням робочого тиску;

- плавність і безшумність роботи;

- найменше в порівнянні з іншими видами приводів відношення маси до розвитої потужності, що;

- здатність довгостроково розвивати статичні зусилля;

- експлуатаційна надійність;

- відсутність запізнювання й зазорів.

Недоліки механізмів з гідравлічною передачею:

- необхідно правильне виготовлення й експлуатація механізмів;

- часта заміна масла в гідросистемі, внаслідок змін температури навколишнього середовища.

Однак не слід забувати, що доцільність використання того або іншого приводу, повинна бути визначена в кожному конкретному випадку з урахуванням умов роботи, характеру руху, надійності, загальної ваги, вартості й габаритів.

2.3 Опис конструкції й принципу дії пропонованого механізму відкриття заслінки електродугової печі

У цей час із кожним роком інженери всього світу прагнуть поліпшити параметри електродугових печей для зниження собівартості готової продукції.

Тому для модернізації старого встаткування перший крок повинен бути зроблений убік поліпшення роботи встаткування.

У результаті модернізації пропонується замінити поріг робочого вікна на поріг циліндричної форми й для підвищення стійкості порога пропонується виготовляти поріг із графіту, що дозволить збільшити термін служби порога й зменшить витрати на тону виплавлюваного метала. Так само для більше ефективної роботи механізму пропонуємо змінити конструкцію механізму шляхом установки редуктора підняття заслінки із протилежної сторони, і видаленні вала підйому заслінки який розташований унизу.

Тому що графітовий циліндр мають більшу стійкість у порівнянні з металевим у результаті скачуваннння шлаків відбувається менше зношування тіла, що приводить до тривалого терміну служби порога циліндричної форми виготовленого із графіту.

На рисунку 2.10 зображена конструкція привода робочого вікна встановленого на електродугових печах до реконструкції.

Конструкція робочого вікна складається з: 1 електродвигуна який закріплений на черв'ячному редукторі 9, на валу якого перебуває гальмо 8, через сталевий трос 14 від редуктора обертаючий момент передається на вал підйому заслінки 15, вал кріпитися за допомогою корпусів 16, на валу підйому заслінки насаджені два ланцюгові колеса 17, заслінка 21 піднімається при допомогою ланцюгів 20 які прикріплені до заслінки й до вала підйому заслінки. Вся конструкція кріпиться за допомогою болтових з'єднань 2,5,10. За заслінкою встановлена арка робочого вікна 22. Заслінка призначена для закриття робочого простору печі.

2.4 Обґрунтування обраного напрямку роботи

Працездатність дугових електропечей у цілому і її основних показників значною мірою залежить від того, наскільки ефективно працюють механізми і в тому числі і механізм відкриття заслінки.

Механізм відкриття заслінки внаслідок особливих умов роботи й режимів необхідних для безпечної роботи, повинен задовольняти наступним основним вимогам:

а) надійність у роботі, зручність при ремонті й нагляді;

б) мінімальне й у всякому разі стабільне тертя у всіх елементах системи;

в) максимально твердий кінематичний зв'язок двигуна із заслінкою,

г) мінімальні зазори у кінематичної передачі;

д) максимально можливий к.к.д. і мінімальне розходження в статичних моментах навантаження при підйомі й спуску заслінки.

Наведений вище аналіз показав, що на даний момент застосовують різні конструкції механізмів відкриття заслінки з розташуванням валів верху й низу відносно робочого вікна, і без валів при розташуванні редукторів по обидва боки. Практика показала, що найбільш ефективні є механізми на яких редуктора розташовані із двох сторін, що являє собою більш ефективну роботу печі під час скачування шлаків. Але вони не є ідеальними іІ вимагають подальшого вдосконалення.

У зв'язку із цим подальша модернізація механізму відкриття заслінки з розташованим валом внизу недоцільна. А от заміна вала підйому заслінки на два редуктори приведе до більш ефективної роботи печі під час скачування шлаків, дана модернізація є першим етапом поліпшення техніко-економічних показників печі.

Відомо, що головними показниками, які визначають ефективність роботи механізмів у цілому, це високі чутливість, швидкодія, точність і стійкість проти коливань. Але між ними повинна бути тверда погодженість при керуванні процесом плавки, тому що, необґрунтоване підвищення рівня одного показника може привести до зниження іншого. У той же час головне завдання в розробці механізму повинне бути забезпечена максимально можлива стабільність електродугового процесу в усі періоди плавки. Тільки в цих умовах можуть бути досягнуті високі показники печі, а саме продуктивність і витрата електроенергії й електродів.

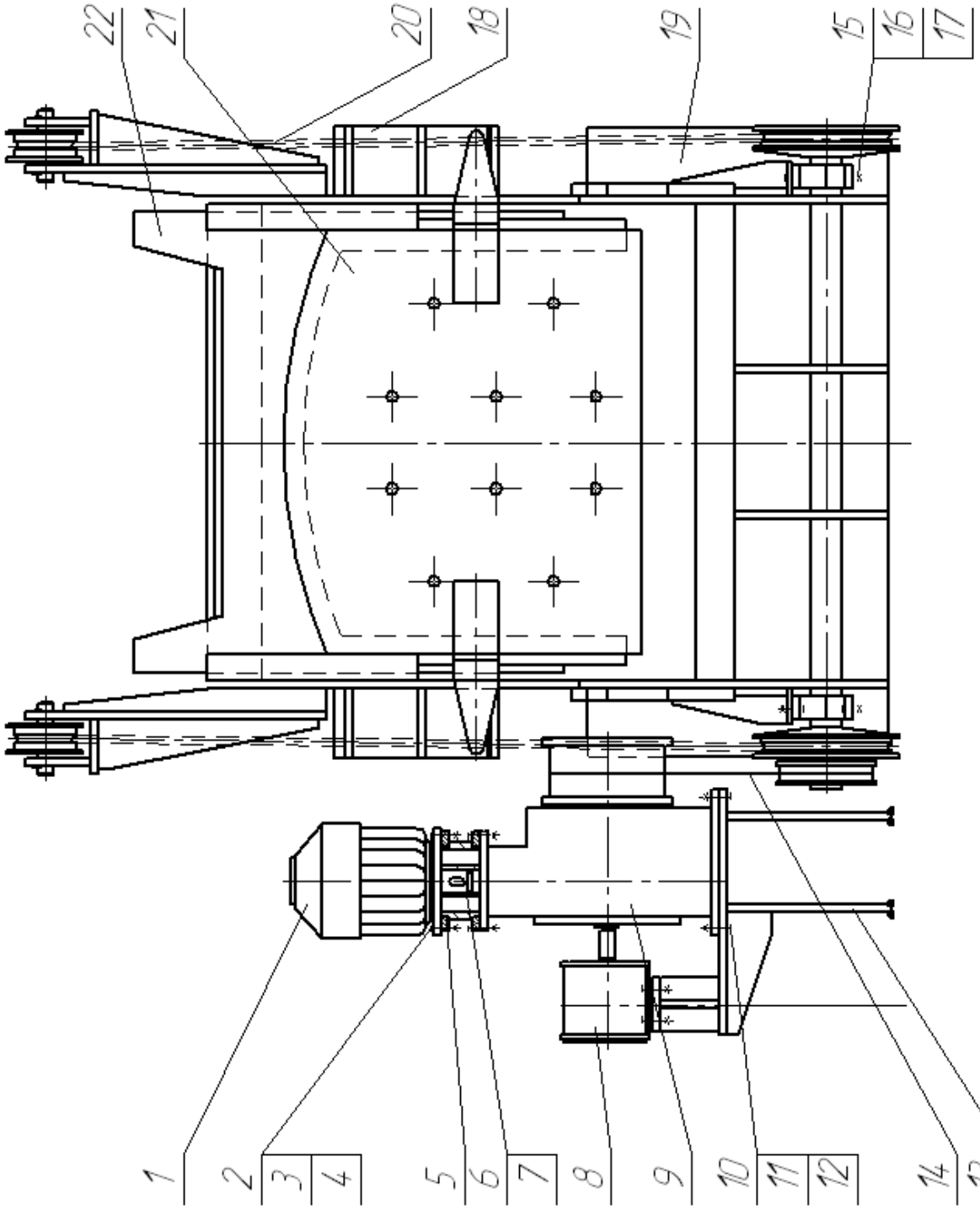


Рисунок 2.2.1 – Робоче вікно електродугової печі

Перш ніж приступати до розробки даної моделі розташуванням редукторів по обидва боки, необхідно зробити дослідження оптимізації основних параметрів механізму, при яких були б задоволені основні вимоги.

З урахуванням наведеного аналізу в роботі поставлені такі завдання.

1. Оптимізація параметрів і характеристик.
2. Розробка методики й технології проведення експериментальних досліджень.
3. Розробка головного складального креслення механізму і його вузлів.
4. Визначення економічної ефективності.

2.5 Розрахунки найбільш навантажених частин дугової сталеплавильної печі ДСВ-25

2.5.1 Визначення навантажень на стійку печі

Вихідні дані:

Маса електрода, кг - $P_Э = 2000$

Маса стійкі, кг - $P_C = 4200$

Маса рукава електродотримача, кг

- середнього - $P_{P1} = 3450$
- крайнього - $P_{P2} = 4700$

Маса кабелю (на 1 фазу), кг - $P_K = 1100$

Положення центра мас щодо осі стійки (див. рис. 2.11), м:

- електрода середнього - $X_{Э1} = 3,42$
- електрода крайнього - $X_{Э2} = 4,47$
- рукава електродотримача середнього - $X_{P1} = 0,6$
- рукава електродотримача крайнього - $X_{P2} = 1,0$
- кабелів - $X_K = 2,905$

Положення центра мас щодо осі електродотримача, м:

- електрода - $Y_Э = 2,6$
- стійки - $Y_C = 3,25$
- кабелів - $Y_K = 0,5$

Відстань між опорними роликами, м:

- по горизонталі - h = 3,0

- по вертикалі - l = 0,8

F_A, F_B – сили опору переміщенню стійки відповідно в роликових опорах А и В;

R_A, R_B – сили тиску на опорні ролики;

Розрахунок положення центра мас системи МПЕ щодо осі стійки:

- середнього електродотримача

$$X_{ЦМ1} = \frac{P_э \cdot X_{э1} + P_{р1} \cdot X_{р1} + P_к \cdot X_к}{P_э + P_{р1} + P_к + P_с} = \\ = \frac{2000 \cdot 3,42 + 3450 \cdot 0,6 + 1100 \cdot (-2,905)}{2000 + 3450 + 1100 + 4200} = 0,53м \quad (2.30)$$

- крайнього електродотримача

$$X_{ЦМ2} = \frac{P_э \cdot X_{э2} + P_{р2} \cdot X_{р2} + P_к \cdot X_к}{P_э + P_{р2} + P_к + P_с} = \\ = \frac{2000 \cdot 4,47 + 4700 \cdot 1 + 1100 \cdot (-2,905)}{2000 + 4700 + 1100 + 4200} = 0,87м \quad (2.31)$$

Розрахунок положення центра мас системи МПЭ щодо осі електродотримача:

- середнього електродотримача

$$Y_{ЦМ1} = \frac{P_э \cdot Y_э + P_с \cdot Y_с + P_к \cdot Y_к}{P_э + P_{р1} + P_к + P_с} = \\ = \frac{2000 \cdot 2,6 + 4200 \cdot 3,25 + 1100 \cdot 0,5}{2000 + 3450 + 1100 + 4200} = 1,8м \quad (2.32)$$

- крайнього електродотримача

$$Y_{ЦМ2} = \frac{P_э \cdot Y_э + P_с \cdot Y_с + P_к \cdot Y_к}{P_э + P_{р2} + P_к + P_с} = \\ = \frac{2000 \cdot 2,6 + 4200 \cdot 3,25 + 1100 \cdot 0,5}{2000 + 4700 + 1100 + 4200} = 1,61м \quad (2.33)$$

Маса системи

- середнього електродотримача:

$$Q_1 = P_э + P_{р1} + P_к + P_с = 2000 + 3450 + 1100 + 4200 = \\ = 10750 \text{ кг } (108 \text{ кн}) \quad (2.34)$$

- крайнього електродотримача

$$Q_2 = P_э + P_{р2} + P_к + P_с = 2000 + 4700 + 1100 + 4200 = \\ = 12000 \text{ кг } (120 \text{ кн}) \quad (2.35)$$

Знаходимо силу Р, що діє на шток гідроциліндра, при підйомі стійки. Становимо три рівняння статики для плоскої системи сил: суми проекції сил на осі х, в і рівняння моментів щодо крапки А:

$$\begin{cases} R_B - R_A = 0; \\ Q - P + F_A + F_B = 0; \\ Q \cdot \left(X_{ЦМ} - \frac{l}{2} \right) + P \cdot \frac{l}{2} + R_B \cdot h - F_B \cdot l = 0. \end{cases} \quad (2.36)$$

Невідомими величинами є Р, R_A, R_B, F_A, F_B, число яких можна понизити до трьох, якщо врахувати, що F_A й F_B є функціями відповідних опорних реакцій:

$$\begin{cases} F_A = R_A \cdot \omega = R_A \cdot \frac{(\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{D} \cdot k_p; \\ F_B = R_B \cdot \omega = R_B \cdot \frac{(\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{D} \cdot k_p. \end{cases} \quad (2.37)$$

де μ- коефіцієнт тяги; інші позначення такі ж, як й у попередній формулі.

$$\begin{cases} R_B = R_A; \\ P = Q + 2F_A = Q + 2F_B; \\ P = Q + 2Q\frac{X_{ЦМ}}{l} - 2R_B \cdot \frac{h}{l} + 2F_B = 0. \end{cases}$$

$$Q + 2F_B = Q + 2Q\frac{X_{ЦМ}}{l} - 2R_B \cdot \frac{h}{l} + 2F_B;$$

$$R_B \cdot h = Q \cdot X_{ЦМ};$$

$$F_B = Q\frac{X_{ЦМ}}{h} \cdot \omega;$$

$$P = Q\left[1 + 2\left(\frac{X_{ЦМ}}{h} \cdot \omega\right)\right]. \quad (2.38)$$

Опору переміщенню стійки електродотримачів по напрямних колони дугової електропечі:

$$\omega = \frac{\mu \cdot d + 2 \cdot k}{D} \cdot k_p \quad (2.39)$$

k_p – 1, тому що реборд ролики не мають,

μ = 0,015; d = 50 мм; D = 100 мм

$$\omega = \frac{0{,}015 \cdot 0{,}05 + 2 \cdot 0{,}09}{0{,}1} \cdot 1 = 1{,}8075 \quad (2.40)$$

Визначення сили Р на штоку гідроциліндра:

- середнього електродотримача

$$P_1 = Q\left[1 + 2\left(\frac{X_{ЦМ}}{h} \cdot \omega\right)\right] = \\ = 10750\left[1 + 2\left(\frac{0{,}53}{3} \cdot 1{,}8075\right)\right] = 17615H \quad (2.41)$$

- крайнього електродотримача

$$P_2 = Q\left[1 + 2\left(\frac{X_{ЦМ}}{h} \cdot \omega\right)\right] = \\ = 12000\left[1 + 2\left(\frac{0{,}87}{3} \cdot 1{,}8075\right)\right] = 24580H \quad (2.42)$$

Вибираємо найбільше значення й ураховуємо коефіцієнт запасу:

$$P_\Sigma = P_2 \cdot 1{,}3 = 24580 \cdot 1{,}3 = 31954 \approx 32кН \quad (2.43)$$

2.5.2 Розрахунок приводу механізму переміщення електродів

Вихідні дані для розрахунку силових гідроциліндрів:

- кількість гідроциліндрів, шт. - k = 1;
- максимальний хід плунжера, мм - H = 2500;

- максимальна швидкість переміщення, м/хв - v = 6;

- номінальний тиск маслостанции, МПа - $P_Н$ = 6,3 МПа.

Гідравлічний силовий циліндр є об'ємним двигуном із прямолінійним зворотно-поступальним рухом робочого органа плунжера щодо корпуса гідроциліндра.

Приймаю зразкову величину втрат у гідросистемі. Практика показує, що для систем із середнім ступенем насичення гідроапаратури й інші джерела гідро опорів становлять (0,10. ..0,15) $P_Н$.

Отже тиск у гідроциліндрах буде дорівнює:

$$P_{раб.} = (0,85...0,90) \cdot P_{ном.} = 0,85 \cdot 6,3 = 5,36 МПа. \quad (2.44)$$

Площа гідроциліндра з обліком його ККД:

$$S_{ПР} = \frac{P_\Sigma}{\left(P_{раб.} \cdot \eta\right)}. \quad (2.45)$$

Практика показує, що при роботі на маслі η = 0,7...0,75.

Тоді (2.45) буде:

$$S_{ПР} = \frac{P_\Sigma}{\left(P_{раб.} \cdot \eta\right)} = \frac{32000}{5,36 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 18528,785 \cdot 10^{-6} м^2.$$

Діаметр поршня:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{ПР}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8528,785 \cdot 10^{-6}}{3,14}} = 0,18423 м \approx 185 мм.. \quad (2.46)$$

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ приймаю більший діаметр поршня: $d_{общ}$ = 200 мм. Співвідношення між діаметром поршня гідроциліндра й діаметром штока:

$$d_{шт} = (0,45...0,7)D = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 м \approx 100 мм.. \quad (2.47)$$

Витрата робочої рідини визначаємо по формулі:

$$Q = v \cdot S.. \quad (2.48)$$

Фактична площа гідроциліндра:

$$S = \pi \frac{d^2}{4} = 3{,}14 \frac{0{,}2^2}{4} = 0{,}0314 м^2.. \quad (2.49)$$

Тоді витрата рідини буде дорівнює:

$$Q = v \cdot S = \frac{6}{60} \cdot 0{,}0314 = 0{,}00314 м^2/с. \quad (2.50)$$

При виборі гідронасоса необхідно враховувати можливі витоки в гідросистемі. Для цього рекомендується вибирати насос із подачею робочої рідини на 5...10% більше розрахункової, тобто:

$$Q_H = 1{,}1Q = 1{,}1 \cdot 0{,}00314 = 0{,}003454 м^2/с. \quad (2.51)$$

Перетину трубопроводів вибираємо за значенням Q_H = 0,0035 м^3/с. Відповідно приймаю швидкість руху робочої рідини $V_т$ = 4,2 м/с. Тоді перетину цих трубопроводів буде:

$$S_T = \frac{Q}{v_T} = \frac{0{,}0035}{4{,}2} = м^2/с. \quad (2.52)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S_T}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}00083}{3{,}14}} = 0{,}0325 м \approx 32{,}5 мм. \quad (2.53)$$

Відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ остаточно приймаю d = 35 мм. По цій величині вибираю труби 35 х 3 ДЕРЖСТАНДАРТ 8734 - 75.

2.5.3 Розрахунок поперечного переріза стійки

Геометричні характеристики поперечного переріза стійки зазначені на рисунок 2.12.

Вихідні дані:

H = 0,8 м; D = 0,426 м;

h = 0,72 м; d = 0,386 м;

h_1= 0,07 м; R = 0,065 м;

h_2= 0,14 м; t = 0,016 м;

a = 0,085 м; α = 34°;

Тоді:

$\sin\alpha = \sin 34° = 0{,}5592;$

$\cos\alpha = \cos 34° = 0{,}829;$

$\sin 2\alpha = \sin 68° = 0{,}9272.$

Площа перетину:

$$F_1 = \frac{\pi\cdot\left(D^2 - d^2\right)}{4} + 4\cdot h_2\cdot t + 2\cdot R^2\cdot\alpha + 4\cdot\left(h_1 - \frac{H-h}{2}\right)\cdot\frac{a}{4} + \\ + 2\cdot a\cdot\frac{H-h}{2} = \frac{3{,}14\cdot\left(0{,}426^2 - 0{,}386^2\right)}{4} + 4\cdot 0{,}14\cdot 0{,}016 + \\ + 2\cdot 0{,}065^2\cdot 0{,}5934 + 4\cdot\left(0{,}07 - \frac{0{,}8-0{,}72}{2}\right)\cdot\frac{0{,}085}{4} + \\ + 2\cdot 0{,}085\cdot\frac{0{,}8-0{,}72}{2} = 0{,}04883 м^2 = 48{,}83\cdot 10^{-3}\, м^2 \qquad (2.54)$$

Моменти інерції поперечного переріза:

$$I_{1X} = \frac{\pi\cdot D^4}{64}\cdot\left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) + 4\cdot\left(\frac{t\cdot h_2}{12}\left(h_2^2\cdot\cos^2\alpha + t^2\cdot\sin\alpha\right) + h_2\cdot t\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left(\frac{h}{2} - \left(R + \frac{h_2}{2}\right)\cdot\cos\alpha\right)\right) + 2\cdot\left(\frac{R^4}{8}\cdot\left(2\cdot\alpha + \sin\alpha - \frac{32\cdot\sin^2\alpha}{9\cdot\alpha}\right) + R^2\cdot\alpha\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left(\frac{h}{2} - \frac{2\cdot R\cdot\sin\alpha}{3\cdot\alpha}\right)\right) + 4\cdot\left(\frac{a}{2}\cdot\frac{\left(2\cdot h_1 - H + h\right)}{8\cdot 36} + \frac{1}{2}\cdot\frac{a}{2}\cdot\left(h_1 - \frac{H-h}{4}\right)\cdot\left(\frac{h}{2} - \frac{1}{3}\cdot\right.\right.$$

$$\left.\left.\cdot\left(h_1 - \frac{H-h}{2}\right)^2\right) + 2\cdot\left(a\cdot\frac{(H-h)^3}{8\cdot 12} + + a\cdot\frac{H-h}{2}\cdot\left(\frac{h}{2} + \frac{H-h}{4}\right)^2\right) = \frac{3{,}14\cdot 0{,}426^4}{64}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left(1 - \frac{0{,}386^4}{0{,}426^4}\right) + 4\cdot\left(\frac{0{,}016\cdot 0{,}14}{12}\cdot\left(0{,}14^2\cdot 0{,}829^2 + 0{,}016^2\cdot 0{,}559^2\right) + \right.\right.$$

$$\left.\left. + 0{,}14\cdot 0{,}016\cdot\left(\frac{0{,}72}{2} - \left(0{,}065 + \frac{0{,}14}{2}\right)\cdot 0{,}819\right)\right) + 2\cdot\left(\frac{0{,}065^4}{8}\cdot\right.\right.$$

$$\left.\left.2\cdot\left(2\cdot 0{,}5934 + 0{,}9272 - \frac{32\cdot 0{,}5592^2}{9\cdot 0{,}5934}\right) + 0{,}065^2\cdot 0{,}5934\cdot\left(\frac{0{,}72}{2} - \frac{2\cdot 0{,}065\cdot 0{,}5592}{3\cdot 0{,}5934}\right)\right) + \right.$$

$$\left. + 4\cdot\left(\frac{0{,}085}{2}\cdot\frac{\left(2\cdot 0{,}07 - 0{,}8 + 0{,}72\right)}{8\cdot 36} + \frac{1}{2}\cdot\frac{0{,}085}{2}\cdot\left(0{,}07 - \frac{0{,}8-0{,}72}{4}\right)\cdot\right.\right.$$

$$\cdot\left(\frac{0,72}{2}-\frac{1}{3}\cdot\left(0,07-\frac{0,8-0,72}{2}\right)^2\right)\Bigg)+2\cdot\left(0,085\cdot\frac{(0,8-0,72)^3}{8\cdot 12}+\right.$$
$$\left.+0,085\cdot\frac{0,8-0,72}{2}\cdot\left(\frac{0,72}{2}+\frac{0,8-0,72}{4}\right)^2\right)=2,896\cdot 10^{-3}\,м^4. \qquad (2.55)$$

$$I_{1X}=\frac{\pi\cdot D^4}{64}\cdot\left(1-\frac{d^4}{D^4}\right)+4\cdot\left(\frac{t\cdot h_2}{12}\left(h_2^2\cdot\cos^2\alpha+t^2\cdot\sin^2\alpha\right)+\right.$$
$$+h_2\cdot t\cdot\left(\left(R+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\sin\alpha\right)^2\Bigg)+2\cdot\left(\frac{R^4}{8}\cdot(2\cdot\alpha-\sin 2\alpha)\right)+$$
$$+4\cdot\left(\frac{(2\cdot h_1-H+h)}{2}\cdot\frac{a^3}{8\cdot 36}+\frac{1}{2}\cdot\frac{a}{2}\cdot\left(h_1-\frac{H-h}{4}\right)\cdot\left(\frac{2}{3}\cdot\frac{a}{2}\right)^2\right)+$$
$$+2\cdot\frac{H-h}{2}\cdot\frac{a^3}{12}=\frac{3,14\cdot 0,426^4}{64}\cdot\left(1-\frac{0,386^4}{0,426^4}\right)+$$
$$+4\cdot\left(\frac{0,016\cdot 0,14}{12}\cdot\left(0,016^2\cdot 0,829^2+0,14^2\cdot 0,5592^2\right)+\right. \qquad (2.56)$$
$$+0,14\cdot 0,016\cdot\left(\left(0,065+\frac{0,14}{2}\right)\cdot 0,5592\right)^2\Bigg)+$$
$$+2\cdot\left(\frac{0,065^4}{8}\cdot(2\cdot 0,5934+0,9272)\right)+4\cdot\left(\frac{(2\cdot 0,07-0,8+0,72)}{2}\cdot\right.$$
$$\left.\cdot\frac{0,085}{2}\cdot\left(0,07-\frac{0,8-0,72}{2}\right)\cdot\left(\frac{2}{3}-\frac{0,085}{2}\right)^2\right)+$$
$$+2\cdot\left(\frac{(0,8-0,72)}{8\cdot 12}\cdot\frac{0,085^3}{12}\right)=5,902\cdot 10^{-4}\,м^4.$$

Момент опору перетину:

$$W_{1X}=\frac{2\cdot I_{1X}}{H}=\frac{2\cdot 2,896\cdot 10^{-3}}{0,8}=7,239\cdot 10^{-3}\ \text{м}^3. \qquad (2.57)$$

$$W_{1Y}=\frac{2\cdot I_{1Y}}{D}=\frac{2\cdot 5,902\cdot 10^{-4}}{0,426}=2,771\cdot 10^{-3}\ \text{м}^3. \qquad (2.58)$$

Момент інерції при крутінні:

$$I_{1K} = \beta_1 \cdot H \cdot a^3 - \beta_2 \cdot \left(H - 2 \cdot h_{CP}\right) \cdot a^3 + \frac{4 \cdot h_2 \cdot t^3}{3} +$$
$$+ \frac{\pi \cdot D^4}{32} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) = 0{,}31 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}085^3 - 0{,}305 \cdot \left(0{,}8 -\right.$$
$$\left. - 2 \cdot 0{,}0775\right) \cdot 0{,}085^3 + \frac{4 \cdot 0{,}14 \cdot 0{,}016^3}{3} +$$
$$+ \frac{3{,}14 \cdot 0{,}426^4}{32} \cdot \left(1 - \frac{386^4}{426^4}\right) = 1{,}086 \cdot 10^{-3}\, м^4, \qquad (2.59)$$

де h_{CP} – усереднена висота перетину напрямної.

$$h_{CP} = h_1 - \frac{H \cdot h}{2} + \frac{h_1 - \frac{H - h}{2} + R}{2} =$$
$$= 0{,}07 - \frac{0{,}8 - 0{,}72}{2} + \frac{0{,}07 - \frac{0{,}8 - 0{,}72}{2} + 0{,}065}{2} = 0{,}0775 м, \qquad (2.60)$$

β_1=0,31 при $\frac{H}{a} = \frac{0{,}8}{0{,}085} = 9{,}41$

β_2=0,31 при $\frac{H - 2 \cdot h_{CP}}{a} = \frac{0{,}8 - 2 \cdot 0{,}0775}{0{,}085} = 7{,}59$

Момент опору крутінню:

$$W_{1K} = \frac{I_{1K}}{Z_{MAX}} = \frac{I_{1K}}{\sqrt{\left(\frac{H}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}} = \frac{1{,}086 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{\left(\frac{0{,}8}{2}\right)^2 + \left(\frac{0{,}085}{2}\right)^2}} = 8{,}7 \cdot 10^{-3}\ м^3 \qquad (2.61)$$

Координати центра ваги напрямної:

$$Y_H = \frac{R^2 \cdot \alpha \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{2 \cdot R \cdot \sin\alpha}{3 \cdot \alpha}\right) + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{a}{2} \cdot \left(h_1 - \frac{H - h}{2}\right)}{R^2 \cdot \alpha + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{a}{2}\left(h_1 - \frac{H - h}{2}\right) + a \cdot \frac{H - h}{2}}.$$

$$\cdot\frac{\left(\frac{h}{2}-\frac{1}{3}\cdot\left(h_1-\frac{H-h}{2}\right)\right)\cdot a\cdot\frac{H-h}{2}\left(\frac{h}{2}+\frac{H-h}{4}\right)}{R^2\cdot\alpha+2\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{a}{2}\left(h_1-\frac{H-h}{2}\right)+a\cdot\frac{H-h}{2}}=$$

$$=\frac{0{,}065^2\cdot 0{,}5934\cdot\left(\frac{0{,}72}{2}-\frac{2\cdot 0{,}065\cdot 0{,}5592}{3\cdot 0{,}5934}\right)}{0{,}065^2\cdot 0{,}5934+\frac{0{,}085}{2}\left(0{,}07-\frac{0{,}08}{2}\right)+0{,}085\cdot\frac{0{,}08}{2}}+$$

$$+\frac{2\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{0{,}085}{2}\cdot\left(0{,}07-\frac{0{,}8-0{,}73}{2}\right)}{0{,}065^2\cdot 0{,}5934+\frac{0{,}085}{2}\left(0{,}07-\frac{0{,}08}{2}\right)+0{,}085\cdot\frac{0{,}08}{2}}\cdot \qquad (2.62)$$

$$\cdot\frac{\left(\frac{0{,}72}{2}-\frac{1}{3}\cdot\left(0{,}07-\frac{0{,}8-0{,}72}{2}\right)\right)\cdot 0{,}085}{0{,}065^2\cdot 0{,}5934+\frac{0{,}085}{2}\left(0{,}07-\frac{0{,}08}{2}\right)+0{,}085\cdot\frac{0{,}08}{2}}\cdot$$

$$\cdot\frac{\frac{0{,}8-0{,}72}{2}\left(\frac{0{,}72}{2}+\frac{0{,}8-0{,}72}{4}\right)}{0{,}065^2\cdot 0{,}5934+\frac{0{,}085}{2}\left(0{,}07-\frac{0{,}08}{2}\right)+0{,}085\cdot\frac{0{,}08}{2}}=0{,}3534м$$

Власний момент інерції напрямної:

$$I_H=I_{HX}-F_{YH}^2=\frac{R^4}{8}\cdot\left(2\cdot\alpha+\sin 2\alpha-\frac{32\cdot\sin^2\alpha}{9\cdot\alpha}\right)+$$

$$+R^2\cdot\alpha\cdot\left(\frac{h}{2}-\frac{2\cdot R\cdot\sin\alpha}{3\cdot\alpha}\right)^2+2\cdot\left(\frac{a}{2}\cdot\frac{\left(2\cdot h_1-H+h\right)^3}{8\cdot 36}+\right.$$

$$\left.+\frac{1}{2}\cdot\frac{a}{2}\cdot\left(h_1-\frac{H-h}{2}\right)\cdot\left(\frac{h}{2}-\frac{1}{3}\cdot\left(h_1-\frac{H-h}{2}\right)\right)^2\right)+$$

$$+a\cdot\frac{\left(H-h\right)^3}{8\cdot 12}+a\cdot\frac{H-h}{2}\cdot\left(\frac{h}{2}+\frac{H-h}{4}\right)^2-F\cdot Y_H^2=$$

$$=\frac{0{,}065^4}{8}\cdot\left(2\cdot 0{,}5934+0{,}9272-\frac{32\cdot 0{,}5592^2}{9\cdot 0{,}5934}\right)+$$

$$+0{,}065^2\cdot 0{,}5934\cdot\left(\frac{0{,}72}{2}-\frac{2\cdot 0{,}065\cdot 0{,}5592}{3\cdot 0{,}5934}\right)^2+$$

$$+2\cdot\left(\frac{0{,}085}{2}\cdot\frac{\left(2\cdot 0{,}07-0{,}8+0{,}72\right)^3}{8\cdot 36}+\frac{1}{2}\cdot\frac{0{,}085}{2}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left(0{,}07-\frac{0{,}8-0{,}72}{2}\right)\cdot\left(\frac{0{,}72}{2}-\frac{1}{3}\cdot\left(0{,}085-\frac{0{,}8-0{,}72}{2}\right)\right)^2\right)+ \qquad (2.63)$$

$$+0{,}085\cdot\frac{\left(0{,}8-0{,}72\right)^3}{8\cdot 12}+0{,}085\cdot\frac{0{,}8-0{,}72}{2}\cdot\left(\frac{0{,}72}{2}+\frac{0{,}8-0{,}72}{4}\right)^2-$$

$$-7{,}182\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}3534^2=6{,}619\cdot 10^{-6}\,м^4$$

$$F_H=R^2\cdot\alpha+2\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{a}{2}\cdot\left(h_1-\frac{H-h}{2}\right)+a\cdot\frac{H-h}{2}=$$

$$=0{,}065^2\cdot 0{,}5934+2\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{0{,}085}{2}\cdot\left(0{,}07-\frac{0{,}8-0{,}72}{2}\right)+ \qquad (2.64)$$

$$+0{,}085\cdot\frac{0{,}8-0{,}72}{2}=7{,}182\cdot 10^{-3}\,м^2$$

Координати центра ваги половинного перетину:

$$X_O=\frac{\left(\frac{2}{3\cdot\pi}\cdot\frac{D^2+d\cdot D+d^2}{d+D}\right)\cdot\frac{\pi}{8}\cdot\left(D^2-d^2\right)}{0{,}5\cdot F_1}+$$

$$+\frac{2\cdot h_2\cdot t\cdot\left(R+\frac{h_2}{2}\right)\cdot\sin\alpha+2\cdot\frac{a}{2}\cdot h_{CP}\cdot\frac{d}{4}}{0{,}5\cdot F_1}= \qquad (2.65)$$

$$=\frac{\left(\frac{2}{3\cdot 3{,}14}\cdot\frac{0{,}494908}{0{,}386+0{,}426}\right)\cdot\frac{3{,}14}{8}\cdot\left(0{,}426^2-0{,}386^2\right)}{0{,}5\cdot 48{,}83\cdot 10^{-3}}+$$

$$+\frac{0{,}0448\cdot 0{,}73\cdot 0{,}5592+0{,}085\cdot 0{,}0775\cdot\frac{0{,}386}{4}}{0{,}5\cdot 48{,}83\cdot 10^{-3}}=24{,}417\cdot 10^{-3}\,м$$

Координати центра ваги напрямних і вертикальної смужок:

$$Y_{НП}=\frac{Y_H\cdot F_H+2\cdot h_2\cdot t\cdot\left(\frac{h}{2}-\left(R+\frac{h^2}{2}\right)\cdot\cos\alpha\right)}{F_H+2\cdot h_2\cdot t}= \qquad (2.66)$$

$$=\frac{7{,}182\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}3534+0{,}0448\cdot\left(\frac{0{,}72}{2}-0{,}062\right)}{7{,}182+2\cdot 0{,}14\cdot 0{,}16}=0{,}3129м$$

Статичний момент напрямної:

$$S_{XH} = F_H \cdot Y_H = 7{,}182 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}3534 = 2{,}538 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \quad (2.67)$$

Момент інерції напрямної й вертикальної смужок щодо загального центра ваги:

$$I_{НПX} = \frac{I_{1X}}{2} - \frac{\pi \cdot D^4}{128} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) - \left(F_H + 2 \cdot h_2 \cdot t\right) \cdot Y_{HO}^2 =$$

$$= \frac{2{,}896 \cdot 10^{-3}}{2} - \frac{3{,}14 \cdot 0{,}426^4}{128} \cdot \left(1 - \frac{0{,}386^4}{0{,}426^4}\right) - \quad (2.68)$$

$$- \left(7{,}182 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0{,}14 \cdot 0{,}016\right) \cdot 0{,}3129^2 = 4{,}259 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$$

Площа перетину напрямних і вертикальних смужок:

$$F_{НП} = F_H + 2 \cdot h_2 \cdot t = 7{,}182 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 0{,}14 \cdot 0{,}016 = 11{,}662 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \quad (2.69)$$

Статичний момент напрямної й вертикальної смужок щодо осі X:

$$S_{XHП} = F_{НП} \cdot Y_{НП} = 11{,}662 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}3129 = 3{,}649 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \quad (2.70)$$

Момент перетину половинного перетину:

$$I_{YO} = \frac{I_{1Y}}{2} - \frac{F_1}{2} \cdot X_O^2 = \frac{5{,}902 \cdot 10^{-4}}{2} - \frac{48{,}834 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot \quad (2.71)$$

$$\cdot 0{,}08715^2 = 1{,}096 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Статичний момент половинного перетину:

$$S_Y = F_1 \cdot \frac{X_O}{r} = \frac{48{,}834 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}08715}{2} = 2{,}128 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \quad (2.72)$$

2.5.4 Оцінка міцності стійки.

Згинальний момент на стійці:

$$M_U = R_2 \cdot h = 37{,}4 \cdot 3 = 112{,}2 \text{ кН·м;} \quad (2.73)$$

$$R_2 = Q_2 \cdot \frac{X_{C2}}{h} = 127{,}5 \cdot \frac{0{,}88}{3} = 37{,}4 \text{ кН.} \quad (2.74)$$

Крутний момент на стійці:

$$M_K = R'_{\delta 2} \cdot b_1 = 12{,}08 \cdot 0{,}72 = 8{,}69 \text{ кН·м;} \quad (2.75)$$

$$R'_{\delta 2} = R_{\delta 2} \cdot 0{,}1 = 120{,}8 \cdot 0{,}1 = 12{,}08 \text{ кН}. \quad (2.76)$$

Напруга вигину:

$$\sigma_U = \frac{M_U}{W_{1X}} = \frac{112{,}2}{7{,}239 \cdot 10^{-3}} = 15{,}5 \text{ МПа}. \quad (2.77)$$

Напруга стиску:

$$\sigma_{СЖ} = \frac{Q_2}{F_1} = \frac{127{,}5}{48{,}834 \cdot 10^{-3}} = 2{,}61 \text{ МПа}. \quad (2.78)$$

Напруга крутіння:

$$\tau = \frac{M_K}{W_{1X}} = \frac{8{,}697}{2{,}7 \cdot 10^{-3}} = 3{,}2 \text{ МПа}. \quad (2.79)$$

Напруга еквівалентне:

$$\sigma_Э = \sqrt{(\sigma_U + \sigma_{СЖ}) + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{(15{,}5 + 2{,}61) + 4 \cdot 3{,}2^2} = 19{,}2 МПа < [G], \quad (2.80)$$

де $[\sigma] = \frac{\sigma_S}{[n]} = \frac{274{,}5}{1{,}716} = 160$ МПа – допустиме напруження для сталі 20;

σ_s = 274,5 МПа -межа плинності; [n] = $n_1 \cdot n_2 \cdot n_3$ = 1,1·1,3·1,2 = 1,716 – нормативный коэффициент запаса прочности; n_1 =1,1 - коэффициент качества материала; n_2 =1,3 – коэффициент степени ответственности; n_3 =1,2 – коэффициент режима работы.

2.5.5 Оцінка стійкості

Для забезпечення місцевої стійкості вертикальної смуги між напрямною й трубою повинне виконуватися умова:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma'}{\sigma_O} + \frac{\sigma_M}{\sigma_{MO}}\right)^2 + \left(\frac{\tau' + \tau_K}{\tau_O}\right)^2} \le 1, \quad (2.81)$$

де W'_X – момент опір перетину в крапці 1, м^3;

σ' – нормальна напруга на верхній крайці перетину смуги в крапці 1,МПа;

σ_M – місцеве напруження вертикальної смуги, МПа;

m - коефіцієнт режиму роботи;

Z_1 – умовна довжина, на якій зосереджене навантаження розподіляється по вертикальній смузі, м;

τ' – середнє дотичне напруження, МПа;

$\sigma_{O,}\tau_O,\sigma_{MO}$ – умовні фактори, МПа;

$l=1$ – відстань між ребрами жорсткості, м;

$\varphi=75{,}57$ – коефіцієнт залежний від відношення $\frac{l}{h_2}=\frac{1{,}0}{0{,}14}=5{,}134$

$$\sigma'=\frac{M_U}{W'_X}=\frac{112{,}2}{9{,}46\cdot10^{-3}}=11{,}886\,\text{МПа};\qquad(2.82)$$

$$W'_X=\frac{I_{1X}}{\frac{h}{2}-R\cdot\cos\alpha}=\frac{2{,}896\cdot10^{-3}}{\frac{0{,}72}{2}\cdot0{,}065\cdot0{,}82}=9{,}46\cdot10^{-3}\,\text{м}^3;\qquad(2.83)$$

$$\sigma_M=\frac{m\cdot R\cdot\cos\alpha}{4\cdot t\cdot Z_1}=\frac{1{,}5\cdot37{,}4\cdot0{,}829}{4\cdot0{,}016\cdot0{,}2422}=3{,}0\,\text{МПа};\qquad(2.84)$$

$$Z_1=\sqrt[3]{\frac{I_H}{t}}=\sqrt[3]{\frac{6{,}619\cdot10^{-6}}{0{,}016}}=0{,}2422\,\text{м};\qquad(2.85)$$

$$\tau'=\frac{R\cdot\cos\alpha}{4\cdot h_2\cdot t}=\frac{37{,}4\cdot10^3\cdot0{,}829}{4\cdot0{,}14\cdot0{,}016}=3{,}5\,\text{МПа};\qquad(2.86)$$

$$\tau'_K=\frac{M_K}{W'_K}=\frac{M_K\cdot r'_1}{I_{1K}}=\frac{M_K\cdot\sqrt{\left(\frac{H}{2}-R\cdot\cos\alpha\right)^2+(R\cdot\sin\alpha)^2}}{I_{1K}}=$$
$$=\frac{86{,}976\cdot10^3\cdot\sqrt{\left(\frac{0{,}72}{2}-0{,}065\cdot0{,}829\right)^2+(0{,}065\cdot0{,}5592)^2}}{1{,}086\cdot10^{-3}}=2{,}5МПа;\qquad(2.87)$$

$$\sigma_O=7{,}5\cdot10^3\cdot\frac{t}{4\cdot h_2\cdot\cos\alpha}=7{,}5\cdot10^3\cdot\frac{0{,}016}{4\cdot0{,}14\cdot0{,}829}=2584{,}87МПа;\qquad(2.88)$$

$$\tau_O=\left[125+95\cdot\left(\frac{h_2}{l}\right)^2\right]\cdot\left(\frac{100\cdot t}{h_2}\right)=\left[125+95\cdot\left(\frac{0{,}14}{1{,}0}\right)^2\right]\cdot$$
$$\cdot\left(\frac{100\cdot0{,}016}{0{,}14}\right)=130{,}6МПа;\qquad(2.89)$$

$$\sigma_{MO} = \varphi \cdot \left(\frac{t}{l}\right)^2 \cdot 10^6 = 75{,}57 \cdot \left(\frac{0{,}016}{1{,}0}\right)^2 \cdot 10^6 = 19345{,}9 \text{ МПа}; \qquad (2.90)$$

Тоді умова місцевої стійкості:

$$\sqrt{\left(\frac{11{,}86}{2584{,}87} + \frac{3{,}0}{19345{,}42}\right)^2 + \left(\frac{3{,}46 + 2{,}5}{130{,}61}\right)^2} = 0{,}216 < 1.$$

Стійкість вертикальної смуги забезпечена.

2.5.6 Розрахунок привода механізму підйому заслінки

Привод складається з електродвигуна, черв'ячно-циліндричного редуктора.

Вихідні дані для розрахунку

Вага заслінки $G_З$=5кН.

Швидкість підйому заслінки $V_З$=10 м/хв.

Діаметр барабана $D_{Бар.}$=300 мм

2.8.6.1 Визначення моменту:

Визначаємо реакції в опорах А и В (рис.2.13), для чого становимо суму моментів щодо будь-якої точки системи:

Вибираємо т.В: $\sum M_B = 0$

$$R_A = \frac{G_З}{2} = \frac{5}{2} = 2{,}5 \text{ кН}$$

Вибираємо т.В: $\sum M_A = 0$

$$R_B = \frac{G_З}{2} = \frac{5}{2} = 2{,}5 \text{ кН}$$

Після визначення реакції в опорах робимо перевірку: $\sum Y = 0$

$$R_B - \frac{G_З}{2} - \frac{G_З}{2} + R_B = 0$$

$$2{,}5 - 2{,}5 - 2{,}5 + 2{,}5 = 0 \text{ кН}$$

2.8.6.2 Вибір редуктора:

Потужність на валу

$$P_B = \frac{R_A \cdot V_3}{9{,}55} = \frac{2{,}5 \cdot 10}{9{,}55} = 2{,}61 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт корисної дії

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0{,}99 \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}98 = 0{,}903$$

де η_1, η_2, η_3 – відповідно ККД муфти, першого й другого щабля редуктора:

Приймаємо [1.табл. II.1]: $\eta_1 = 0{,}99, \eta_2 = 0{,}87, \eta_3 = 0{,}98$

Розрахункова потужність електродвигуна

$$P' = \frac{p_B}{\eta} = \frac{2{,}61}{0{,}903} = 2{,}89 \text{ кВт}$$

Можлива частота обертання електродвигуна

$$n'_д = V_3 \cdot U_3 \cdot \left(U_{0_{MIN}} ... U_{0_{MAX}}\right) = 10 \cdot 2{,}5 \cdot \left(16...400\right) = 400...10000$$

мін$^{-1}$

де U_3 – передатне число ланцюгової передачі, $U_{0_{MIN}} ... U_{0_{MAX}}$ – діапазон, що рекомендується, передатних чисел редуктора;

Приймаємо [1.стр.117]: $U_3 = 2{,}5$, $U_{0_{MIN}} ... U_{0_{MAX}} = 16...400$.

В ході розрахунку ми визначили що необхідна потужність двигуна становить Р=2,89 кВт, в зв'язку з тим що ми модернізували механізм і встановили два електродвигуна то вибираємо два електродвигуна з такими характеристиками: [9,табл. III.2.4] електродвигун 4А112МА6У3 з параметрами: потужність $P_д = 3$ кВт, частота обертання $n_д = 955$ хв$^{-1}$, кратність пускового моменту $\lambda = \frac{T_{MAKC}}{T_{HOM}} = 2{,}2$.

Для передачі зусилля від двигуна на редуктор вибираємо муфту упругу із резиновою зіркою по ГОСТ 14084-76 [9,табл. III.5.2.]

Номінальний момент на муфті

$$T_H = \frac{9550 \cdot P_Д}{n_Д} = \frac{9550 \cdot 3}{955} = 30 H \cdot м$$

Розрахунковий момент на муфті

$$T_M = k \cdot T_H = 3 \cdot 130 = 390$$

де $k = 3$ коефіцієнт враховуючий відповідальність механізму.

[9,табл.1.35];

Вибираємо муфту упругу із резиновою зіркою 125-У3 ГОСТ 14084-76 номінальний обертаючий момент $F_{раз.}$=125 *Н·м*,

Швидкість обертання барабану

$$n_{Бар} = \frac{60 \cdot V_{\text{Т}}}{\pi \cdot D_{Бар}} = \frac{60 \cdot 10^{3} \cdot 10 \cdot 10^{-2}}{3{,}14 \cdot 300} = 3{,}18 \text{ мин}^{-1}$$

Передавальне число редуктора

$$U` = \frac{n_{д}}{n_{б}} = \frac{955}{3{,}18} = 300{,}13$$

В ході розрахунку ми визначили що необхідне передаточне число редуктора повинно бути U=300,13 , вибираємо два редуктора з такими характеристиками: [10, стр. 121] редуктор РЧН параметрами: потужність $P_{д} = 3{,}1$ кВт, передавальне число $U = 306$ частота обертання $n_{д} = 1000$ хв$^{-1}$.

Фактична швидкість обертання барабана

$$V_{Бар} = \frac{\pi \cdot n_{д} \cdot D_{\text{ХК}}}{60 \cdot U} = \frac{3{,}14 \cdot 955 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 306} = 0{,}0489 \text{ м/с}$$

Остаточно приймаємо: діаметр барабана $D_{Бар}$=300, швидкість обертання $V_{Бар}$=0,0489 м/с

Для передачі зусилля від редуктора на заслінку вибираємо ланцюг зварний кругло ланковий вантажний [9,табл. III.1.8.]

Ланцюг СК 8 23 ГОСТ 2319-70 $F_{раз.}$=25500 Н

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Сучасні прийоми й способи монтажу

У цеху СПЦ - 1 заводу «Дніпроспецсталь» монтаж устаткування виконується попередньо укрупненими вузлами й блоками. Спосіб великоблочного монтажу включає наступні прийоми й способи: насув зібраного осторонь вузла машини на проектну оцінку; спосіб поступового нарощування, при якому на попередньо встановленій і вивіреній базовій деталі (вузлі) проводять монтаж інших вузлів машини. При монтажі кранового встаткування застосовується спосіб повороту з горизонтальної площини у вертикальну. Крім зборки й укрупнення встаткування обв'язують трубопроводами, організують обслуговуючі площадки, наносять теплоізоляцію, виконують футеровочні роботи, проводять гідравлічні й пневматичні випробування встаткування й трубопроводів. Крім попередньої укріпної зборки встаткування до початку монтажу зборка блоками забезпечується також за рахунок великоблочної поставки встаткування заводами-виготовлювачами.

Монтаж печі починають із установки механізму викочування на фундамент, перевіряють його положення в плані, по висоті, на горизонтальність і паралельність. При цьому відхилення по висоті осей у плані й площин не повинні перевищувати ±5 мм від горизонтальності й на не паралельність - 0,5 мм на 1 м довжини.

Колиска складається з поздовжніх і поперечних балок. Опираючі на сегменти, і збирають її в перевернеому положенні на стелажі. Монтажні стики виконують на заклепках. Потім колиску встановлюють горизонтально на збірні балки, сполучають шипи в сегментах з отворами в опорних балках і фіксують у цьому положенні підкладками по обидва боки.

Кожух печі попередньо збирають і зварюють із чотирьох обичайок циліндричної частини й двох половин циліндричного днища. Збирають кожух на болтах, голівки яких ставлять усередину й прихоплюють електрозварюванням. До днища монтують статор для електромагнітного перемішування металу й установлюють кожух печі на колиску.

Потім на колиску встановлюють опору й підставу напівпорталу. На корпус печі опускають звід, монтують консольну частину напівпорталу, збирають ланцюговий механізм підйому зводу й механізми переміщення й затиску електродів.

Монтаж механізму переміщення електродів ведуть у наступному порядку. Спочатку опускають в отвори шахти плунжери й стійки колонок переміщення електродів. При цьому варто завести плунжери в стійки стовпчиків так, щоб вони правильно встановилися в кульовій верхній опорі усередині стійок. Далі необхідно змонтувати стовпчика переміщення, повністю закріпивши електродотримачі до стійок стовпчиків. За допомогою регулювальних болтів напрямних роликів варто домогтися, щоб стовпчики переміщалися строго вертикально.

Установку розпаду електродів виробляється в такий спосіб:

1. Установлюють електропіч у вертикальне положення по покажчику нахилу.

2. Установлюють на хомутах електродотримачів схили по осі електродів.

3. Перевіряють збіг схилів з осями електродних отворів у зводі.

4. Переміщення рукавів електродотримачів і розворотів їх щодо будівництв регулюють збіг осей.

5. Закріплюють електродотримачі.

Перед включенням щитів і пультів роблять перевірку опору електричної ізоляції електродотримачів від стійок шляхом виміру величини опору ізоляції без протоки охолодної води за допомогою мегомметра на 500 - 1000 У. Величина опору повинна бути не менш 0,2 МОм. При необхідності роблять сушіння ізоляції.

Потім виробляється випробування механізму переміщення електродів у такий спосіб:

1. Установлюють строго у вертикальному положенні стовпчика електродотримачів за допомогою регулювальних гвинтів роликів напрямних.

2. Вставляють електроди в корпуси електродотримачів.

3. За допомогою універсального перемикача із щита керування регулятором або з пульта золотників ручного керування роблять опускання стовпчика електродотримача.

4. Повторюють зазначену операцію на двох інших фазах.

Випробування механізму закінчуються при досягненні наступних результатів:

- забезпечується рівномірне переміщення стовпчиків, без поштовхів і заїдань;

- забезпечується задана величина швидкості переміщення електродів;

- забезпечується хід стовпчиків, зазначений на кресленнях;

- забезпечується правильність установки й спрацьовування кінцевих вмикачів;

- положення електродів відповідають написам на пультах і світловій сигналізації.

Після того як зробили перевірку й настроювання механізму переміщення електродів, приступають до настроювання й випробування механізму нахилу печі, що полягає в тім що після того як були встановлені гідроциліндри механізму нахилу, необхідно заповнити робочі порожнини гідроциліндра робочою рідиною, що досягається за допомогою того що приєднуються напірні магістралі до гідроциліндра гнучкими шлангами й дається невелике тиску, порядку 10% від робочого тиску. Потім роблять остаточну зборку механізму нахилу й роблять перевірку гідросистеми на наявність теч під тиском рівним 9,6 МПа.

3.2 3.2 Технологія ремонту швидкозношуваних вузлів і деталей

До швидкозношуваних деталей цеху СПЦ - 1 варто віднести: корпуса підшипників, кронштейни, труби гідравліки, шибер повітряний, коробки охолодження, фурми, парубки, вали викочуванням площадки.

З підоймо - транспортного встаткування цеху найбільше часто ремонтуються електромостові крани й мульдо завалочні машина. Крім того,

ремонтують спеціальну рухливу сполуку (шлаковози). Ремонт кранів виробляється над печами. При цьому ремонтіруемий кран не повинен заважати роботі розливочного. Над печами організовані спеціальні площадки. Найбільше часто при поточних ремонтах міняють або переставляють колеса, проміжні вали або муфти, підварюють металоконструкції, настили, міняють троси механізмів головного й допоміжного підйому. У кранових колесах зношуються звичайно реборди й поверхня кочення. Кранові колеса відновлюють наплавленням. Після наплавлення колеса прохолоджують на повітрі без протягів і термічної обробки.

Для ремонту мульдо завалочний машини й ін. у цеху організовані спеціальні ремонтні тупики. Тупики переносять крани, використовуючи пристосування й траверси. У мульдо завалочний машині найбільше часто заміняють колеса, механізм хитання й механізм обертання хобота.

Для ремонту рухливих сполук користуються механізованою мийкою, кантувателями, гідропідйомниками, пресами для напресовки й випресовки колісних пар.

Більшість інших швидкозношуваних вузлів і деталей устаткування цехи відновлюються зварюванням або наплавленням (це, зокрема, ставиться до труб і різних металоконструкцій).

До основних дефектів литих корпусів ставляться: тріщини, пробоїни, зношування отворів для підшипників і різьбових отворів, поломка шпильок і т.д. Тріщини й пробоїни заварюють електродуговим або газовим зварюванням; допускається постановка латок на гвинтах або заклепках. Кінці тріщин засверлють на прохід свердлом діаметром 3-4 мм. Тріщини й пробоїни в корпусних деталях зашпаровують за допомогою синтетичного клею й полімерних матеріалів.

Якщо корпус у процесі не випробовує більших зусиль, тріщини штивтують.

Різьбові отвори для гвинтів при постановки латок у корпусах, що вимагає дотримання герметичності, роблять некрізними.

Для ремонту сталевих і чавунних деталей із тріщинами й пробоїнами застосовують зварювання. Режим зварювання й марку електрода вибирають залежно від складності форми деталі, матеріалу й умов її роботи. Після зварювання наплавлену поверхню обробляють переносним абразивним інструментом.

Вали ремонтують у випадку аварійної відмови й при неможливості швидко знайти новий вал.

Погнуті вали можуть бути виправлені холодним або гарячим способом. Гарячий спосіб виправлення застосовують для валів діаметром 50 мм і вище.

Відновлення поламаних валів може бути виконано газовим зварюванням або електрозварюванням. Зварювання починають із накладення швів на дотичні частини вала, що зварює. При електрозварюванні валів наплавлений метал, що остигає, злегка проковує затупленим зубилом. Підігрів валів до 300 – 400^{0}С значно зменшує ймовірність їхнього жолоблення. Вали можуть бути відремонтовані також за допомогою надставок, які застосовуються при заміні відламаної частини вала нової й сполуці між собою двох частин зламаного вала.

Якщо відламана значна частина вала, то торці ремонтної надставки вала підрізають, висвердлюють у них отвору й нарізають різьблення. Вал і надставку збирають за допомогою шпильки, потім зварюють у місці сполуки й шліфують. Якщо частини зламаного вала зберігаються, то за допомогою ремонтної вставки їх з'єднують і тим самим відновлюють первісну довжину вала, скорочену при порізкі торців частин вала в місцях зламу.

Зношені поверхні шийок і цапф валів можуть бути наплавлені кислородно - ацетиловим полум'ям й електричним зварюванням.

3.3 Системи змащення й мастильні матеріали

Централізоване змащення механізму підйому зводу призначені для подачі консистентних змащень до підшипників корпуса, механізму підйому зводу й

складаються із дволінійних дозуючих, ручного насоса, труб і сполучної арматур. Змащення здійснюється вручну від ручного насоса.

У цеху застосовуються наступні типи основних мастильних матеріалів: масло індустріальне И - 20А И-Г-А-32 ГОСТ 20799-80, солідол, масло турбінне Т – 22 ГОСТ 3274. Індустріальним маслом марки И - 20А змазуються електричні печі і їх газоочистки, привод АКР (аргонно-кисневого рафінування), газоочистки АКР, стаціонарний стриппер, машина ламання футеровки ковшів, телескопічний підйом АКР, станція БРС (без стопорної розливання стали), змішувачі, електромостові крани, молот, нагнітачі АКР, насоси АКР. Солідолом змазуються мостові крани, стале розливочні візка, електропіч №2, верстати механослужби, змішувальні бігуни, передатні візки, заправні машини. Масло турбінне Т - 22 застосовується для змащення нагнітачів АКР і циркуляційних насосів.

На електропечі піддаються змащенню наступні вузли:

1. Підшипники роликів рольганга механізму викочування.

2. Завзятий підшипник, підшипники штовхальника й завзятих роликів механізму підйому зводу.

3. Блоки й трос підстави механізму підйому зводу.

4. Рухливий палець установки стопорного пристрою.

5. Осі циліндрів нахилу печі.

6. Підшипники й блоки установки для уведення кисню.

Підшипники роликових напрямних змазуються солідолом (періодичність контролю й додавання змащення - 1 місяць, кількість подаваного змащення - 0,8 кг, періодичність зміни змащення - 1 рік) за допомогою ручного змащення. Блоки, розташовані на підставі, змазують солідолом ручним способом (періодичність контролю й додавання змащення - 3 місяці, кількість подаваного змащення - 0,1 кг, періодичність зміни змащення - 1 рік). Трос, що навиває на ці блоки, змазується ручним способом торсиолом – 55 ГОСТ 20458-89 (періодичність контролю й додавання змащення - 3 місяці, кількість подаваного змащення - 0,2 кг, періодичність системи змащення - промивання - 1 рік).

Бронзові підшипники штовхальника, що входить до складу механізму підйому зводу, змазуються централізованим способом від ручного насоса солідолом (періодичність змазування й додавання змащення - 10 днів, кількість подаваного змащення - 0,2 кг, періодичність зміни змащення - 1 рік). Підшипники завзятих роликів механізму підйому зводу змазуються солідолом ручним способом (періодичність контролю й додавання змащення - 1 місяць, кількість подаваного змащення - 0,5 кг, періодичність зміни змащення - 1 рік).

Осі циліндрів нахилу механізму нахилу змазуються ручним способом солідолом (періодичність контролю й додавання змащення - 2 місяці, кількість подаваного змащення - 0,2 кг, періодичність зміни змащення - 2 місяці). Підшипники роликів рольганга механізму викочування змазуються ручним способом солідолом (періодичність контролю й додавання змащення - 3 місяці, кількість подаваного змащення - 0,6 кг у кожен ролик, періодичність зміни змащення - 1 рік).

Літол-24 ГОСТ 21150-87 DIN 51502-КЗК-40

Таблиця 3.1 - Карта змащення вузлів електродугової печі ДСВ-25.

№ п/п	Найменування вузла	Вид змащення	Кількість, кг.	Періодичність змащення
1	Ролики вала підйому зводу	Літол	0,3	Раз на місяць
2	Опори вала підйому зводу	Літол	0,5	Раз на місяць
3	Вал підйому заслінки	Літол	0,6	Раз на місяць
4	Ланцюгові ролики	Літол	1,2	Раз на місяць
5	Ролики викочування	Літол	3,2	Раз на місяць
6	Ролики рольганга	Літол	0,3	Раз на місяць
7	Ролики фурми	Літол	0,4	Раз на місяць
8	Пальці кочення	Літол	1,2	Раз на місяць
9	Пальці нахилу	Літол	0,6	Раз на місяць
10	Механізм затиску	Літол	2,0	Раз на місяць

Підшипник привода переміщення фурми має ручний спосіб змащення солідолом (періодичність контролю й додавання змащення - 1 місяць, кількість подаваного змащення - 0,5 кг, періодичність зміни змащення - 1 рік). Трос, що є складовою частиною установки для уведення кисню, змазується ручним способом торсиолом – 55 ГОСТ 20458-89 (періодичність контролю й додавання змащення - 3 місяці, кількість подаваного змащення - 0,3 кг, періодичність зміни змащення - промивання - 1 рік).

3.4 Пропозиції по підвищенню терміну служби вузлів і деталей

Щоб підвищити термін служби вузлів і деталей потрібно дотримуватися раціонального режиму експлуатації, уводити системи захисту встаткування від перевантажень і поломок, у тому числі систем зрошення й охолодження.

Для поліпшення якості стали й внаслідок цієї якості одержуваних деталей варто використати під валку магнезитом. Застосування хромування при відновленні деталей дозволити знизити їхня зносостійкість в 2 і більше рази в порівнянні зі зносостійкістю відповідних нових деталей і тим самим збільшити їхню довговічність при менших витратах.

Одним зі способів підвищення термінів служби деталей є збільшення їхньої зносостійкості. Основним способом підвищення зносостійкості при механічному зношуванні є правильний підбор матеріалів для вузлів тертя, збільшення твердості торкающих поверхонь тертя, поліпшення умов змащення, підвищення якості поверхні, строге дотримання правил технічного обслуговування й експлуатації встаткування.

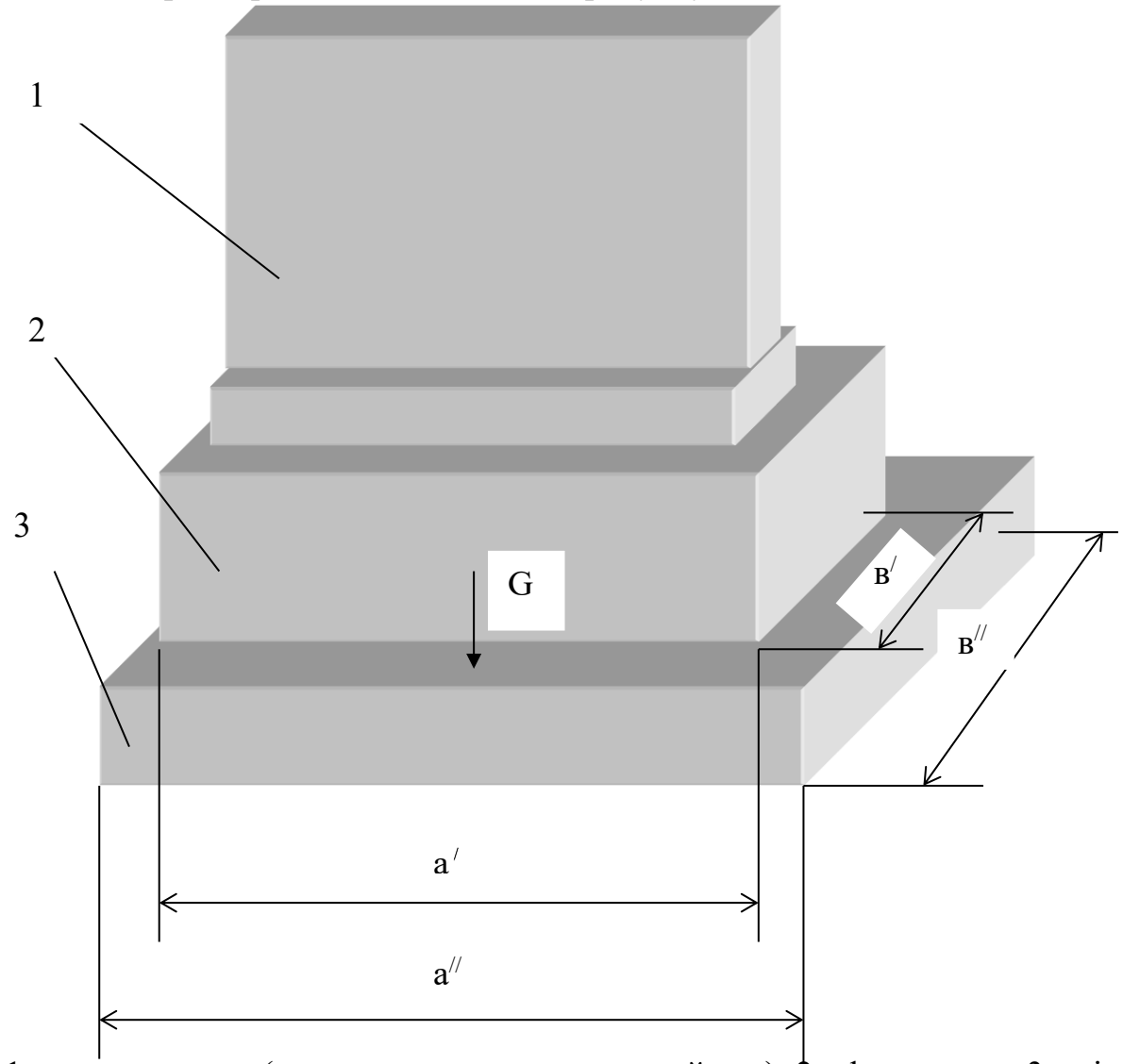
Для виготовлення деталей вузлів тертя варто вибирати матеріали, не схильні до схоплювання, тобто до місця зварюванню при звичайній температурі. Ефективним заходом по боротьбі з механічним зношуванням на поверхнях тертя є створення неметалічних захисних плівок (фосфатування, сульфідування, обробка дисульфід молібденом й ін.), застосування яких дає можливість підвищити зносостійкість сталевих деталей в 10 - 20 разів.

Збільшення твердості поверхонь тертя може бути досягнуте шляхом загартування, хіміко-термічної обробки, зміцнення за допомогою пластичного деформування, нанесення зносостійких наплавлень і покриттів.

Для зменшення концентрації навантаження на вал і підшипники варто застосовувати вузькі підшипники (з малим відношенням довжини до діаметра), а також рекомендується підвищення твердості валів і використання самоустановлювальних підшипників.

3.5 Розрахунок фундаменту під піч ДСВ-25

Для визначення геометрії фундаменту й підошви необхідно задатися деякими параметрами, зазначеними на рисунку 3.1



1 - устаткування (вузол, складальна одиниця й т.д.); 2 - фундамент; 3 - підошва

Рисунок 3.1 - Схема установки встаткування на фундамент

Вихідні дані для розрахунку

$G_П = 175000Н$ - *вага печі*

$G_М = 25000кГ$ – *вага металу*

$a = 10{,}0м$

$в = 7{,}5м$

$P = 20кН$

$[\rho] = 2\,{кг}/{см^2}$

$\gamma_Ф = 2{,}1 \div 2{,}2\,{Т}/{М^3}$

$\delta_1 = 0{,}1м$

$\delta_2 = 0{,}2м$

Фундаменти проектують із розрахунку витрати 3...5…5 м^3 бетони на 1 т. ваги встановлюваного встаткування тобто

$$V_Ф = G_Ц \cdot (3 \div 5), \tag{3.1}$$

де $V_Ф$ – об'єм фундаменту.

Вага фундаменту розраховують як добуток об'єму фундаменту на питому вагу фундаменту:

$$G_Ф = V_Ф \cdot \gamma_{бетона}, \tag{3.2}$$

Необхідно розрахувати тиск фундаменту на ґрунт і зіставити його із припустимим.

$$\rho \le [\rho] \tag{3.3}$$

$$\rho = \frac{G_П + G_М + G_Ф}{a'' \cdot b''} + \frac{M}{W} \le [\rho]$$

де a'' - довжина підошви;

b'' - ширина підошви.

Знайдемо тиск на ґрунт у нашому випадку

$$\rho = \frac{G_{П} + G_{Ф} + P'}{a'' \cdot b''} + \frac{M_{опр}}{W}, \quad (3.4)$$

Об'єм фундаменту:

$$V_ф=(3...5…5)\cdot G_П=4\cdot 175=700 \text{ м}^3 \quad (3.5)$$

Вага фундаменту визначимо по формулі

$$G_{Ф} = \gamma_{Ф} \cdot V_{Ф}, \quad (3.6)$$

де $\gamma_{Ф}$ – питома вага бетону.

$$G_{Ф} = 2{,}1 \cdot 700 = 1470000 \text{кг} \quad (3.7)$$

Визначимо розміри фундаменту

$$a' = a + 2 \cdot \delta_1 = 10 + 2 \cdot 0{,}1 = 10{,}2 \text{ м} \quad (3.8)$$

$$b' = b + 2 \cdot \delta_1 = 7{,}5 + 2 \cdot 0{,}1 = 7{,}7 \text{ м} \quad (3.9)$$

Визначимо розміри підошви фундаменту.

$$a'' = a' + 2 \cdot \delta_2 = 10{,}2 + 2 \cdot 0{,}2 = 10{,}6 \text{ м} \quad (3.10)$$

$$b'' = b' + 2 \cdot \delta_2 = 7{,}7 + 2 \cdot 0{,}2 = 8{,}1 \text{ м} \quad (3.11)$$

$$W = \frac{(a'')^2 \cdot b''}{6} = \frac{12{,}6^2 \cdot 6{,}6}{6} = \frac{1060^2 \cdot 810}{6} = 151686000 \text{ см}^3 \quad (3.12)$$

Знаходимо висоту фундаменту.

$$h_{Ф} = \frac{V_{Ф}}{a' \cdot b'} = \frac{700}{10{,}2 \cdot 8{,}1} = 8{,}15 \text{ м} \quad (3.13)$$

Розрахуємо перекидаючий момент.

$$M_{ОПР} = P'' \cdot h_{Ф} = 2000 \cdot 815 = 1630000 \text{ кг·см} \quad (3.14)$$

Підставимо всі отримані значення у формулу тиску, одержимо.

$$\rho = \frac{175000 + 1470000 + 25000}{1060 \cdot 810} + \frac{1630000}{151686000} = 1{,}94 + 0{,}01 = 1{,}95 \text{ см}^2$$

$$\rho = 1{,}95\, кг/см^2 < [\rho] = 2\, кг/см^2$$

Умова виконується.

Приймаємо площу підошви фундаменту 10,6 х 8,1 м

Виготовляємо бетон Б 50 для підошви фундаменту; для фундаменту бетон марки Б 200

Розрахуємо об'єм фундаменту.

$$h_{\Ф} = h_{\П} + h_{С\Ф} \tag{3.15}$$

$$h_{\П} = \frac{h_{\Ф}}{5} = \frac{8{,}15}{5} = 1{,}63 \text{ м} \tag{3.16}$$

$$V_{\П\Ф} = A_{\П\Ф} \cdot h_{\П} = 10{,}6 \cdot 8{,}1 \cdot 1{,}63 = 139{,}9 \text{ м}^3 \tag{3.17}$$

$$V_{С\Ф} = V_{\Ф} - V_{\П\Ф} = 700 - 139{,}9 = 560{,}1 \text{ м}^3 \tag{3.18}$$

Отже, для виготовлення фундаменту необхідно замовити 87,81 куба бетону марки Б 50 й 312,19 кубів бетону марки Б200.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Виявлення та оцінка шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища

4.1.1 Характеристика ступеня безпеки процесу, рівня механізації

Велика кількість небезпек (переміщення вантажів, вантажозахватних пристроїв, що обертаються частини броскової машини й т.д.) вимагає особливої уваги й обережності з боку робочого персоналу.

Рівень механізації праці визначається шляхом відношення витрат механізованої праці до ручної праці (для спеціальності “сталевар”):

$$B = \frac{M}{M+R} \cdot 100 = \frac{28}{28+4} \cdot 100 = 87{,}5\%, \qquad (4.1)$$

де B - рівень механізації праці, %;

M - сума людино-годин механізованої праці для сталеварів, кранових машиністів, слюсарів.

R - сума людино-годин ручної праці.

Рівень механізації праці для спеціальності машиніст крана:

$$B = \frac{M}{M+R} \cdot 100\% = \frac{15}{15+1} \cdot 100\% = 93{,}5\%,$$

Рівень механізації праці для спеціальності слюсар-ремонтник:

$$B = \frac{M}{M+R} \cdot 100\% = \frac{4}{4+12} \cdot 100\% = 25\%$$

Таблиця 4.1 – Розрахунок рівня механізації робочих

№ п/п	Професія робочих	Штат рабочих	Кількість відпрацьованих чоловіко – годин в зміну			Рівень механізації %
			Вручную	За допомогою машин	Всього	
1	Сталевар	4	4	28	32	87,5
2	Машиніст крана	2	1	15	16	93,5
3	Слюсар	2	12	4	16	25,0

Класифікація професії на три групи:

1. Професії ручної праці: слюсар.
2. Професії механізованої праці: машиніст крану.
3. Професії змішаної праці: сталевар.

4.1.2 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища

У сталеплавильному цеху загалом, і на металургійній ділянці зокрема технологічні операції відбуваються як безупинно, так і періодично. У цих умовах небезпечні й шкідливі виробничі фактори проявляють себе як постійно, так і періодично. Сталеплавильний процес відноситься до I, II групи процесів з надлишками явної теплоти і забрудненням 3,4 класу небезпеки.

До постійно діючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів ставляться: теплові випромінювання (більше 350 Вт/м^2), інфрачервоне випромінювання, загазованість, електромагнітне випромінювання, вібрації (табл. 7.2). До періодично діючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів ставляться: переміщення вантажів (великої кількості сировини, готової продукції й відходів виробництва), що обертаються частини механізмів й устаткування, що працюють у запиленому середовищі при низьких або високих температурах, підвищене значення напруги в електричних ланцюгах. У цих умовах потрібне безумовне забезпечення безпеки виробничого встаткування, дотримання вимог ДНАОП 0.9 - 3.03 - 81 і ДНАОП 0.9 - 3.049 - 82. Деякі небезпечні й шкідливі фактори можуть переходити з однієї категорії в іншу.

Порушення й екстремальні відхилення (аварії) технологічного процесу й роботи встаткування приводить до прояву випадкових небезпечних і шкідливих факторів. До таких випадкових факторів ставляться: раптовий прорив газопроводу, обрив силових електричних ліній, влучення сторонніх предметів у механізми встаткування й т.п.

Таблиця 4.2 - Оцінка факторів виробничого середовища трудового процесу

№ п/п	Фактори виробничого середовища й трудового процесу	Норм. зн. (ПДК)	Фактичне значення	III клас.- шкідливі й небезпечні умови й характер праці			Час дії фактора, %, за зміну
				Іст.	IIст.	IIIст.	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3: I клас небезпеки: II клас небезпеки: III клас небезпеки: оксид заліза, мг/м^3 оксид вуглецю мг/м^3	 15,3 20,0	 100,8 30,66	 1,53		 6,6	 80 100
2	Пил переважно фіброгенного дії, мг/м^3	2	11,6			5,8	80
3	Вібрація (загальна й локальна), дБ	2	6.4			4,4	80
4	Шум, дБА	80	90	10			85
5	Інфразвук, дБ						
6	Ультразвук, дБ						
7	Мікроклімат у приміщенні: -температура повітря, ^{0}C -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 85

У сталеплавильному цеху джерелом загальної вібрації є вібрація підлоги й інших конструктивних елементів будинку внаслідок роботи вантажопідйомних і транспортуючих машин, механізмів електропечі, молотів.

Основним устаткуванням, що генерує електромагнітні поля, є електроустаткування й трансформаторні підстанції.

Основними джерелами небезпеки поразки електричним струмом на металургійній ділянці є: машини й механізми з електроприводом. В основному електроустаткування підключається від заводської мережі 380 В.

Основні теплові випромінювання мають місце на металургійній ділянці, так й у цеху виходять від печей і машин для розливання металу. По санітарних нормах проектування промислових підприємств (СН 245-71) величина явних тепловиділення (для гарячих цехів) не повинна перевищувати 140 Вт/м^2. У нашому випадку, безпосередньо поблизу печей, тепловиділення становлять 850 Вт/м^2.

Висновок: У зв'язку з наявністю першого й третього класу небезпеки (Табл.7.2) слюсар має право на пільгову пенсію по першому списку, додаткову відпусткуа в розмірі 18 днів, і видачу 0,5 літра молока в зміну, прибавку до заробітної плати ≈ 20%.

4.2 Заходи щодо захисту від виявлених небезпечних і шкідливих факторів

Для поліпшені умов праці й захисту працюючих від теплового впливу застосовуємо: теплоізоляцію поверхонь робочих місць (кабіни машиністів мостових кранів, постів керування), природну й механічну вентиляцію, водо розпилення на робочих місцях й у проточних віконних прорізах, спецодяг й індивідуальні захисні засоби (щитки, окуляри, екрани), раціональну організацію режимів праці й відпочинку, пристрій спеціальних кабін і кімнат відпочинку. Для ослаблення впливу теплового випромінювання на організм людини встановлюємо питний режим - постачання робітників підсоленою газованою

водою. Зменшення запилення й загазованості виробляється шляхом природної й штучної вентиляції.

До обертових відкритих частин устаткування, розподільним електричним пристроям, джерелам теплового випромінювання - використаються огороджувальні пристрої, як стаціонарні, так і рухливим, відповідним вимогам ДНАОП 0.9 - 3.62 - 81.

Для контролю переміщення вантажів застосовуються обмежувальні пристрої тупикового типу. Також обмежувальні пристрої застосовуємо на підступах до джерел тепловипромінювання (печі, ковші, місця випуску металу), залізничні колії, вантажно-розвантажувальні площадки. Засоби індивідуального захисту (СІЗ) персоналу электросталеплавильного цехи застосовуються наступних класів: для ремонтних й аварійних робіт - ізолюючі костюми; для виконання технологічних операцій - спецодяг й інші СІЗ, передбачені ДНАОП 0.9 - 3.03 - 81.

Як засоби захисту органів дихання застосовуються респіратори типу ШБ - “Лепесток”.

Спеціальне вібраційне взуття ДНАОП 0.9 - 3.09 - 83 групи Мв - для захисту від механічних впливів і вібрації.

4.3 Технічні рішення по гігієні праці і виробничий санітарії

4.3.1 Мікроклімат

Допустимими метеорологічними умовами для роботи слюсаря такі параметри мікроклімату для теплої пори року: температура навколишнього середовища 19-25 °С, відносна вологість 75%, швидкість переміщення повітря 0,2 м/с (БНіП 2.04.05-91).

Вентиляція – організований повітрообмін – застосовується для створення номінальних метеорологічних умов, видалення шкідливих, виділюваних при технологічних операціях.

В електросталеплавильному цеху застосовується механічна й природна вентиляція. Аерація - природний повітрообмін у виробничому приміщенні відбувається під впливом двох факторів: різниці температур, що створює тепловий тиск, і дії вітру, що створює вітровий тиск. Для збільшення тиску, у даху цеху встановлені витяжні шахти й труби, з дефлекторами, що дозволяють збільшити повітрообмін за рахунок вітрового напору. Для надходження повітря в цех передбачені приточні прорізи в нижній зоні стін.

За допомогою механічної вентиляції, установленої в цеху, повітря розподіляється відповідно до заданих умов, чисте повітря подають у певні ділянки цеху, а забруднене видаляють від місць утворення, відводять для очищення.

4.3.2 Освітлення виробничих приміщень

Одним з найважливіших параметрів виробничої обстановки є освітлення. Достатнє освітлення на робочих поверхнях забезпечується виконанням нормативних вимог, що встановлюють норми освітленості залежно від характеристики зорової роботи обумовленим ступенем її точності, тобто розміром об'єктів розрізнення. (БНіП 11-4-79 «Природне й штучне висвітлення» передбачає нормативи висвітлення для восьми розрядів зорової роботи).

В електросталеплавильному цеху робоче місце сталевара використається штучно освітлення з допомогою світильника ПВЛП із лампою ДРЛ потужністю 500 Вт, світловою віддачею 11600 лм/Вт і тривалістю горіння 1000-4000 годин.

Роботу оператора відносимо до роботи середньої точності IV розряду. З таблиці 4 освітленість згідно БНіП 11 - 4 - 79 становить: загальна при штучному висвітленні 200 Лк, при природному бічному висвітленні 1,5%, що відповідає обраній лампі.

Інші приміщення з постійним перебуванням у них людей, мають як природне, так і штучне висвітлення. У цеху використаються люмінесцентні і газорозрядні і світильники типу “Астра-32”.

4.3.3 Санітарно-побутові приміщення

До числа побутових приміщень ставляться приміщення для задоволення санітарних і побутових потреб трудящих під час перебування їх на роботі: приміщення для прийому їжі, гардеробні, душові, туалети, умивальні, пральні.

Електросталеплавильний цех ставиться до другої групи виробництв по БНіП 2.04.05 - 86. У побутовому приміщенні влаштований гардероб, умивальні, душові. Туалети розташовані як у побутовому приміщенні, так й у цеху. Підлога в туалетах, умивальних і душових улаштовується водонепроникний, з ухилом до стічного трапа. Стіни на висоту 1,5 м покриті вологостійким матеріалом. Будинок санітарно-побутового приміщення побудовано у два поверхи, шириною 38 м. Воно примикає безпосередньо до виробничого будинку цеху. Для зберігання одягу застосовуються металеві закриті ящики із проведеної в них вентиляційною системою.

На робочих місцях электросталеплавильного цехи є кабіни для відпочинку, у яких установлені лави зі спинками, у ці кабіни подається охолоджене повітря. Для роздачі питної води встановлені фонтанчики й автомати газованої води. Кількість газованої води на одну людину в зміну - 4,5-5 л, відстань від робочих місць до питних установок менш 75 м [25].

4.4 Заходи щодо безпеки праці

Дугові печі мають деякі конструктивні особливості, пов’язані з використанням електричного струму великої потужності складного електричного і механічного обладнання. Від комплексу цих причин залежить безпека процесу виплавки сталі, крім цього безпека визначається факторами виплавки і розливки сталі. Потужність електросталеплавильних агрегатів постійно зростає з вдосконаленням електричного і механічного обладнання що постійно підвищує рівень безпеки виробництва.

При роботі електрообладнання можливі порушення, відмови пристроїв. Більшість із них пов’язані з зміною сили струму від нуля до короткого

замкнення. Можливі порушення роботи приладів контролю, що створює небезпеки руйнування графітових електродів.

Екстремальні відхилення параметрів безпеки носять різноманітний характер: обрушення склепіння, перебіг реакцій з викиданням металу і шлаку на робочий майданчик, прорив металу через подину, вибухи під час контакту рідкого металу з водою, або в наслідок створення вибухонебезпечних сумішей чи концентрацій.

4.5 Заходи протипожежної безпеки й захисту навколишнього середовища

У роботі з попередження пожеж головним напрямком є пожежна профілактика - система державних і суспільних заходів, проведених з метою попередження пожеж, обмежень поширення пожеж, створення умов для евакуації людей з палаючого будинку й швидкого гасіння пожежі.

Важливий параметр будинків і споруджень є ступінь їхньої вогнестійкості. По ДБН 8.11-7.2002 визначаємо, що електросталеплавильний цех ставиться до другого ступеня вогнестійкості. Мінімальні межі вогнестійкості наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Мінімальні межі вогнестійкості основних будівельних конструкцій від ступеня вогнестійкості (БНіП 11 - 2 - 80)

Ступінь вогнестійкості	Основні будівельні конструкції				
	Несучі стіни, стіни сходових кліток, колони	Сходові площадки, балки й марші	Зовнішні стіни з начіпних панелей	Внутрішні стінки, перегородки	Плити, настили й інші несучі конструкції перекриттів
	Мінімальні межі вогнестійкості				
II	2,0	1,0	0,25	0,25	0,75

Для попередження поширення пожежі, конструкції будинку постачені протипожежними перешкодами - поперечними й поздовжніми.

Для евакуації людей з будинку й приміщень цехи передбачені евакуаційні виходи. Тому що ворота, призначені для руху транспорту, не можуть бути евакуаційними виходами, передбачаємо спеціальні додаткові евакуаційні виходи.

Сталеплавильний цех №1 ставиться до пожежонебезпечної категорії “Г”, пов'язаної з обробкою неспалених речовин і матеріалів у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, що супроводжуються виділенням променистого тепла, систематичним виділенням іскор і полум'я, а так само виробництва, пов'язані із систематичним спалюванням твердого, газоподібного й рідкого палива.

Згідно БНіП 2.01.02–85 забір води для гасіння пожежі виробляється з пожежних гідрантів, розташованих по периметрі цеху. Тиск 0,6 МПа створюється пожежними насосами, що запускають не пізніше, ніж через 5 хвилин після виникнення пожежі.

Використані насоси дозволяють створювати необхідний тиск у системі пожежогасіння й розраховані на витрату води відповідно до норм витрати води для внутрішнього пожежогасіння – 20 л/м^2 і зовнішнього – 30 л/м^2.

К індивідуальним засобам гасіння пожежі ставляться ручні пінні вогнегасники ВХП - 10, ВПП - 10 - для гасіння твердих горючих матеріалів, ВВ - 2, ВВ - 5, ВВ - 8, ВВ - 25, ВВ - 80- (вогнегасник вуглекислотний) - для гасіння електроапаратури.

Основним джерелом забруднення атмосфери є: пил, окис вуглецю, а водойм механічні суспензії. Джерелами забруднення є індукційні й електросталеплавильні печі, дробарки.

Електросталеплавильний цех при річному випуску 180 тис. тонн стали, обладнаний пиловловлювачем з ефективністю очищення 0,8-0,85, викидає в навколишнє повітря до 130 тонн пилу в рік.

Основними видами забруднень стічних вод є іржа, пил, флюси й ін. Масова концентрація суспензій у стічних водах досягає 1000 мг/літр. Для очищення стоків застосовують механічні методи (відстоювання, фільтрування й ін.), хімічні (нейтралізація, коагуляція й ін.) і фізико-механічні методи. Для зниження

шкідливого впливу на навколишнє середовище вода після очищення направляється на водо обіг, прохолоджується й повертається в цех.

4.6 Інженерний розрахунок витяжного зонта електропечі

При продувки стали киснем в атмосферу викидається велика кількість пилу й шкідливих газів. У зв'язку з вище викладеним потрібне застосування витяжної вентиляції.

Для визначення параметрів витяжного парасоля електропечі необхідно знайти кількість конвективних тепловиділень по формулі:

$$Q_k = P \cdot C \cdot T, \tag{4.2}$$

де P=1500 – продуктивність печі, $\frac{кг}{год}$;

C=0,5 – питома теплоємність металу, $\frac{Дж}{кг \cdot град}$;

T – температура металу, T=1400^{0}C.

Підставивши у формулу (4.2)

$$Q_K = 1500 \cdot 0{,}5 \cdot 1400 = 1050000 \frac{Дж}{год} = 1050 \frac{кДж}{год} .$$

Визначимо еквівалентний (по площі) діаметр джерела тепловиділення по формулі:

$$D_{ЭКВ} = 1{,}13\sqrt{F_И}, \tag{4.3}$$

де $F_и$- площа джерела тепловиділення (електропечі):

$$F_И = a \cdot b, \tag{4.4}$$

a=3,8, b=2,8 - відповідно довжина й ширина джерела, м;

$$F_И = 2{,}8 \cdot 3{,}8 = 10{,}64 м^2;$$

$$D_{ЭКВ} = 1{,}13\sqrt{10{,}64} = 3.91 м.$$

Задаємо найбільші (по конструктивних міркуваннях) розміри витяжного парасоля: a'=4 м, b'=3 м. Форма усмоктувального отвору повторює форму джерела тепловиділень.

Визначаємо відносні розміри джерела:

$$\overline{D_{ЭКВ}} = \frac{D_{ЭКВ}}{h} \tag{4.5}$$

і отсоса:

$$\overline{d_{ЭКВ}} = \frac{d_{ЭКВ}}{h}, \tag{4.6}$$

де h=2 - висота установки парасоля, м;

$d_{экв}$ – еквівалентний (по площі) діаметр отсоса, м.

Еквівалентний діаметр отсоса:

$$d_{ЭКВ} = 1{,}13\sqrt{a' \cdot b'}, \tag{4.7}$$

a'=4 b'=3 - розміри витяжного зонта, м.

$$d_{ЭКВ} = 1{,}13\sqrt{4 \cdot 3} = 4{,}2м..$$

Підставимо значення у формули (4.5) і (4.6):

$$\overline{D_{ЭКВ}} = \frac{3{,}91}{2} = 1{,}95м;$$

$$\overline{d_{ЭКВ}} = \frac{4{,}2}{2} = 2{,}1м.$$

Необхідна швидкість усмоктування:

$$w = k \cdot V_M, \tag{4.8}$$

де k=1,2 – коефіцієнт, що залежить від конструктивного виконання усмоктувального отвору; $V_м$ – осьова швидкість у конвективной струменю на рівні отсоса, для смуги:

$$V_M = 0{,}041 \cdot Q_K^{1/3} \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^{0{,}36}, \tag{4.9}$$

де $Q_к$=5250000 - кількість конвективних тепловиділень, $\frac{Дж}{год}$;

h=2 - висота установки зонта, м;

b=3 -ширина джерела, м.

Підставивши значення в (4.8), а потім в (4.9) одержимо:

$$V_M = 0{,}041 \cdot 1050000^{1/3} \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^{0{,}36} = 3{,}6\frac{м}{с};$$

$$w = 1{,}2 \cdot 3{,}6 = 4{,}32 \frac{м}{с}.$$

Обчислимо стійкість конвективного потоку:

$$A = \frac{D_{ЭКВ}}{2} \sqrt[3]{\frac{Q_K}{h}}, \quad (4.10)$$

де $D_{экв}$=3,91 - еквівалентний (по площі) діаметр джерела, м;

h=2 - висота установки зонта, м.

$$A = \frac{3{,}91}{2} \sqrt[3]{\frac{1050000}{2}} = 15{,}7.$$

Приймаємо рухливість повітря в приміщенні $V_п$=0,5 $\frac{м}{с}$.

Визначимо необхідну продуктивність відсоса по формулі:

$$Z_{ОТС} = 3600 F_{ОТС} w П, \quad (4.11)$$

де $F_{отс}$ =14,08– площа отсоса, м^2;

П=1,23 - коефіцієнт стійкості конвективного потоку.

$$Z_{ОТС} = 3600 \cdot 14{,}08 \cdot 4{,}32 \cdot 1{,}23 = 269335{,}8 \quad м^3/год.$$

Висновки

1. Ознайомлення з технологією й устаткуванням електросталеплавильного цеху №1 заводу “Дніпроспецсталь” показало, що одним з основних «вузьких місць» цеху є не плавність роботи механізму пересування електрода.

2. На підставі наведеного огляду й аналізу технічної літератури встановлено, що різні типи механізмів пересування електродів електродугових печей мають свої переваги недоліки.

3. Основною причиною переходу на гідравлічний привід переміщення електроходів це плавність роботи механізму, що поліпшує процес виплавки металу, і зменшує витрати на матеріали.

4. Виконані розрахунки на міцність найбільш навантажених деталей і вузлів, показують на високу надійність і довговічність механізму.

5. Для забезпечення необхідних показників роботи печі варто врахувати вимоги до монтажу й експлуатації, які наведені в розділі 3, а для задовільної роботи встаткування цеху в цілому, необхідно застосувати способи, які наведені в розділі 5.

6. Для поліпшення екологічного стану в цеху, необхідно встановити над електродуговою піччю витяжний парасоль, що буде забирати до 80% шкідливих викидів в атмосферу.

7. Результати роботи можуть бути використані не тільки на заводі “Дніпроспецсталь”, але й на інших заводах чорної та цвітної металургії, де встановлені електродугові печі ємністю двадцять п’ять тон.

Список використаної літератури

1. PrJSC “Dniprospetsstal”. ПрАТ «ДНІПРОСПЕЦСТАЛЬ». URL: http://www.dss-ua.com/ukr/company/company/index.wbp / (дата звернення: 16.04.2025).
2. Люта А. В. Удосконалення систем управління приводом переміщення електродів дугових сталеплавильних печей. Краматорськ : Донбас. держ. машинобуд. акад., 2020. 149 с.
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. Madias J. Electric Arc Furnace. *Ironmaking and Steelmaking Processes*. Cham, 2016. P. 267–281. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-39529-6_16 (date of access: 18.04.2025).
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. 11. 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/pravyla–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.	Приме-чание
				Документація		
A1			МТП4.111682.000 ВО	Загальний вигляд печі ДСВ-25		
A4			МТП4.111682.000 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна		
				записка		
				Складальні одиниці		
		1		Зливний жолоб	1	
		2		Футеровка печі	1	
		3		Електрод	1	
		4		Стійка фурми	1	
		5		Робоче вікно	1	
		6		Статор	1	
		7		Циліндр нахилу	1	
		8		Рольганг	1	
		9		Виїзний платформа	1	
		10		Стаціонарний робочий майданчик	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Циганок		
Пров.		Власов		
Н.контр.		Васильченко		
Утв.		Власов		

ДП.022056.000

Загальний вигляд печі ДСВ-25

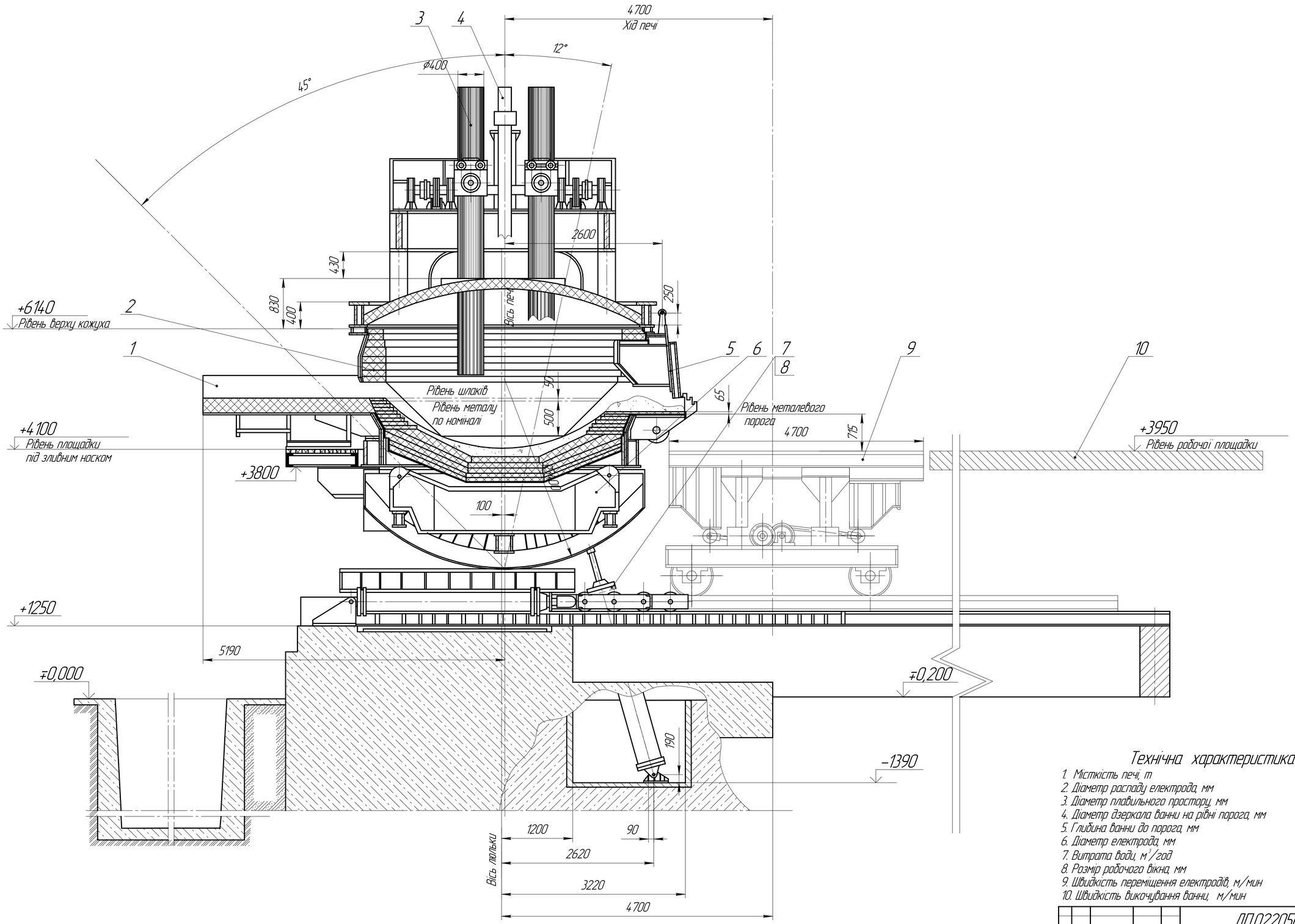
Лит.	Лист	Листов
У		

МОНУ, ЗНУ,
ІННІ ім. Ю.М. Потебні,
гр. 6.1331

Копировал

Формат А4

ДП.022056.000 ВЗ



Технічна характеристика

1. Місткість печі, т	25
2. Діаметр распаду електрода, мм	1200
3. Діаметр плавильного простору, мм	3300
4. Діаметр дзеркала ванни на рівні порога, мм	3180
5. Глибина ванни до порога, мм	685
6. Діаметр електрода, мм	400
7. Витрата води, м³/год	2,5
8. Розмір робочого вікна, мм	750х940
9. Швидкість переміщення електродів, м/мин	4,2
10. Швидкість викочування ванни, м/мин	2,8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.022056.000 ВЗ			
Разраб.		Цигонок			Дугова пічь ДСВ-25 креслення загального вигляду	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Власов				У	487500	1:20
Т.контр.		Власов				Лист	Листов 1	
Н.контр.		Васильченко				МОНУ ЗНУ, ІННІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331		
Утв.		Власов						

Копировал

Формат А1

Перед примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А1				Механізм переміщення		
				електродів печі ДСВ-25		
				Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1		Електродотримач	3	
		2		Стійка	3	
		3		Шахта	1	
		4		Ролик направмний	12	
		5		Упор	3	
		6		Циліндр	3	
				Деталі		
		7		Плита ізоляційна	3	
		8		Кронштейн	6	
		9		Опора плунжера	3	
				Стандартні вироби		
		10		Болт М24х40 ГОСТ 7798-70	36	
		11		Болт М32х80 ГОСТ 7798-70	96	
		12		Болт М42х130 ГОСТ 7798-70	18	
		13		Гайка М24 ГОСТ 5915-70	36	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Циганок		
Пров.		Власов		
Н.контр.		Васильченко		
Утв.		Власов		

ДП.022056.100

Механізм переміщення електродів печі ДСВ-25

Лит.	Лист	Листов
Ц	1	2

МОНУ, ЗНУ, ІННІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331

Копировал

Формат А4

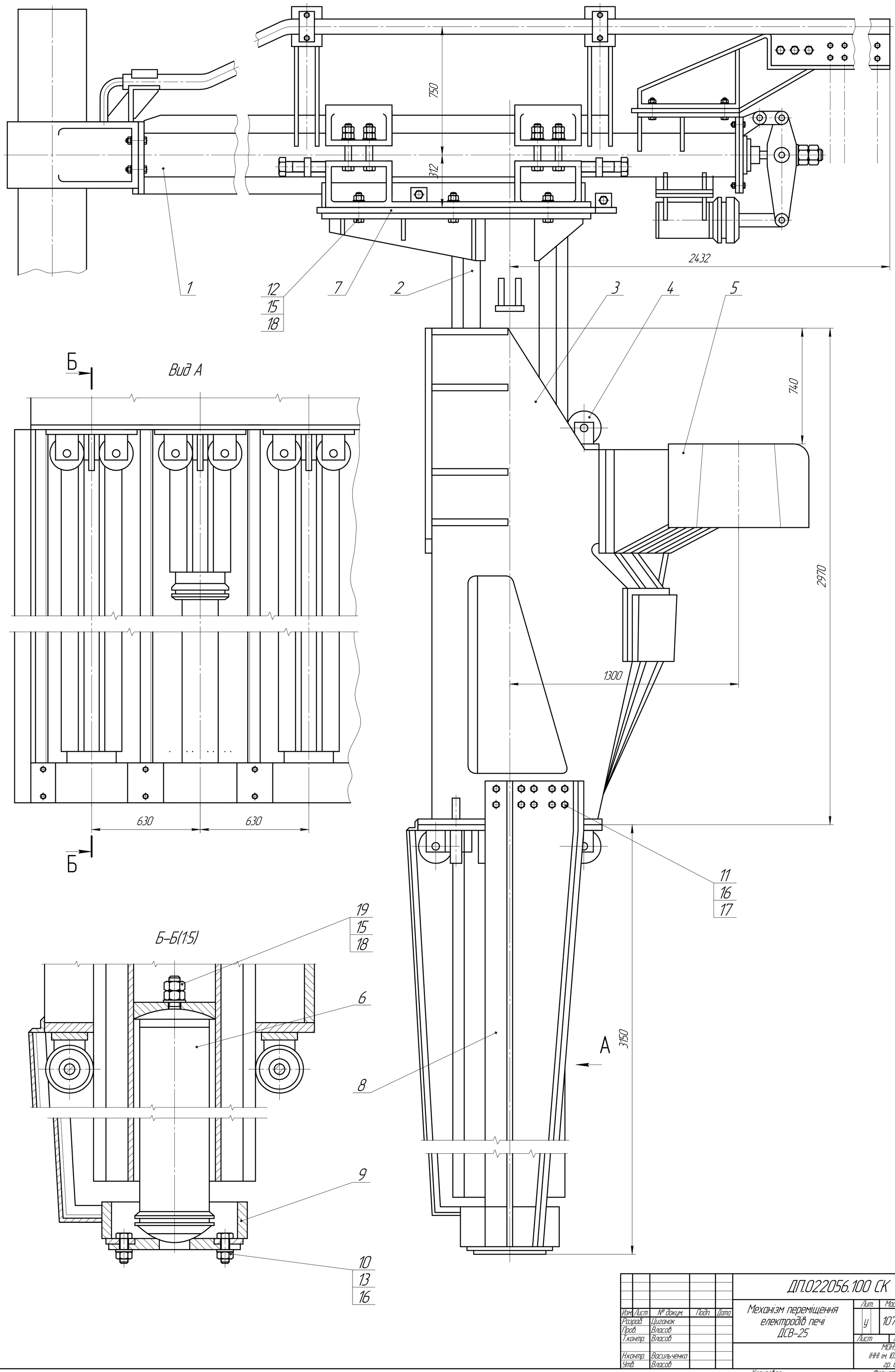
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		14		Гайка М32 ГОСТ 5915-70	96	
		15		Гайка М42 ГОСТ 5915-70	24	
		16		Шайба 24 ГОСТ 6402-52	36	
		17		Шайба 32 ГОСТ 6402-52	96	
		18		Шайба 42 ГОСТ 6402-52	21	
		19		Шпилька М42 ГОСТ 5915-70	3	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.022056.100	Лист 2

Копировал Формат А4

ДП.022056.100 СК



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Циганок			
Пров.		Власов			
Т.контр.		Власов			
Н.контр.		Васильченко			
Утв.		Власов			

ДП.022056.100 СК

Механізм переміщення електродів печі ДСВ-25

Лит.	Масса	Масштаб
У	10750	1:10

Лист | Листов 1

МОНУ ЗНУ ІННІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331

Копировал | Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
			МТП4.111682.200	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1		Електродотримач правий	1	
		2		Електродотримач середній	1	
		3		Електродотримач лівий	1	
		4		Пневмоциліндр	3	
		6		Редуктор підйому	3	
				Деталі		
		5		Блоки підйому верхні	6	
		7		Головка електродотримача	3	
		8		Колодка електродотримача	3	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Циганок		
Пров.		Власов		
Н.контр.		Васильченко		
Утв.		Власов		

ДП.022056.200

Механізм переміщення електродів

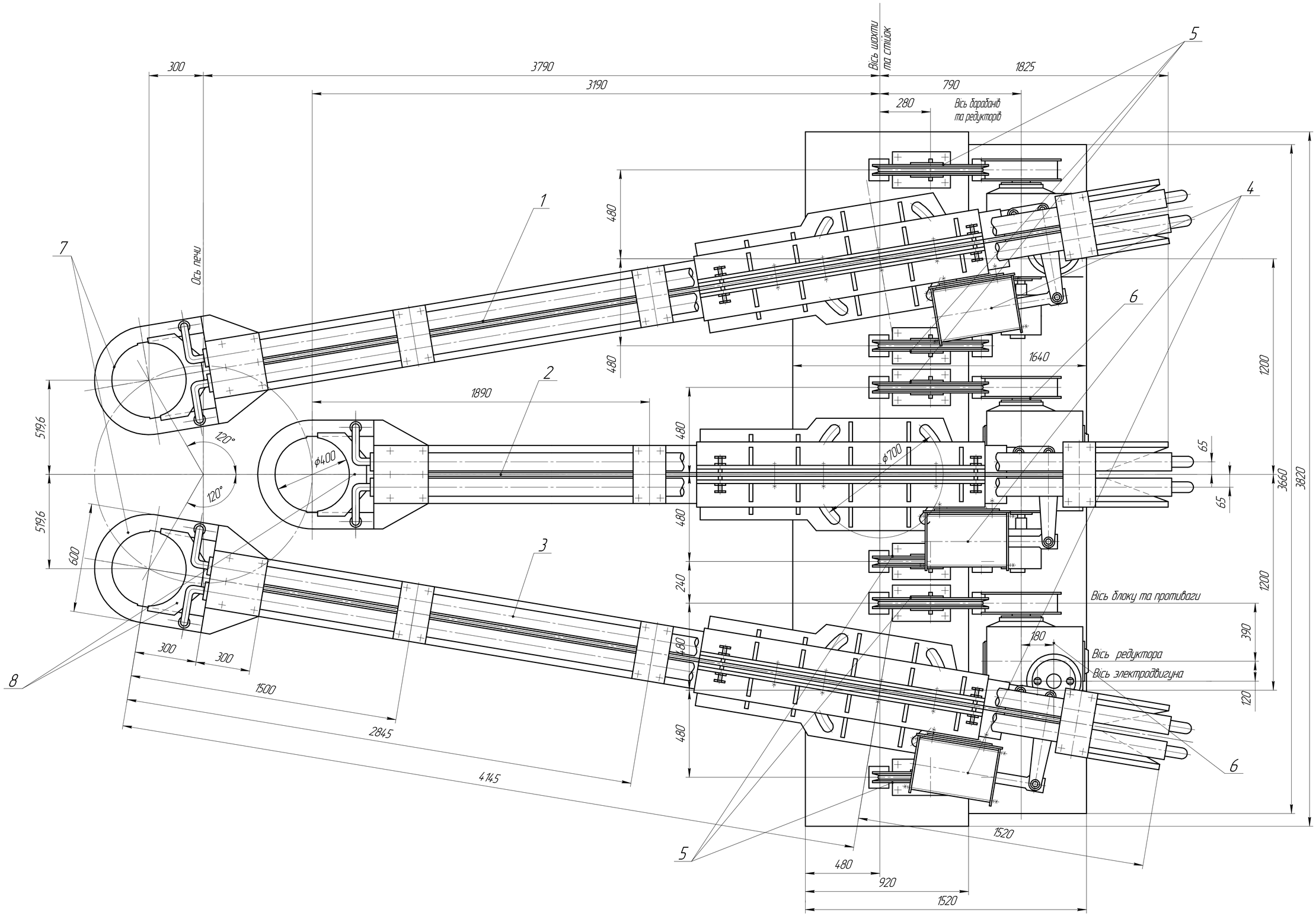
Лит.	Лист	Листов
У		1

МОНУ, ЗНУ,
ІННІ ім. Ю.М. Потебні,
гр. 6.1331

Копировал

Формат А4

ДП.022056.200 СК



						ДП.022056.200 СК	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Механізм переміщення електродів	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Циганок						1:10
Пров.		Власов				Лист	Листов 1
Т.контр.		Власов				МОНУ, ЗНУ, ІНФІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331	
Н.контр.		Васильченко					
Утв.		Власов					

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
				Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1		Корпус голівки	1	
		2		Механізм затиску	1	
		3		Труба	2	
		4		Обойма	1	
		5		Стійка в зборі	2	
				Деталі		
		6		Штанга	1	
		7		Втулка	1	
		8		Палец	1	
				Стандартні вироби		
		9		Болт М16х100 ГОСТ 7798-70	24	
		10		Болт М36х260 ГОСТ 7798-70	8	
		11		Болт М56 ГОСТ 10602-94	2	
		12		Гайка М16 ГОСТ 5915-70	24	
		13		Гайка М36 ГОСТ 5915-70	8	
		14		Шайба 16 ГОСТ 6402-52	24	
		15		Шайба 24 ГОСТ 6402-52	1	
		16		Шайба 36 ГОСТ 6402-52	8	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Циганок		
Пров.		Власов		
Н.контр.		Васильченко		
Утв.		Власов		

ДП.022056.300

Электродотримач

Лит.	Лист	Листов
У	1	2

МОНУ, ЗНУ,
ІННІ ім. Ю.М. Потебні,
гр. 6.1332-с

Копировал

Формат А4

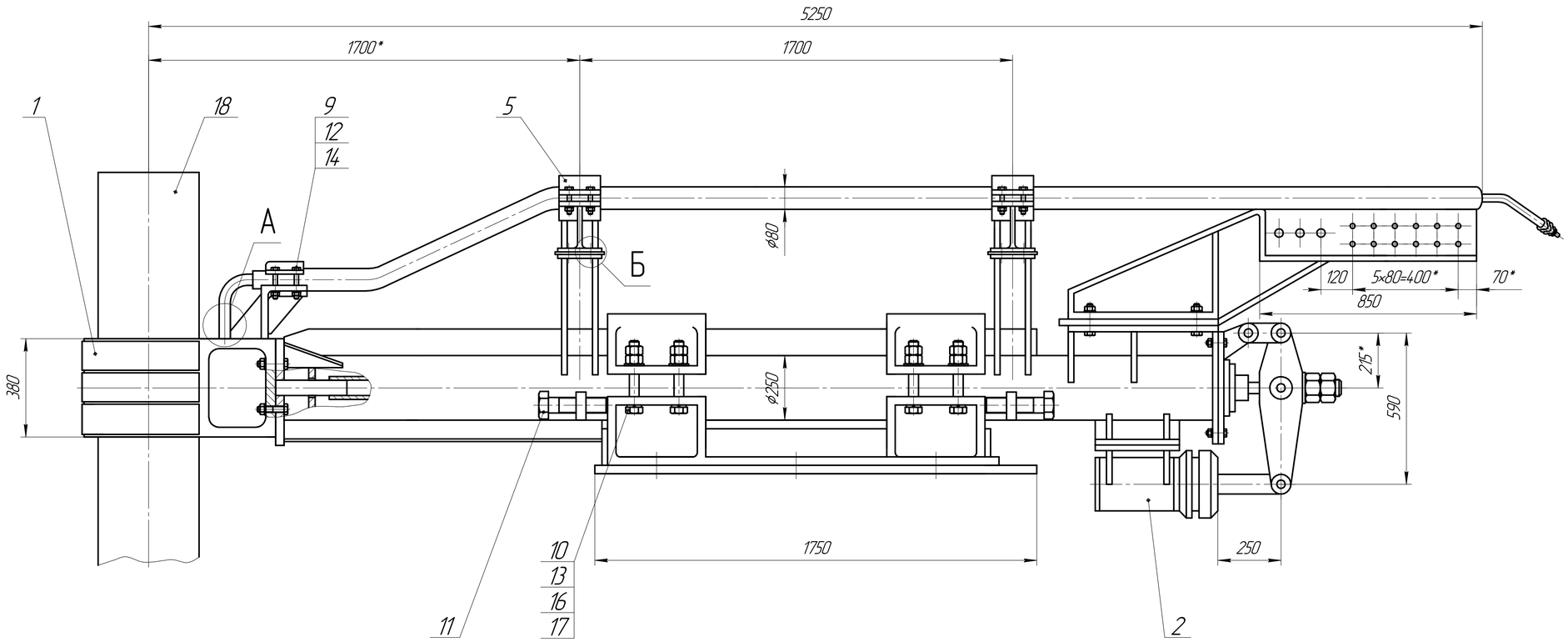
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		17		Шайба 36 ГОСТ 10450-78	8	
				Інші вироби		
		18		Електрод	1	
		19		Трубка изоляційна	24	
		20		Шайба изоляційна	24	

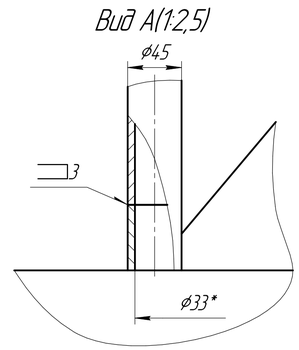
Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

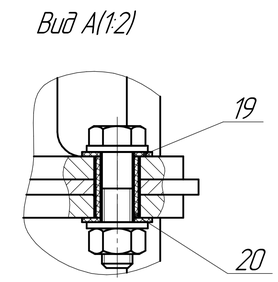
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.022056.300	Лист 2

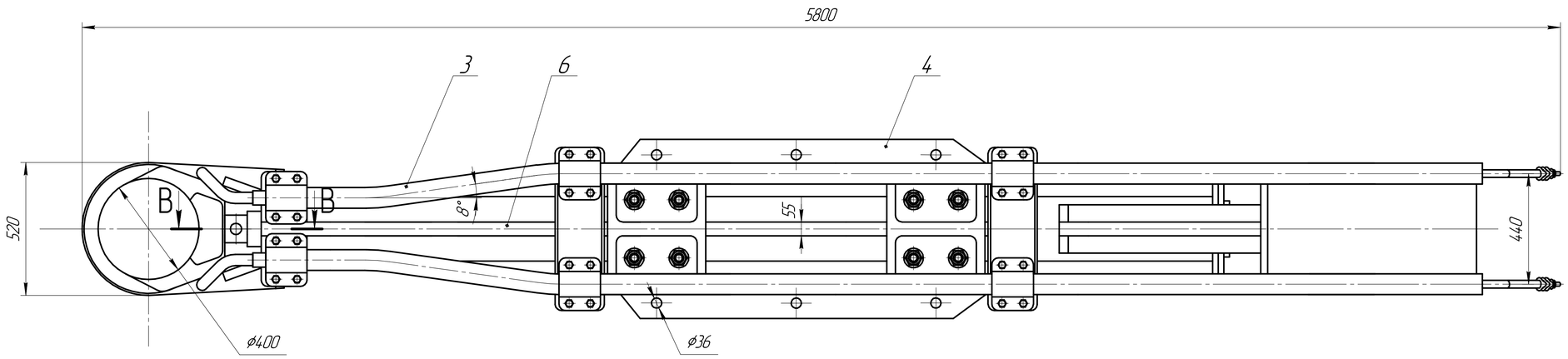
Копировал Формат А4

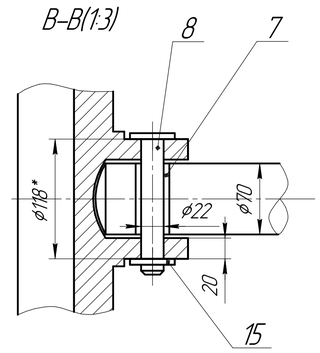
ДП.022056.300 СК











Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.022056.300 СК		
Разраб.		Цигонок			Электродотримач	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Власов				У	34.50	1:10
Т.контр.		Власов				Лист	Листов 1	
Н.контр.		Васильченко				МОНУ, ЗНУ, ІНФІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331		
Утв.		Власов						

Копировал

Формат А1

Перед примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
				Складальне креслення		
A!			МТДП.111682.000 СБ	Вентиляційна система		
				Складальні одиниці		
		1		Патрубок	1	
		2		Газохід	1	
		3		Трубопровід	2	
		4		Колектор	1	
		5		Злив	1	
		6		Відвід	2	
		7		Задвижка	1	
		8		Клапан	1	
		9		Задвижка	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Циганок		
Пров.		Власов		
Н.контр.		Васильченко		
Утв.		Власов		

ДП.022056.900

План вентиляційної системи

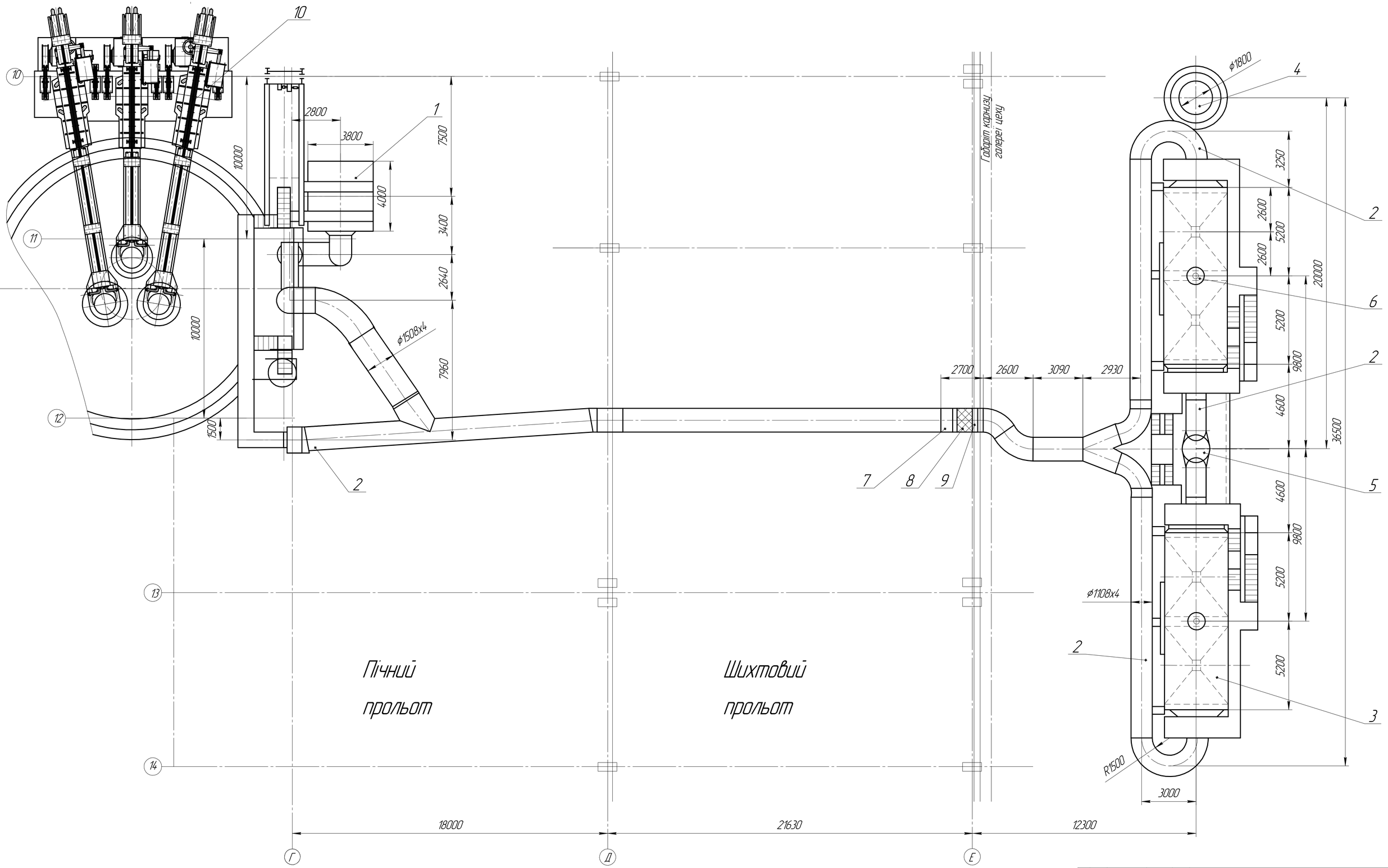
Лит.	Лист	Листов
У		

МОНУ, ЗНУ, ІННІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331

Копировал

Формат А4

ДП.022056.900 ОП



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Циганок		
Пров.		Власов		
Т.контр.		Власов		
Н.контр.		Васильченко		
Утв.		Власов		

ДП.022056.900 ОП

План вентиляційної системи

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:100
Лист	Листов 1	

МОНУ, ЗНУ, ІНФІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.