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 механізмів пристрою піч-ківш цеху СПЦ-3 «Дніпроспецсталь»

Виконав: студент групи 6.1331

Лимар О. О.
(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

Лимара Олександра Олександровича
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Удосконалення механізмів пристрою піч-ківш 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
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 пристрою піч-ківш – 1А1; 2. Сталевоз – 1А1; 3. Привод сталевоза – 1А1; 4. Шток – 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 _____ Лимар О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Лимар О. О. Удосконалення механізмів пристрою піч-ківш цеху СПЦ-3 «Дніпроспецсталь».

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

Проаналізовані переваги та недоліки наявних технічних рішень. Проведено перевірочний силовий і розрахунок на міцність деталей і вузлів механізмів пристрою піч-ківш. Запропоновано модернізацію механізмів. Приділено увагу питанням техногенної безпеки та екології в сталеплавильному виробництві.

Ключові слова: КІВШ, ПІЧ, ПРИВОД, КОЛЕСО, ПОТУЖНІСТЬ, РЕДУКТОР, ЕЛЕКТРОДВИГУН, ГАЛЬМО, МУФТА

ABSTRACT

Lymar O. O. Improvement of the mechanisms of the furnace-ladle device of the SPC-3 shop "Dniprospetsstal".

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

The advantages and disadvantages of existing technical solutions are analyzed. A verification force and strength calculation of parts and assemblies of the furnace-ladle device mechanisms is carried out. Modernization of mechanisms is proposed. Attention is paid to issues of technogenic safety and ecology in steelmaking.

Keywords: LUCKY, FURNACE, DRIVE, WHEEL, POWER, REDUCTOR, ELECTRIC MOTOR, BRAKE, COUPLING

ЗМІСТ

ВСТУП **7**

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА **9**

1.1 Коротка характеристика підприємства 9

1.2 1.2 Вантажопотоки сталеплавильного цеху 12

1.3 1.3 Загальне обладнання електросталеплавильних печей 14

1.4 1.4 Устрій електросталеплавильного цеху 24

1.5 1.5 Технологія виплавки сталі 27

1.6 «Вузькі місця» цеху і пропозиції по їхньому усуненню 29

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА **33**

2.1 Обладнання для позапічної обробки сталі 33

2.2 Пропозиція до модернізації конструкції механізму переміщення установки піч-ківш 35

2.3 Розрахунок механізму пересування сталевоза установки піч-ківш 37

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА **54**

3.1 Технічне обслуговування 54

3.2 Системи рідинного змащення 55

3.3 Обґрунтування і розрахунок системи змащення редуктора ВКУ-950 55

3.4 Розрахунок кріплення редуктора сталевоза. Розрахунок болтів кріплення редуктора ВКУ 950. Умова забезпечення стійкості обладнання. 59

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА **62**

4.1 Характеристика ступеня досконалості технологічного процесу електросталеплавильного цеху з гігієнічної точки зору 62

4.2 Аналіз потенційних шкідливих факторів виробничого середовища 63

4.3 Технічні рішення по виробничій санітарії 65
4.3.1 Об'ємно-планувальні рішення будинків і приміщень електросталеплавильного цеху 65
4.3.2 Опалення й вентиляція 66
4.3.3 Визначення загального повітрообміну по тепловиділенням 67
4.3.4 Висвітлення 68
4.3.5 Санітарно-побутові приміщення 72
4.4 Засоби пожежної безпеки 72
4.5 Рішення покращення екологічних показників цеху 73
4.6 Розрахунок витяжного зонту установки піч-ківш 74
ВИСНОВКИ 78
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 79
ДОДАТКИ 82

ВСТУП

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Створення швидкодіючих і надійних в експлуатації системи автоматичного регулювання є однієї з основних проблем при проектуванні дугових печей.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Коротка характеристика підприємства

У наш час сталеплавильне виробництво підприємства представлено чотирма електросталеплавильними цехами, оснащеними відкритими основними дуговими електропечами ємністю від 30 до 60 тонн, однієї індукційною піччю ємністю 7 тонн, агрегатом газокисневого рафінування, а також печами електрошлакового й вакуумно-дугового переплавів.

Маса застосовуваних на заводі сортових злитків від 0,215 до 7,4 тонни. Крім того, можливий виливок металу в товарні злитки масою від 8,9 до 14,7 тонн.

У сталеплавильному цеху № 1 установлені електросталеплавильні печі ДСВ-18. Для виробництва жароміцних і прецизійних сплавів установлена індукційна піч ємністю 8 тонн. У цеху діє установка напівбезперервного розливання сталі, для виробництва квадратних електродів, що витрачаються, розміром 370 мм для електрошлакового переплаву й круглих діаметром 405 і 530 мм для вакуумно-дугового переплаву.

У сталеплавильному цеху № 2 установлені електросталеплавильні печі ДСП-50 і конвертер газокисневого рафінування. Конвертер дозволяє робити низьковуглецеві корозійностійкі нержавіючі марки сталі чисті за неметалічними включеннями дуплекс процесом - відкрита дугова піч плюс конвертер (EAF+AOD).

У сталеплавильному цеху № 3 установлені електросталеплавильні печі ДСВ-50. Для одержання металу з більш високими якісними характеристиками напівпродукт, отриманий у відкритій дуговій печі, обробляють на установці піч-ковш фірми "Danieli". Перед розливанням сталь зазнає внепічного вакуумування на устаткуванні фірми "Mannesmann Demag".

У сталеплавильному цеху № 5 установлені печі електрошлакового й вакуумно-дугового переплаву (ЕШП і ВДП), які дозволяють виплавляти сортові злитки масою від 0,9 до 6,0 тонн і товарні листові злитки масою 9,3 – 20,0 тонн.

Методом ЕШП виготовляється високоякісна сталь, до якої висуваються підвищені вимоги за структурою металу й змісту шкідливих домішок і неметалевих включень.

Електроди, що витрачаються, для ЕШП використовуються як відлиті на установці напівбезперервного розливання сталі, так і ковані й катані, зроблені із сортових злитків.

З використанням вакуумно-дугового переплаву освоєне виробництво підшипникових, конструкційних, нержавіючих сталей і жароміцних сплавів на нікелевій і залізонікілієвій основі. Метод ВДП дозволяє одержувати високоякісну сталь, чисту за неметалевими включеннями і з низькою газонасиченістю.

Електроди, що витрачаються, для ВДП використовуються відлиті на установці напівбезперервного розливання сталі й відлиті в кокільні виливниці спеціальної форми.

В 1980 році введений в експлуатацію цех по виробництву інструментальної й швидкорізальної сталі методом порошкової металургії. Виплавка металу проводиться в індукційній печі ємністю 4 т, а застосовувані у виробництві методи холодного ізостатичного, а потім гарячого пресування в газостаті при температурі 1100°С - 1150°С й тиску 1000 атм. (процес ASEA - STORA) дозволяють одержувати метал з однорідною структурою без слідів карбідної сітки у вигляді пресування діаметром 450 мм і масою 1,8 т. У цеху проводяться кування круглого перетину діаметром від 80 до 350 мм, довжиною 1-5 м. Фахівцями підприємства розроблені технології виробництва широкої гами інструментальних марок сталі, у т.ч. високованадієвих (9-11 % V),

безвольфрамових сталей. Сортамент сталей, що поставляються, виготовлених методом порошкової металургії від 1,9 до 350 мм.

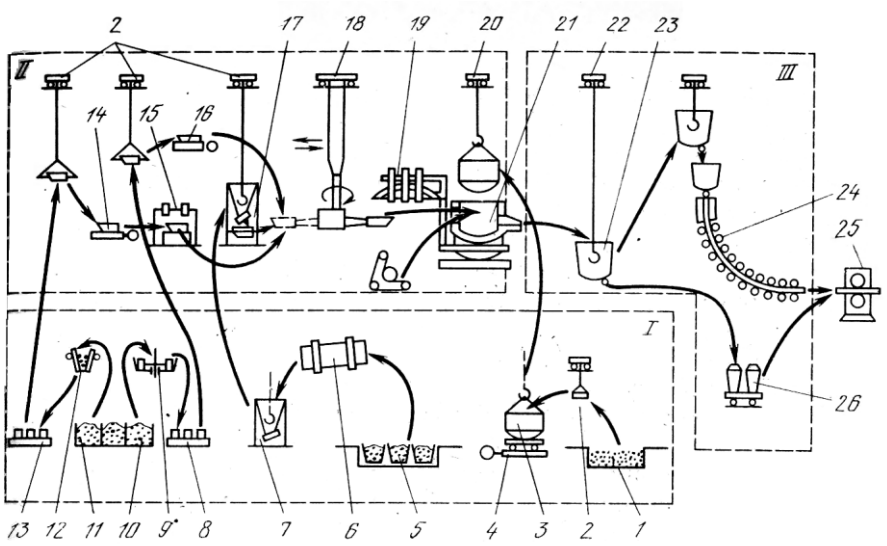
Методом порошкової металургії освоєне більш 30 марок швидкорізальних і інструментальних сталей відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ, DIN і ASTM.

1.2 1.2 Вантажопотоки сталеплавильного цеху

У системі вантажопотоків електросталеплавильного виробництва з дуговими електропечами (рис.1.1) розрізняють лінії доставки й завантаження лома, подачі й завантаження сипучих шлакоутворювальних матеріалів і феросплавів, збирання шлаків, розливання й збирання сталі. Лом із шихтового відділення магнітних матеріалів або з копрового цеху залізничним транспортом подають у шихтовий проліт I головного корпусу електросталеплавильного цеху й розвантажують у ямні бункери 1. Саморозвантажувальні бадді 3 завантажуються магнітними кранами 2. Після зважування баддю на візку 4 переміщають у пічний проліт II і встановлюють над піччю 21; при відведеному зводі завалочним краном 20 завантажують лом.

Доставлені в цех шлакоутворювальні матеріали розвантажують у прийомні переносні бункери 5. Після сушіння у барабанному сушилі 6 матеріал надходить у переносні бункери 7, які потім установлюють мостовим краном 2 на балкон робочого майданчика. З бункера матеріал завантажують у мульду 17 і крановою завалочною машиною (мульдозавалочним краном) 18 подають у піч.

Шлакоутворювальні матеріали подають у печі великої місткості завантажувальними машинами 19.



I – шихтовий проліт; II – пічний проліт; III – розливний проліт;

1 – ямні бункери; 2 – магнітний кран; 3 – бадді; 4 – візок; 5,7 – переносні бункери; 6 – барабанна сушарка; 8,13,17 – мульди; 9 – бігуни; 10,11 – бункери; 12 – дробарка; 14,16 – ваги; 15,21 – пекти; 18 – кранова завалочна машина; 19 – завантажувальні машини; 20 – завалочний кран; 22 – розливний кран; 23 – сталерозливний ківш; 24 – машина безперервного лиття заготовок; 25 – прокатні стани; 26 – виливниці.

Рисунок 1.1 – Схема вантажопотоків електросталеплавильного цеху

Кокс і бій електродів з бункера 10 надходить на бігуни 9 для здрібнювання, і завантажуються в мульди 8, установленні краном 2 на балкон робочого майданчика. Після зважування на вагах 16, розташованих на платформі, матеріал подають у піч крановою завалочною машиною. Феросплави з бункерів 11 подають для дроблення в щокову дробарку 12, завантажують у мульди 13, зважують на вагах 14 і задають у піч 15 для нагрівання, розташовану на балконі робочого майданчика. Усі операції обслуговує мульдомагнітний кран 2. Завантаження нагрітих феросплавів в електропіч здійснюється крановою завалочною машиною.

У розливному прольоті III розливають сталь. Сталь із печі випускають у сталерозливний ківш 23, який розливним краном 22 подають на машину 24

безперервного лиття заготівок або розливають в виливниці 26. Отримані заготівки на МНЛЗ передають у прокатні цехи для прокатки на станах 25.

Злитки, розлиті в виливниці 26, сталевозними візками подаються у відділення витягання злитків (стриперне відділення), де стверділі злитки металу витягають із виливниць.

Після відділення злитків від виливниць злитки направляють у прокатний цех, а виливниці — у двір виливниць, де їх прохолоджують, чистять і змазують. Підготовлені виливниці знову направляють у розливальний проліт, під приймання нової плавки сталі.

1.3 1.3 Загальне обладнання електросталеплавильних печей

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

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

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

Печі з незалежною дугою — невеликі (до 500—600 кВ·А), звичайно однофазні, служать для плавки металів з температурою плавлення не вище

1300—1400° С. До дугових печей непрямої дії можна віднести плазмові установки (плазмотрони).

Печі із закритою дугою — це дугові печі опору, у яких електрична дуга горить у газовій порожнині, усередині шихти, що розплавляється, підключеної послідовно або паралельно з *дугою.* Внаслідок великого опору шихти виділюване в ній джоулево тепло утворює усередині шихти вогнище високої температури. Ці печі дозволяють розплавляти метали з високою температурою випару й сублімації. Такі печі застосовують для відбудовних руднотермічних процесів, для виробництва феросплавів і ін. До печей цього типу можна віднести установки електрошлакового переплаву, що є по своєму принципу печами опору.

Печі із залежною дугою – дугові печі прямої дії, у яких шихта, як частина електричного ланцюга, обтікається повним струмом, дуговий розряд залежить від властивостей металу, що розплавляються.

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

До дугових печей із залежною дугою можна віднести й вакуумні дугові печі з нерозходуємим і розходуємим електродами, в яких можно одержувати ще больше потужності, ніж в сталеплавильних, і виготовляти плавку таких тугоплавких металів, як молібден, тантал, ніобій.

Дугові електросталеплавильні печі будують із механізованою завалкою шихти, що завантажується зверху бадьою за один – два приймання. Печі з верхнім завантаженням мають наступні гідності: 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 — загальним технічним прогресом в області електрометалургії.

Дугові електропечі завантажують металевою шихтою зверху саморозвантажними бадями (кошиками) при відведеному у бік зводі. Залежно від схеми відносного зсуву корпуса печі й зводу розрізняють наступні основні типи електропечей (рис. 1.2): *з викатною ваною печі,* портал з піднятим зводом і електродами залишається на місці (рис. 1.2, *а); з викатним порталом* (рис. 1.2, *б); з поворотним зводом,* звід з електродами піднімається й приділяється убік (рис.1.2, *в).*

Великовантажні печі виконують із верхнім завантаженням *викатною ваною печі* (серія ДСВ) і з *поворотним зводом* (серія ДСП).

Печі з викатною ванною вимагають більших площ, збільшується кількість механізмів, підвищується металоємність, а, отже, збільшується маса печі, вартість, простої. Останнім часом випускають печі, в основному, з поворотним зводом. Пояснюється це тим, що опорно-поворотна частина з напівпорталом і механізмом повороту компактні, відносно прості по конструкції й не створюють утруднень при завантаженні печі. Для інших типів механізмів необхідна значно більша виробнича площа, вони складніше й менш надійні в роботі, утрудняють подачу й установку бадді. Недолік печей з поворотним зводом — розташування напівпорталу й механізму його повороту на колисці — приводить до збільшення маси, що нахиляється частини й вимагає посилення колиски.

На металургійних підприємствах в основному встановлюють електропечі з поворотним зводом типової серії ДСП (дугові сталеплавильні печі) місткістю 12, 25, 50, 100 і 200 т, у яких знайшли відбиття новітні досягнення електротермії і електропічного машинобудування. Електропечі середньої серії ДСП-12, ДСП-25 і ДСП-50 виконують із гідравлічними приводами основних механізмів,

електропечі великої серії ДСП-100, ДСП-200 виготовляють із електроприводами всіх механізмів.

Печі нахиляють убік зливального жолоба на кут 40—45° для зливу металу в ківш і на кут 10—15° убік робочого вікна для скачивания шлаків.

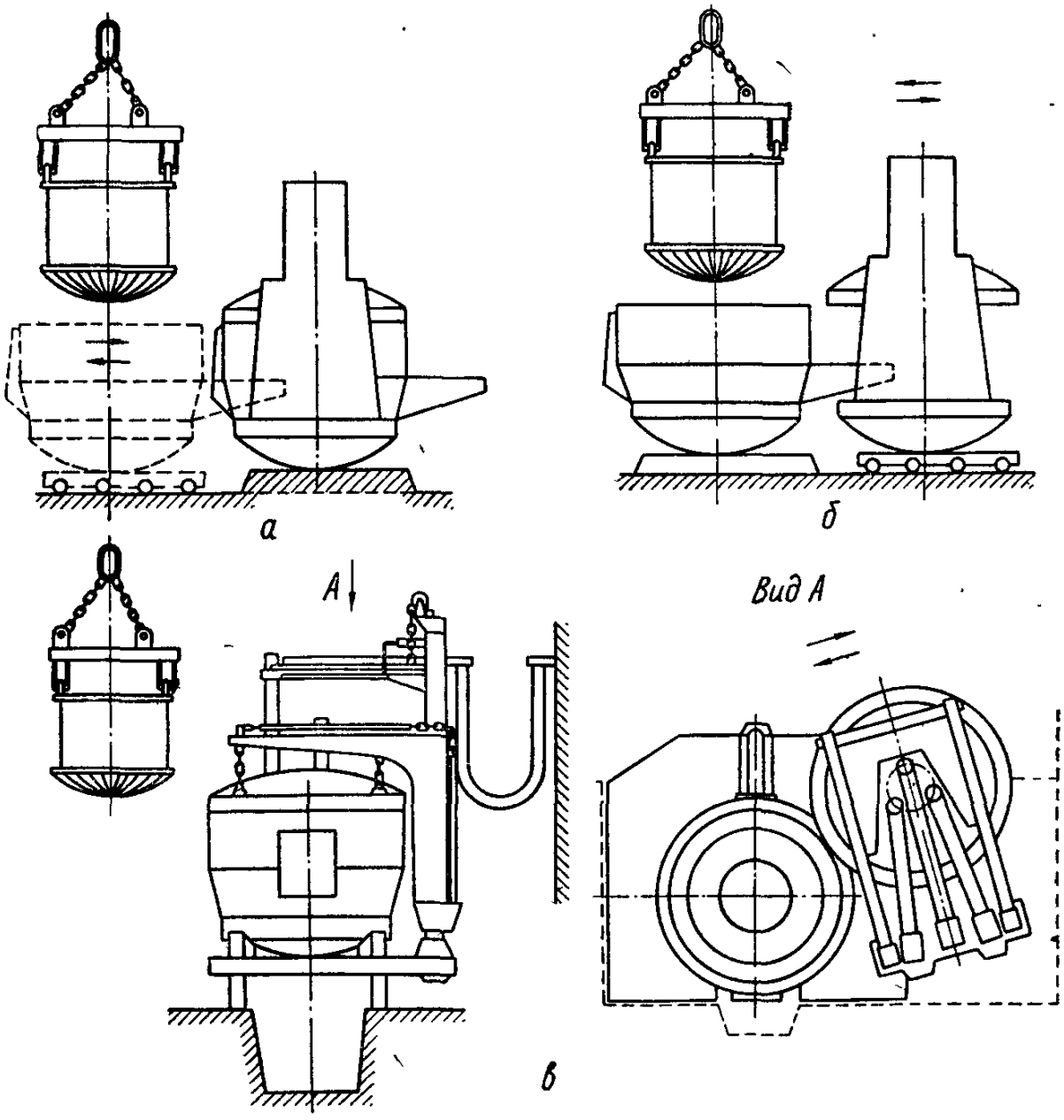


Рисунок 1.2 – Схеми конструкцій дугових електросталеплавильних печей

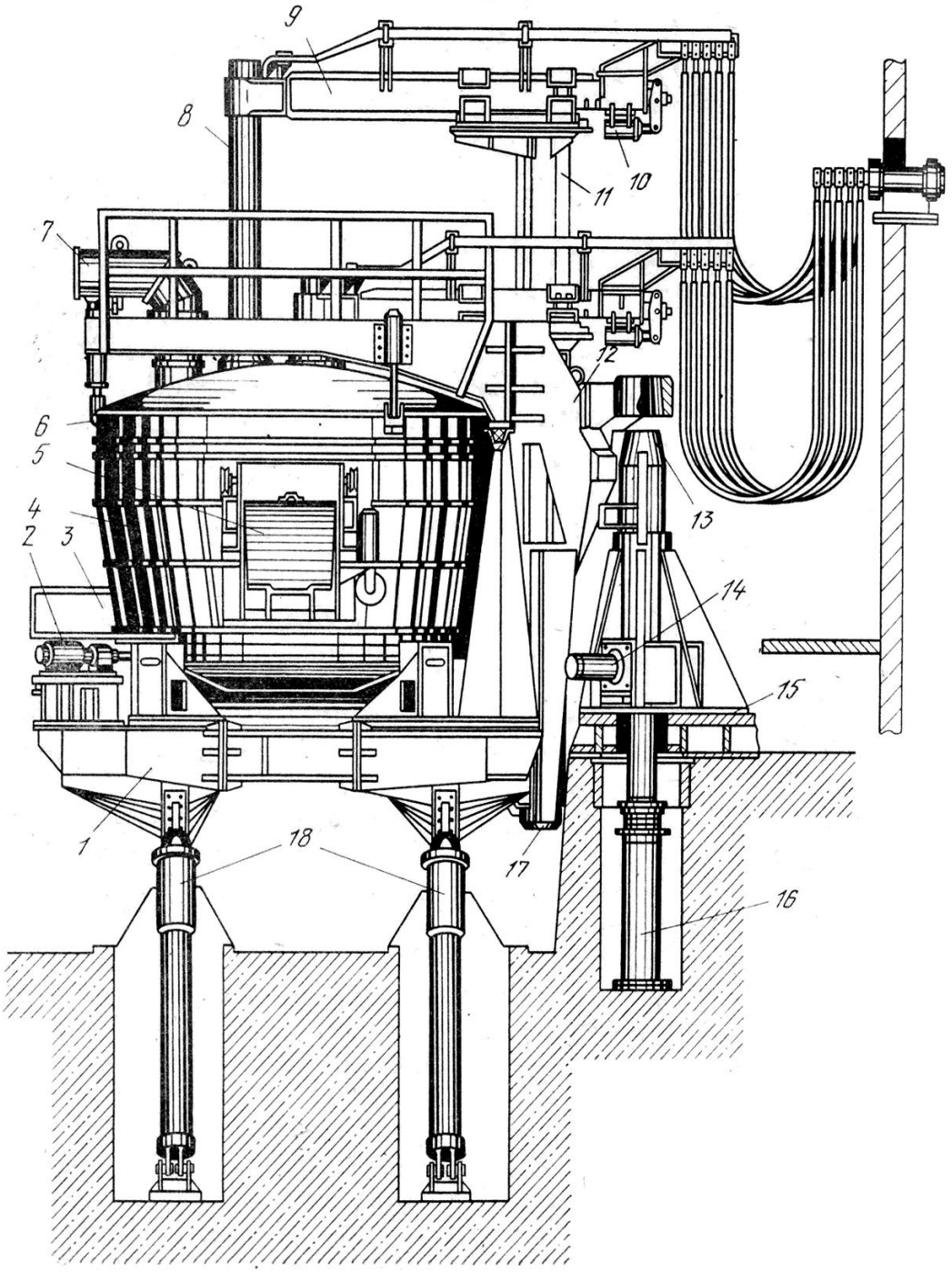
Головним агрегатом електросталеплавильного цеху (СПЦ-2, заводу ВАТ „Дніпроспецсталь”) є печі ДСП-50.

На рис.1.3 показаний загальний вид дугової електросталеплавильної печі ємністю 50т з поворотним зводом (ДСП) і гідравлічним приводом усіх механізмів.

Основна несуча металоконструкція печі 1 (колиска) опирається на фундаментні балки двома сегментами. На колисці змонтовані корпус 4 печі з робочим вікном, зливальним носиком і зводом 6.

Піч має несучу траверсу 12, що опирається на спеціальну тумбу, розташовану на колисці 1. Траверса несе шахту з направляючими для переміщення в них вертикальних стовпчиків 11, з якими жорстко зв'язані електродотримачі 9. На одній осі з колонками змонтовані гідравлічні циліндри 17 механізму переміщення електродів. Положення електродів 8 регулюється за допомогою гідравлічного регулятора із дросельним керуванням. Електроди стискуються пружино-гідравлічним механізмом 10.

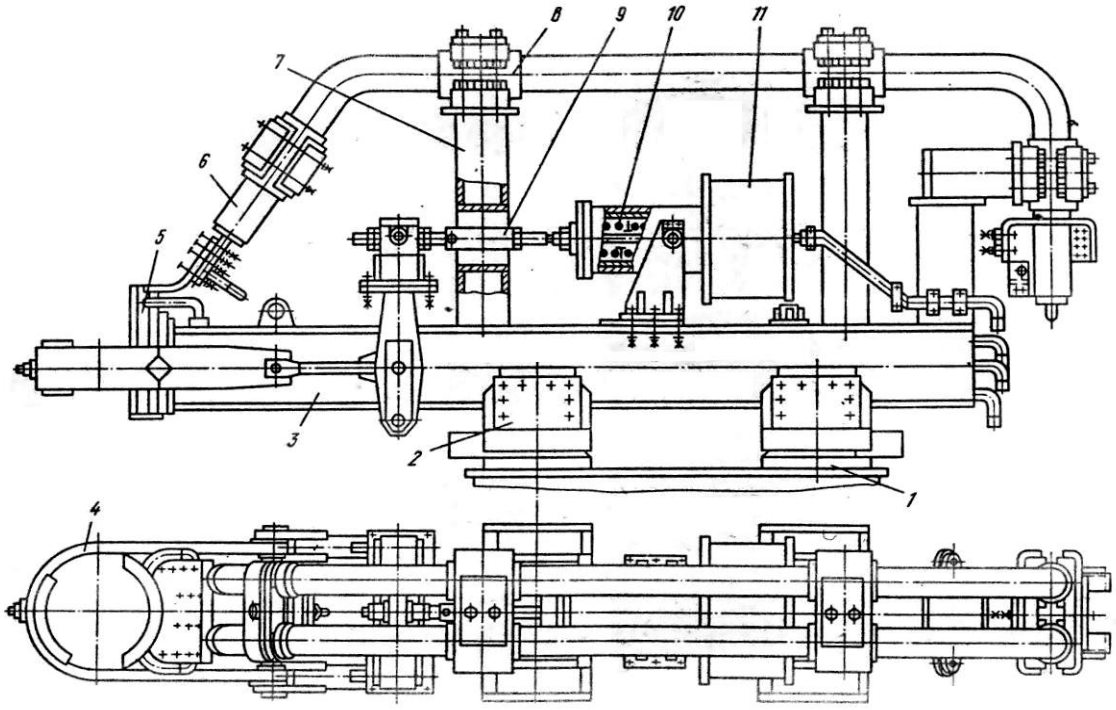
Переміщення зводу 6, підвішеного до траверси 12, здійснюється шляхом уведення в отвір траверси конічного хвостовика 13 плунжера й наступного його підйому за допомогою гідроциліндра 16. Звід після його підйому разом із траверсою й механізмом переміщення електродів повертають за допомогою гідроциліндра 14 і рейкової передачі. Нахиляють печі за допомогою двох гідроциліндрів 18 поршневого типу. Траверсу разом із зводом і механізмом переміщення електродів повинна бути при цьому опущено на опорну тумбу 15. Димові гази відходять через газовідвід 7 у зводі печі. Обертання корпуса 4 печі навколо своєї осі здійснюється механізмом 2, розташованим під майданчиком 3. Робоче вікно печі закривається заслінкою 5, що переміщається за допомогою гідравлічного приводу.



1 – колиска; 2 – обертальний механізм; 3 – майданчик; 4 – корпус; 5 – заслонка; 6 – звід; 7 – газовідвід; 8 – електрод; 9 – електродотримач; 10 – пружино-гідравлічний механізм затиску; 11 – вертикальні стовпчики; 12 – траверса; 13 – конічний хвостовик; 14,16,17,18 – гідроциліндр; 15 – опорна тумба.

Рисунок 1.3 – Загальний вид дугової електросталеплавильної печі ДСП-50 з гідравлічними приводами основних механізмів

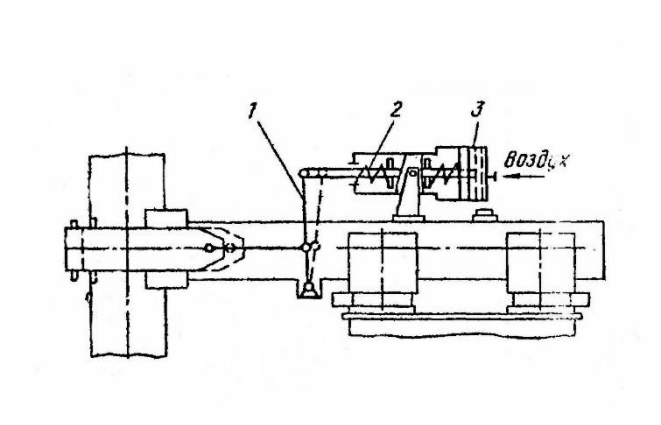
Електродотримач призначений для закріплення електродів і передачі до них електроживлення від кабельних гірлянд, виконаних у вигляді гнучких водоохолоджувальних кабелів з наконечниками. Несучою конструкцією електродотримача має бути рукав 3 (рис.1.4), зварений з маломагнітной сталі й закріпленої в 2-х опорах 1 на ізоляції з азбоцементних плит 2, обгорнених азбестовим полотном. Голівка 5 зварена із гнутих мідних плит і постачена каналами для проходу охолоджувальної води. Токопідвод від кабельної гірлянди до голівки виконаний у вигляді 2-х мідних водоохолоджувальних трубошин 6, закріплених на стійках 7 за допомогою електроізолюючих вкладишів 8. Затиск електрода в голівці і його звільнення проводиться пружиногідравлічним механізмом, що полягають із пружин 10, гідравлічного циліндра 11,систем важелів і тяг 9,притискного хомута 4. Затиск електрода здійснюється за рахунок зусилля пружин, звільнення – за рахунок стиску пружин включенням гідроциліндра і віджимання хомута системою важелів.



1 – опора; 2 – плита; 3 – рукав; 4 – притискнутий хомут; 5 – голівка; 6 – водоохолоджувальна трубошина; 7 – стійка; 8 – вкладиш; 9 – тяга; 10 – пружина; 11 – гідравлічний циліндр.

Рисунок 1.4 – Електродотримач

Кінематична схема механізму затиску електродів показана на рис.1.5. Верхнє і нижнє положення кожного електрода обмежуються кінцевими вимикачами, установленими на порталі. На стійках кріпляться по 2 лінійки, що впливають на кінцеві вимикачі у верхньому і нижньому положенні електродів. Про проміжне положення електрода сигналізує датчик лінійного переміщення електрода.



1 – система важелів і тяг; 2 – пружина; 3 – гідроциліндр.

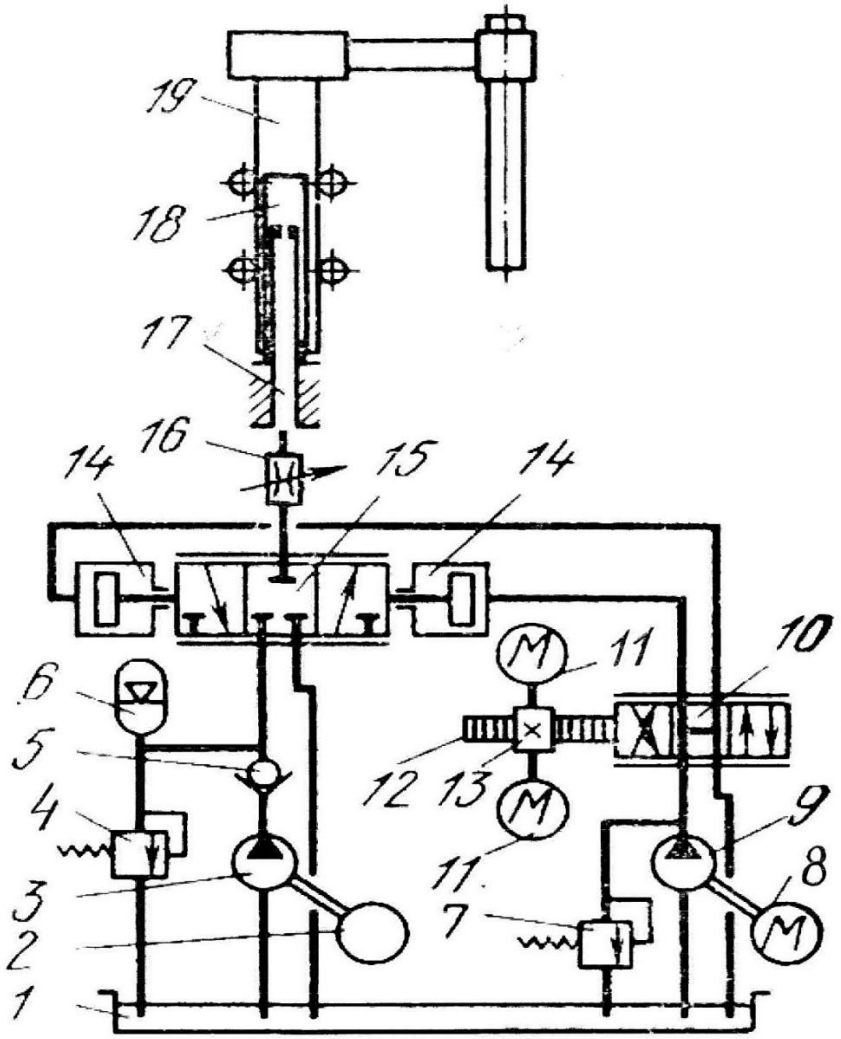
Рисунок 1.5 – Кінематична схема механізму затиску електродів

Механізми переміщення електродів дугових сталеплавильних печей є виконавчими механізмами системи автоматичного регулювання електричної потужності, що вводиться в піч.

Для МПЕ з гідравлічним приводом характерні невеликі габарити й маса, а також висока швидкодія (швидкість реакцій на командний імпульс), обумовлене, в основному, малою інерцією рухливих частин і високою силовою напруженістю. До переваг гідравлічного приводу ставляться: практична відсутність запізнювань, зазорів, безступінчастне регулювання швидкості руху, а також плавність і стійкість руху, простота й надійність запобігання від перевантажень і поломок електрода, простота експлуатації і ін.

Гідравлічний привід переміщення електродів (рис.1.6) застосовують, в основному, для механізмів з рухливою колоною. Гідроциліндр 18 монтують жорстко усередині рухливої колони 19, а шток 17 закріплюють нерухомо. Робочу рідину подають до золотника, що стежить, 15 з маслобака насосом 3 (із приводом

від асинхронного електродвигуна 2) через зворотний клапан 5 або від акумулятора 6 під тиском, обумовленим настроюванням запобіжного клапана 4 (звичайно 6-6,3 Мпа). Золотник через дросель 16 і порожній шток 17 повідомляється з порожниною виконавчого гідроциліндра 18. Напрямок і швидкість переміщення колони з електродом залежать від напрямку й величини зсуву золотника 15 від свого нейтрального положення. При з'єднанні циліндра через золотник з напірною лінією гідросистеми електрод піднімається, а при з'єднанні зі зливальною лінією — опускається.



2,8 – електродвигун; 3,9 – насос; 4,7 – запобіжний клапан; 5 – зворотний клапан; 6 – акумулятор; 10,15 – золотник; 11 – два керуючих двигуна; 12 – зубчаста рейка; 13 – шестірня; 14 – циліндри; 16 – дросель; 17 – порожній шток; 18 – гідроциліндр; 19 – рухлива колона.

Рисунок 1.6 – Схема механізму переміщення електрода з гідравлічним приводом

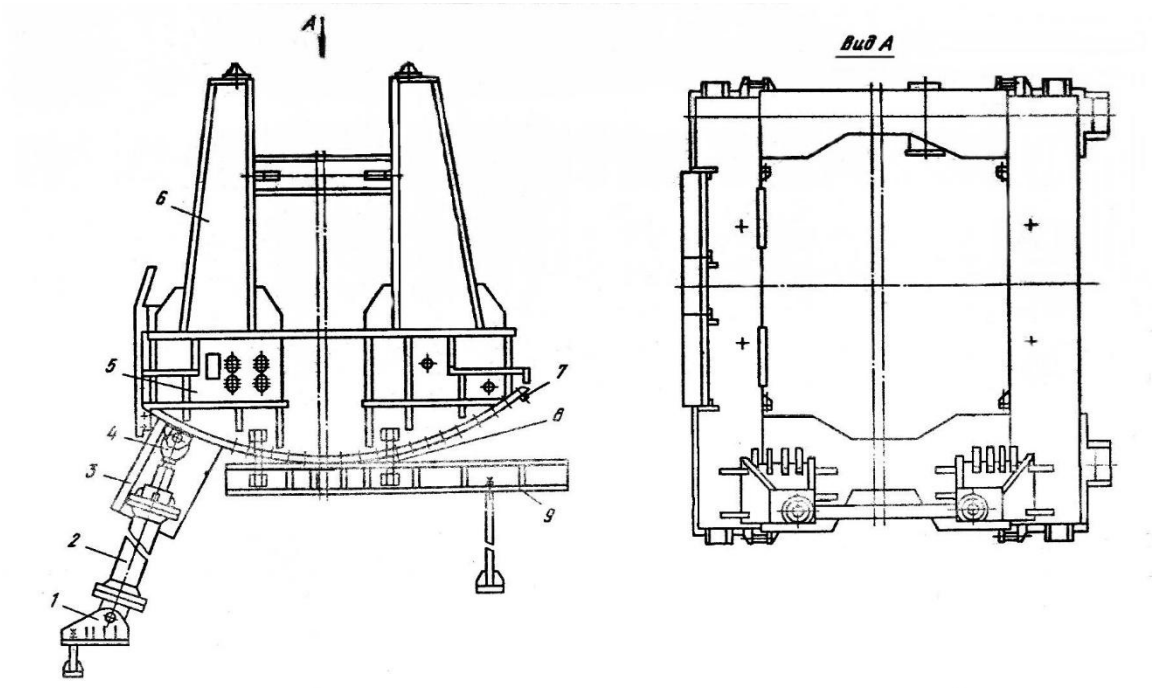
Положення золотника 15 визначається тиском рідини в циліндрах 14, що харчуються від системи керування (тиск 1-1,2 Мпа). Система керування містить насос 9 із приводом від електродвигуна 8, запобіжний клапан 7, золотник 10, жорстко з'єднану з ним зубчасту рейку 12, шестірню 13 і два керуючих двигуна 11. Двигуни 11 розбудовують моменти відповідно до поданих на них сигналами, пропорційними току й напрузі електричної дуги однієї фази печі. При номінальній дузі моменти врівноважені, завдяки чому шестірня 13 і рейка 12 нерухливі, золотники 10 і 15 займають нейтральне положення, і електрод не переміщається. З появою розбалансу в електричній частині системи регулювання моменти двигунів стають неоднаковими, шестірня 13 повертається, рейка 12 із золотником 10 починає рухатися, золотник 15 зміщається, з'єднуючи гідроциліндр 18 з напірною або зливальною лінією, внаслідок чого електрод переміщається. Пропускна здатність системи на один гідроциліндр становить 150-200 л/хв.

Швидкість переміщення електродів на діючих електропечах становить 0,6-3,0 м/хв. Для підвищення ефективності швидкодіючих регуляторів, застосування яких дозволяє скоротити тривалість плавлення й зменшити випадки поломок електродів, слід збільшити швидкість переміщення електродів при автоматичніому керуванні вниз до 2 м/хв і нагору до 4 м/хв, забезпечивши при цьому швидкість переміщення електродів на ручному керуванні до 6 м/хв.

Механізм нахилу (рис.1.7) забезпечує нахил печі, необхідний для зливу металу й скачування шлаків. Механізм складається з колиски й двох пов'язаних з нею гідроциліндрів. Колиска перекочується по двом фундаментним балкам 9 і може кріпитися до них (наприклад, при капітальному ремонті) чотирма стяжками 8. Фундаментні балки 9 змонтовані на залізобетонних підставах. Для запобігання прослизання колиски по фундаментних балках при нахилі печі, до опорних поверхонь дуг сегментів приварені шипи 7, що входять у відповідні їм отвори у фундаментних балках. Циліндри 2, що здійснюють нахил печі, закріплені на фундаменті за допомогою шарнірних опор 1, а штоки циліндрів

закріплені на колисці через шарнірні з'єднання 4. Штоки циліндрів і з'єднання 4 захищені від високотемпературних впливів екранами 3.

Нахил печі можливий тільки при відсутності фіксації (з допомогу фіксатора) вертикального положення печі й тільки у випадку, коли звід опущений на її корпус. Для контролю й електричного блокування нахилу (регулювання швидкості нахилу) на фундаментній балці 9 змонтовано п'ять кінцевих вимикачів.



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

Рисунок 1.7 – Механізм нахилу електропечі

1.4 Устрій електросталеплавильного цеху

Устрій електросталеплавильного цеху з дуговими печами залежить від способу розливання сталі й наявності устаткування позапічної обробки сталі.

Електросталеплавильний цех №2 складається з наступних основних ділянок шихтового, пічного, позапічної обробки сталі, розливного, підготовки составів, роздягання злитків, ділянки віджигу й зачищення злитків.

Шихтовий проліт (ділянка) служить для приймання, зберігання й відвантаження

в пічний проліт шихтових матеріалів, необхідних для виробництва сталі в дугових печах. Металева шихта, що надходить у шихтовий проліт, зберігається в спеціальних контейнерах або в засіках. За допомогою електромостових кранів металевий лом перевантажується в завантажувальні кошики, які передаються в піч, далі в проліт за допомогою самохідних передатних візків. Тут же проводиться зважування шихти за допомогою механічних важільних або електронних терезів.

До складу шихтового прольоту входять засіки для зберігання сипучих шихтових матеріалів, а також бункерна естакада із пристроєм для здрібнювання фракції добавок.

Пічний проліт обладнано чотирма дуговими сталеплавильними печами місткістю 50 т, ваннами й із трансформаторами потужністю 20000 кВт. Для обслуговування печі на оцінці +6 м улаштований робочий майданчик. Кожна піч обладнана механізмом збирання шлаків. Металева шихта в піч подається в завантажувальних кошиках за допомогою завалочних кранів, що мають зовнішні пристрої. Для цього в робочому майданчику біля кожної печі розташований пристрій (викотна платформа), при відкаті якої утворюється проріз, у який викочується корпус печі для завантаження металевої шихти. Через цей проріз, також, убираються наповнені жужільні чаші. З торця грубного прольоту подаються шлаковози для перевезення шлакових чаш на ділянку переробки шлаків. Тут, у торці пічного прольоту, розташований майданчик для ремонту сводів електропечей. Легуючі добавки в піч подаються за допомогою мульдозавалочних кранів. Для подачі вапна біля кожної печі встановлені стрічкові браскові машини.

На пічному прольоті змонтовані пристрої для звинчування електродів, для сушіння феросплавів на грубному прольоті, і частково на прольоті розташована ділянка рідкої сталі, розплавлена в дуговій печі, зливається в сталерозливний ковш, який краном установлюється на сталевіз установки піч-ковш. У ній сталь обробляється до необхідних параметрів і міститься в ковші в камеру вакуумтора, де проводиться рафінування виплавлюваної сталі.

До устаткування ділянки печної обробки відносяться встановлені апарати вітчизняного й імпортного виробництва для подачі добавок.

Окремо розташована парогенераторна установка, яка забезпечує досягнення глибокого вакууму в робочій частині вакууматора й відділення для підготовки чистої води.

Після вакуумування отримана сталь подається в ковші на майданчик розливного прольоту (ділянки).

Для переміщення сталерозливних ковшів у розливному прольоті встановлені спеціальні розливні крани й збиральні крани загального призначення для виконання підйомно-транспортних робіт.

Сталерозливний майданчик на розливному прольоті призначена для обслуговування состава візків з виливницями й сталерозливними ковшами при розливанні сталі. На розливному майданчику розташовані маслонасосні станції до яких підключаються гідроциліндри шиберних затворів, установлених на сталерозливних ковшах.

У розливному прольоті розташоване окремо для ремонту ковшів устаткування, стенди для ламання футеровки й сушіння ковшів, машини для футеровки сталерозливних ковшів і інше допоміжне устаткування.

Состави візків з виливницями набираються й подаються маневровим тепловозом знадвору виливниць (відділення очищення виливниць і підготовки составів).

Відділення очищення виливниць і відділення підготовки составів перебувають у два окремо вартих будинках.

Відділення очищення виливниць призначене для очищення виливниць від шлаків і гарнісажу. Для цього застосовуються спеціальні пристрої, підвішені на електромостовий кран. Для переміщення состава візків при очищенні виливниць.

Після очищення виливниць і піддонів візків состав подається у двір виливниць, де проводиться підготовка состава для наступного циклу розливання з урахуванням усіх вимог технологічних інструкцій.

Після розливання стали увиливниці й витримки в розливному прольоті для затвердіння, состав візків подають у спеціальне відділення для добування злитків з виливниць.

При правильному литті й гладкою поверхнею стінок виливниць, внаслідок їх конусності й зменшення обсягу при остиганні сталі, злиток вільно виходить із виливниці.

На заводі "Дніпроспецсталь" до складу сталеплавильного цеху №2 входить у стрипперне відділення, обладнане двома стрипперними кранами.

Для деяких марок сталі після остигання й стрипперування необхідний віджиг злитків для їхньої подальшої обробки. Для цієї мети існують віджигові печі з відкатною кришкою для завантаження злитків мостовими електрокранами.

1.5 Технологія виплавки стали

У дугових трифазних сталеплавильних печах (типу ДСВ-50 і ДСП-50) електроенергія перетворюється в теплову енергію за допомогою горіння електричної дуги між графітированими електродами і металом.

Основний механізм печі – механізм переміщення електродів, виконують із електромеханічними або гідравлічними приводами. У якості автоматичних регуляторів потужності механізмів переміщення електродів застосовують електрогідравлічні регулятори типу АРДГ і тиристорні – типу СТУ-072.

Процес плавки в ДСП складається із трьох основних технологічних періодів: плавлення твердої шихти, окиснення (кипіння) ванни і її розкислення (відбудовний період). Розплавлювання становить близько 2/3 тривалості всієї плавки, у цей період витрачається 70-80 % електроенергії, споживаної на плавку.

Пуск печі відбувається при включених авторегуляторах трьох фаз і піднятих електродах. Під впливом автоматичних регуляторів електроди починають опускатися, і після зіткнення електродів із шихтою запалюється дуга.

У перший період плавлення в невеликому обсязі під електродами виділяється потужність, вимірювана тисячами кіловатів. У шихті утворюються "колодязі", у які опускаються електроди. Обвал стінок цих колодязів викликає часті поштовхи струму й короткі замикання, у результаті чого виникають різкі коливання потужності. Так триває доти, поки колодязі не досягнуть дна, а

електроди своєї щонайнижчої крапки. Після цього відбувається розплавлювання навколишньої шихти.

У цей період відбувається випар частини компонентів шихти, поглинанням металом газів з атмосфери (в основному азоту й водню). Для скорочення тривалості періоду розплавлювання необхідно вводити в піч максимально можливу електричну потужність, що відповідає економічно доцільному електричному режиму.

Період закінчення плавлення є нетривалим і характеризується тим, що основна частина шихти вже розплавилася й залишилися тільки невеликі її залишки на укосах, а також тим, що електричні дуги горять, відкрите, випромінюючи значну кількість енергії на футеровку стін і зводу печі. У цей період плавки необхідно знижувати потужність і величину напруги печі.

У період окиснення споживана потужність іде в основному на заповнення частини теплових утрат, нагрівши метал і протікання фізико-хімічних процесів. У цей період плавки знижується зміст фосфору в металі до заданих меж (до 0.02 %), проводиться кипіння металевої вани для видалення неметалічних включень і розчинених у металі водню й азоту, нагрівається метал до температури, рівної або трохи перевищуючої температуру випуску. При цьому весь метал повинен бути рівномірно прогрітий.

Після одержання результатів експрес-аналізу першої проби в піч дають порціями прожарену залізну руду й через кілька хвилин скачують шлаки, з якими віддаляється фосфор.

Уведення кисню для окиснення вуглецю, фосфору й інших елементів викликає енергійне кипіння металу. Реакція окиснення вуглецю й марганцю є екзотермічною (з виділенням тепла).

У відновний період плавки вся маса металу розплавлена; відбувається видалення сірки, розкислення сталі і шлаків, доведення хімскладу до заданого аналізом для сталей даної марки, нагрівши метал до температури, що забезпечує якісне розливання сталі.

Відкриті дуги створюють тяжкі умови роботи для футеровки печі, тому потужність і напруги знижують. Температуру металу до кінця відновного періоду контролюють термопарою, а коректують зміною потужності, що вводиться.

При досягненні необхідної температури металу і одержання результатів хіманализу, метал готовий до випуску з печі.

Метал випускають із печі в ківш, який перевозиться розливним краном у місця, де зібрані форми-викивниці для виливки злитків або до слитковозу установки "УПК" при необхідності подальшого доведення металу в ковші.

Для інтенсифікації процесу виробництва сталі, під час плавки в піч уводять кисень. Застосування кисню сприяє значному скороченню тривалості плавки, поліпшенню якості сталі. Кисень застосовують як для прискорення періоду плавлення шляхом "підрізування" шихти, так і для прискорення окисного періоду продувки вани металу.

Виділення максимальної кількості газів з температурою 1200-1500 °С, що містять окис вуглецю (С), пил та інші шкідливі компоненти, відбувається в період продувки вани киснем, а також при подачі в піч порошкоподібних матеріалів, при цьому обсяг газів пилу, що й утримуються в них, перевищує середні показники в 3-5 раз.

Сучасні великотоннажні печі оснащуються системами відводу технологічних газів з печі – газоочищеннями.

На витрату електроенергії при виплавці металу в дуговій сталеплавильній печі впливає цілий ряд факторів: якість шихти, вага завалки, кількість подвалок, тривалість межплавочних і внутриплавочних простоїв, робота газоочищень, використання кисню, дотримання технологічних інструкцій, робота печі на установку "УПК" і т.п.

1.6 «Вузькі місця» цеху і пропозиції по їхньому усуненню

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

Тому що в ДСП-50 електроенергія перетворюється в теплову енергію за допомогою горіння електричної дуги, то пуск печі відбувається при включених авторегуляторах трьох фаз і піднятих електродах. Під впливом автоматичних регуляторів електроди починають опускатися, і після зіткнення електродів із шихтою запалюється дуга.

Електрична дуга, що горить у дуговій печі, по своїм властивостям значно відрізняється від інших електричних дуг:

1. Дуга горить тривалий час і повинна бути максимально стійкою.
2. Для дуги характерна більша потужність при порівняно низькій напрузі і великій силі струму.
3. Дуга горить у закритому просторі, поверхнями якого поглинається вся потужність, випромінювана нею. Тому умови горіння дуги навіть протягом однієї плавки можуть сильно змінюватися. При даній потужності дуги можуть також змінюватися її геометричні розміри й фізичні властивості (спосіб проходження струму, температура, інтенсивність випромінювання, форма кривих сили струму і напруги дуги і т.п.).

Саме на печі ДСП-50, що перебуває в СПЦ-2, змінюється спосіб проходження струму, внаслідок чого відбувається прожог холодильника. Виникнення дуги між двома електродами відбувається не по найменшій відстані (прямо), а йде в обхід. Це відбувається через те, що на проміжку між електродами завантажений матеріал (тверда шихта) містить велику кількість як матеріалів з поверхнею, що містить фарбу, так і сам матеріал різних „незручних” форм (труби і т.п.). Через це дуга не знаходить короткий шлях і йде по колу. При такому русі на шляху дуги перебуває холодильник. У результаті цього відбувається його прожог. Це обумовлює: зупинку печі, видалення металу, просушку й негайний ремонт холодильника. Усе це є неприйнятним у безперервнім виробництві. Цей недолік усунемо за рахунок: попереднього перегляду завантаженого матеріалу і, по можливості, його деяке дроблення; вибір холодильника раціональної конструкції.

Холодильник раціональної конструкції забезпечує:

1. Зниження окиснення електродів, у результаті чого зменшується їхня витрата.

2. Зменшення кількості минаючого через піч повітря, у результаті чого зменшуються теплові втрати з газами, що відходять, і зменшується зміст кисню в грубній атмосфері.

3. Раціональний розподіл теплового потоку між ванною і футеровкою.

Одна із самих трудомістких операцій по обслуговуванню печі є завантаження скрапу. Скрап завантажують за допомогою завантажувального кошика. У ДСП-50 завантаження здійснюється через верх.

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

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

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

Для гасіння коливань і зниження відсотка поломок електрода можна застосувати нову конструкцію опор електродотримача, а саме: не тверде закріплення, а пружно-демпферні опори, що буде розглянуто в прикладній частині данного дипломного проекту.

Дане обладнання для кріплення електродотримача дугової сталеплавильної печі дозволить гасити коливання електрода різного напрямку, наприклад, у горизонтальній і вертикальної площинах, а також при відхиленнях електрода від вертикальної осі. Це дасть можливість знизити навантаження на сполучні вузли кріплення електродотримача з електродом і стійкою. А це дозволить знизити відсоток поломок електродів і сполучних вузлів, збільшити термін міжремонтного періоду, скоротити витрати дорогих графітированих електродів, що в остаточному підсумку приводить до збільшення продуктивності печі.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Обладнання для позапічної обробки сталі

Сталерозливні ковші виконують у вигляді усіченого конуса зі сферичним днищем. По конструктивному виконанню ковші бувають клепаними й зварними.

У цей час клепані ковші поступово заміняють зварними, оскільки в результаті зниження маси металевого кожуха представляється можливим при цьому збільшити їхню місткість на 10-12%. Збільшення місткості ковшів дає можливість підвищити продуктивність електросталеплавильних печей на 5-6% без збільшення вантажопідйомності розливних кранів. Вартість виготовлення зварених ковшів нижче, а по міцності вони не уступають клепаним.

Сталерозливний ковш (рис. 3.1) складається з корпуса 8, до якого прикріплені два сегменти 13 із цапфами 14 і два кільця твердості 12. Корпус усередині футерують вогнетривкою кладкою 6. Для розливання сталі в днище ковша є отвір, у яке вставляють склянку 10 для випуску сталі, що закриває пробкою 9 стопорного пристрою. Для нахилу ковша при зливі шлаків через носок 1 служить кантовочна скоба 11, що захоплюється гаком допоміжного підйому розливного крана.

Стопорний пристрій, призначений для відкривання й закривання склянки, складається зі стрижня 7 з надягнутими на нього вогнетривкими кільцями, качани 2, направляючої 3 і штанги 4, пов'язаної з вилкою. Направляюча 3 шарнірно закріплена на кронштейні, а штанга переміщається в ній за допомогою важільного піднімального механізму 5, керованого вручну.

Дистанційне керування стопором підвищує надійність його роботи й звільняє розливника від необхідності перебування поблизу ковша, забезпечує безпеку роботи й полегшує працю.

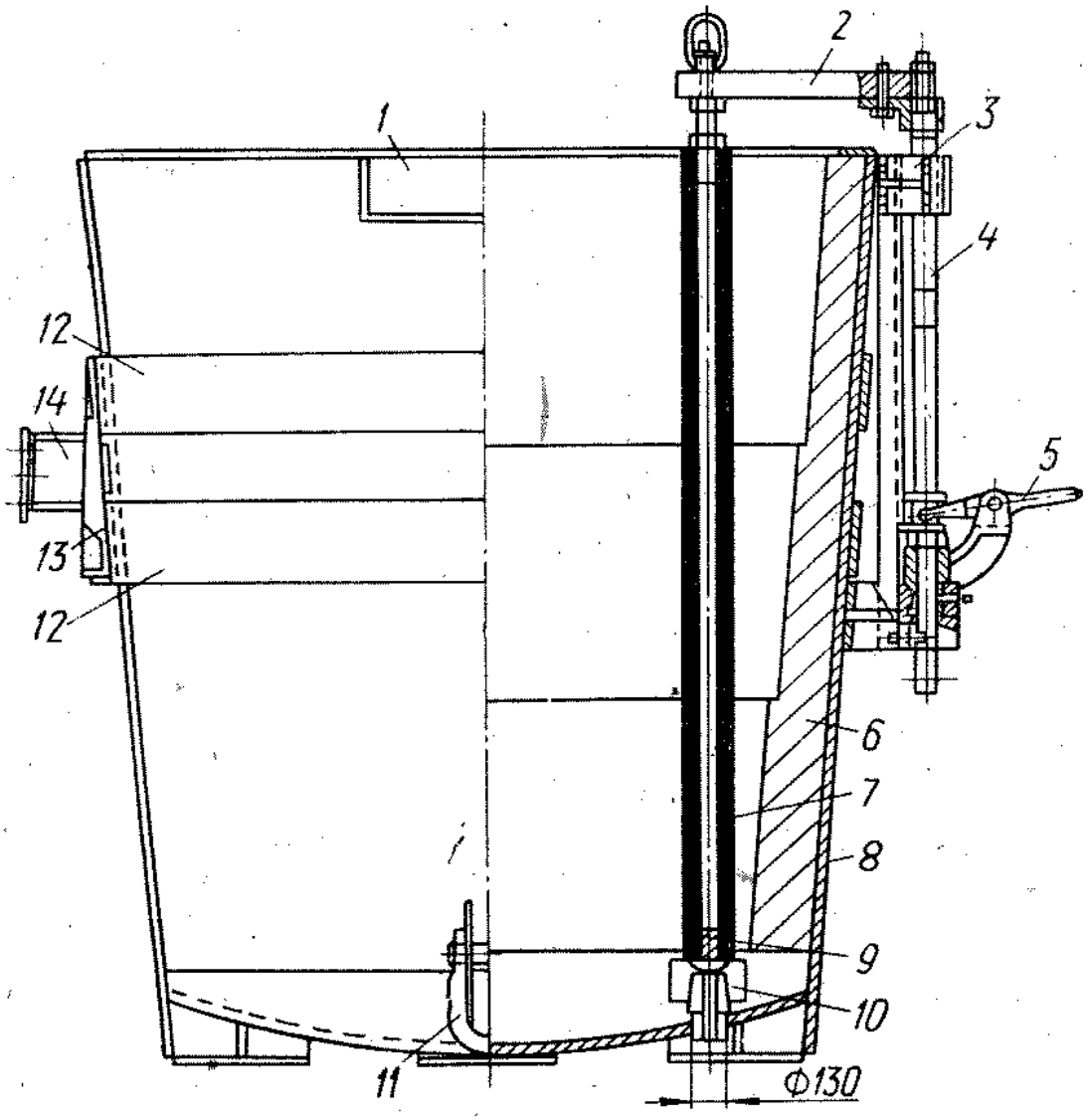


Рисунок 2.1 - Сталеливарний ківш установки піч-ківш

В останні роки усе ширше застосовується метод підвищення якості сталі обробкою її в розливних ковшах інертними газами (аргоном, азотом й ін.), особливо в сполученні з наступним захистом струменя при розливанні, з одночасною обробкою синтетичними шлаками, обробкою у вакуумі й розкисленням редкоземельними елементами. Організація обробки рідкої сталі аргоном зажадала рішення досить складних технологічних питань внепічного рафінування. До них ставляться: розробка технології виготовлення пористих вогнетривких фурм, створення пристроїв для їхньої установки в кладку ковшів, конструювання системи подачі аргону від ємностей до пористих фурм й ін.

Рафінуюча дія аргону порозумівається його здатністю знижувати парціальний тиск газів у зоні реакцій, а також циркуляцією металу в обсязі ковша, що виникає при продувці аргоном і сприяє видаленням газів і виносу неметалічних включень.

Продувку аргоном роблять у спеціально обладнаних ковшах через пористі вставки в дні ковша. Подачу аргону плавно регулюють вентилями залежно від інтенсивності переміщення металу в ковші так, щоб не було оголення металу від шлаків. Час продувки залежно від температури металу й стану стопорної котушки становить 6—11 хв. Витрата аргону при звичайній продувці — близько 1 $м^3$/т.

Продувка металу аргоном при атмосферному тиску приводить до дегазації металу. Значний ступінь дегазації досягається тільки при дуже високій витраті аргону. При цьому відбувається інтенсивний барботаж металу, що викликає необхідність робити продувку в ковші збільшеної ємності з більшою відстанню від поверхні металу до краю ковша, щоб уникнути виплесків.

2.2 Пропозиція до модернізації конструкції механізму переміщення установки піч-ківш

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

1) бути надійними в роботі, зручними при ремонті й нагляді;

2) гарантувати неможливість мимовільного опускання якого-небудь механізму під дією власної ваги;

3) забезпечувати мінімальне й стабільне тертя у всіх елементах системи;

4) забезпечувати максимальний твердий кінематичний зв'язок двигуна з передавальними механізмами, що виключає вплив піддатливості ланок на якість процесу регулювання;

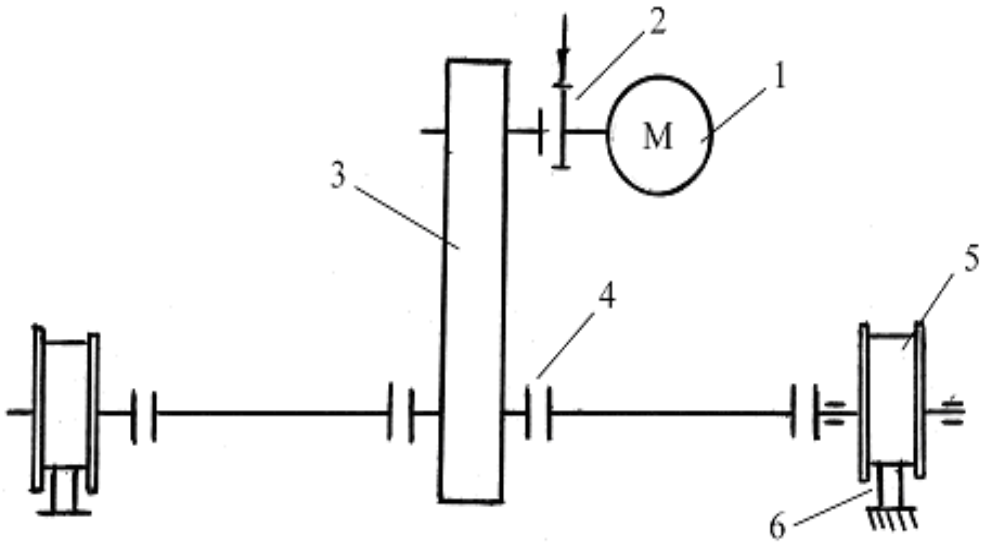
5) повинні мати мінімальні зазори в кінематичному ланцюзі;

6) мати максимально можливий ККД і мінімальне розходження статичних моментів навантаження при роботі, що дозволяє знизити потужність регульованого двигуна й істотно поліпшити динамічні властивості системи регулювання;

7) мати швидкий розгін і гальмуванням;

8) мати максимально можливу (при дотриманні стійкості регулювання) швидкість підйому переміщення механізмів при автоматичному й ручному керуваннях.

Модернізацію механізму переміщення установки піч-ківш пропонується виконати в такий спосіб: установити допоміжній привод на приводні колеса. Для передачі крутного моменту від електродвигуна на приводні колеса використати вертикальний редуктор типу ВК. Для з'єднання цих деталей між собою використати зубчасті муфти. Саме таке розташування вузлів і деталей можна використати для досягнення використання стандартних виробів, що зменшить вартість установки й спростить ремонт й експлуатацію механізму.



1 - електродвигун; 2 - гальмо; 3 - вертикальний редуктор типу ВКУ; 4-муфта й проміжний вал; 5 - ходові колеса; 6 – рейка.

Рисунок 2.2 - Механізм пересування візка сталевоза

2.3 Розрахунок механізму пересування сталевоза установки піч-ківш

Вихідні дані:

- маса печі ковша з металом m_0=218 т;
- маса візка $m_т = 31{,}43$ т
- швидкість пересування $V_т = 0{,}2$м/с;
- режим роботи важкий.

Вибір схеми механізму переміщення установки

Вибираємо механізм переміщення установки піч-ківш із індивідуальним приводом на ходові колеса (рис. 2.1).

Електродвигун 1 через муфту 2 з'єднаний з вертикальним редуктором 3 типи ВКУ. Вихідний вал редуктора з муфтами 4 і проміжними валами з'єднаний з ходовими колісьми 5, які переміщаються по рейках 6.

Визначення навантаження на ходові колеса й вибір коліс

Найбільше навантаження на одне колесо:

$$F = m_0 \cdot g / Z_K \,, \tag{2.1}$$

де m_0 - маса печі ковша з металом, m_0=218 т;

Z_K - кількість коліс візка; приймаємо $Z_K = 4$.

$$F = 218 \cdot 9{,}81 / 4 = 534 кН$$

Вибираємо [1, табл.III.2.3] при заданій швидкості пересування $V_т = 0{,}2$ м/с і важкому режимі роботи колесо 840/Р120: діаметр $D_K = 840$ мм, що допускає навантаження $F_K = 605$ кН, тип рейки Р120. В опорах колеса встановлені підшипники № 3644 (6,табл. П. 10) із внутрішнім діаметром $d = 220$ мм; діаметр реборд $D_1 = 920$ мм (6,табл. П. 10).

Розрахунок опору пересуванню сталевоза

Опір пересуванню з номінальним вантажем:

$$W_C = m_0 \cdot g \cdot \left(\frac{f \cdot d + 2 \cdot \mu}{D_K} \cdot k_p + \alpha \right), \tag{2.2}$$

де m_0 - маса печі ковша з металом, m_0=218 т;

f - коефіцієнт тертя в опорах колеса, $f = 0{,}015$ [1, с.33];

μ - коефіцієнт тертя катання колеса по рейці, $\mu = 0{,}7$ мм при $D_к = 840$ мм і рейці із плоскою головкою [1, табл. 1.28];

$k_р$ - коефіцієнт, що враховує тертя реборд об рейку, $k_р = 2{,}5$ при підшипниках кочення [1, с. 33];

α - ухил шляху, $\alpha = 0{,}003$ [1,табл. 2.10];

d – діаметр цапфи колеса, $d = 220$ мм.

$$W_C = 218 \cdot 9{,}81 \cdot \left(\frac{0{,}015 \cdot 220 + 2 \cdot 0{,}7}{840} \cdot 2{,}5 + 0{,}003 \right) = 36{,}3\,кН;$$

Вибір електродвигуна

Статична потужність привода:

$$P' = W_C \cdot V_T / \eta, \qquad (2.3)$$

де W_C - опір пересуванню з номінальним вантажем, W_C =36,3 кН;

$V_т$ - швидкість пересування, $V_т = 0{,}2$м/с;

η - ККД механізму пересування; приймаємо $\eta = 0{,}8$ [1,табл. 1.18].

$$P' = 36{,}3 \cdot 0{,}2 / 0{,}8 = 9 \text{ кВт.}$$

З огляду на можливу інтенсифікацію роботи встаткування й додаткових навантажень приймемо коефіцієнт додаткового навантаження ψ=1,2.

$$P' = 9 \cdot 1{,}2 = 10{,}9 \text{ кВт.}$$

Вибираємо [1, табл. III.3.5] двигун МТКН- 312-8: номінальна потужність при ПВ = 40%, $P_{ä} = 11$ кВт, частота обертання $n_{ä} = 700$ хв$^{-1}$, максимальний (пусковий) момент $T_{ä} = 430$ Н·м, момент інерції ротора $J_{Р} = 0{,}318$ $кг \cdot м^2$, потужність при ПВ=25% $P_{25} = 13$ кВт, діаметр вала $d_1 = 50$, висота центрів $h = 180$ мм [1, табл. III.3.6].

Вибір редуктора

Частота обертання ходових коліс:

$$n_K = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot V_T}{\pi \cdot D_K}, \qquad (2.4)$$

де $V_Т$- швидкість пересування, $V_Т = 0{,}2$м/с;

$D_К$ - діаметр ходового колеса, $D_К = 840$ мм.

$$n_K = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 0{,}2}{3{,}14 \cdot 840} = 4{,}55 \text{ хв}^{-1}$$

Передатне відношення привода:

$$i = n_д / n_K, \qquad (2.5)$$

де $n_Д$ – частота обертання електродвигуна, $n_{ä} = 700$ хв$^{-1}$;

$n_К$ – частота обертання колеса, $n_{К} = 4{,}55$ хв$^{-1}$.

$$i = 700 / 4{,}55 = 153{,}84.$$

Мінімально можлива сумарна міжосьова відстань редуктора:

$$a'_{\sum} = 0,5 \cdot D_1 + h + 100 = 0,5 \cdot 920 + 180 + 100 = 740 \text{ мм;}$$

Вибираємо редуктор ВКУ- 950: передавальна потужність $P_р = 13$ кВт при важкому режимі роботи, частота обертання $n_р = 750$ хв$^{-1}$ передаточне число $U_р = 145,75$, діаметр вхідного вала $d = 50$ мм, діаметр вихідного вала $d_1 = 95$ мм.

Фактична швидкість пересування:

$$V_{TФ} = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_д}{60 \cdot U_p}, \qquad (2.6)$$

де $D_К$ - діаметр ходового колеса, $D_К = 840$ мм;

$n_Д$ – частота обертання електродвигуна, $n_д = 700$ хв$^{-1}$;

$U_р$ - передаточне число редуктора, $U_р = 145,75$.

$$V_{TФ} = \frac{3,14 \cdot 0,840 \cdot 700}{60 \cdot 145,75} = 0,211$$

Вибір муфт

Муфта на швидкохідному валу

Номінальний момент на приводному валу:

$$T_H = 9550 \cdot P_д / n_д \qquad (2.7)$$

де $P_Д$- потужність електродвигуна, $P_Д$=11 кВт;

$n_Д$ – частота обертання електродвигуна, $n_{ä} = 700$ хв$^{-1}$.

$$T_H = 9550 \cdot 11 / 700 = 150 H \cdot м$$

Розрахунковий момент:

$$T_M^{`} = k_1 \cdot k_2 \cdot T_H, \qquad (2.8)$$

де k_1 - коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності механізму, $k_1 = 1{,}2$ [1, табл. 1.35]

k_2 - коефіцієнт, що враховує режим роботи, $k_2 = 1{,}3$ [1, табл. 1.35]

$$T_M^{`} = 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 150 = 235 H \cdot м;$$

Вибираємо муфту МЗП 2: номінальний момент $T_М = 700$ Í ·ì , момент інерції $J_{M_1} = 0{,}061$ кг·м^2, діаметр отворів $d = 50$ і $d_1 = 50$ мм.

Муфта на тихохідному валу

Розрахунковий момент:

$$T_M^{`} = k_1 \cdot k_2 \cdot T, \qquad (2.9)$$

де k_1 - коефіцієнт, що враховує ступінь відповідальності механізму, $k_1 = 1{,}2$ [1, табл. 1.35]

k_2 - коефіцієнт, що враховує режим роботи, $k_2 = 1{,}3$ [1, табл. 1.35]

T - момент на тихохідному на валу редуктора:

$$T = T_H \cdot U_p \cdot \eta_p, \qquad (2.10)$$

де $\eta_р$ - ККД редуктора; приймаємо $\eta_р = 0{,}8$ [1, табл. 1.18];

$U_р$ - передаточне число редуктора, $U_р = 145{,}75$;

$T_Н$ - номінальний момент на приводному валу, $T_Н$ =150 Нм.

$$T = 150 \cdot 145{,}75 \cdot 0{,}8 = 17490\, H \cdot м;$$

$$T_M^{`} = k_1 \cdot k_2 \cdot T = 1{,}2 \cdot 1{,}3 \cdot 17490 = 27300\, H \cdot м;$$

Вибираємо муфту МЗП–9: $T_М = 30000\, H \cdot м$, $J_{М_2} = 12{,}62\, кг \cdot м^2$, $d = 160$, $d_1 = 190$ мм.

Вибір гальма

Максимально припустиме прискорення при русі візка без вантажу:

$$a_T = \left[\frac{Z_П}{Z} \cdot \left(\frac{\varphi}{1{,}2} - f \cdot \frac{d}{D_K} \right) + (2 \cdot \mu + f \cdot d) \frac{1}{D_K} \right] \cdot g, \qquad (2.11)$$

де $Z_ї$ - число коліс, що приводять $Z_ї$ =2;

φ - коефіцієнт зчеплення ходових коліс із рейками; при $Z_ї = 2$, $\varphi = 0.15$ [1, с. 33].

f - коефіцієнт тертя в опорах колеса, $f = 0{,}015$ [1, с.33];

μ - коефіцієнт тертя катання колеса по рейці, $\mu = 0.7$ мм при $D_К = 840$ мм і рейці із плоскою головкою [1, табл. 1.28]

d – діаметр цапфи колеса, $d = 220$ мм.

$D_к$ - діаметр ходового колеса, $D_к = 840$ мм.

$$a_T = \left[\frac{2}{4}\cdot\left(\frac{0,15}{1,2} - 0,015\cdot\frac{220}{840}\right) + (2\cdot 0,7 + 0,015\cdot 220)\cdot\frac{1}{840}\right]\cdot 9,81 = 0,664 м/с^2$$

Максимально припустиме технологічне прискорення візка з вантажем і без вантажу 0,2 м/с^2. Для досягнення цього необхідно використати пусковий опір ланцюга ротора для зниження частоти обертання ротора, у зв'язку із чим зменшиться швидкість пересування й сила інерції візка сталевоза.

Приймаємо $a_T = 0,2 м/с^2$.

Час гальмування:

$$t_T = V_{TФ}/a_T = 0,211/0,2 = 1,05\,с$$

Опір пересуванню візка без вантажу при гальмуванні:

$$F_0^T = m_T\cdot\left[(2\cdot\mu + f\cdot d)\frac{1}{D_K} - \alpha\right]\cdot g, \qquad (2.12)$$

де $m_т$ - маса візка сталевоза, $m_т$=31,43 т;

f - коефіцієнт тертя в опорах колеса, $f = 0,015$ [1, с.33];

μ - коефіцієнт тертя катання колеса по рейці, $\mu = 0,7$ мм при $D_к = 840$ мм і рейці із плоскою головкою [1, табл. 1.28];

d – діаметр цапфи колеса, $d = 220$ мм.

$D_к$ - діаметр ходового колеса, $D_к = 840$ мм;

α - ухил шляху, $\alpha = 0,003$ [1,табл. 2.10].

$$F_0^T = 31,43\cdot\left[(2\cdot 0,7 + 0,015\cdot 220)\cdot\frac{1}{840} - 0,003\right]\cdot 9,81 = 0,8 кН$$

Гальмовий момент при русі без вантажу:

$$T_T' = \delta \cdot \left(J_p + J_{M_1} \right) \cdot \frac{n_\partial}{9{,}55 \cdot t_T} + 9{,}55 \cdot m_T \cdot \frac{V_{T\Phi}^2}{n_\partial \cdot t_T} \cdot \eta - F_0^T \cdot \frac{D_K}{2 \cdot U_p} \cdot \eta, \qquad (2.13)$$

де δ - коефіцієнт, що враховує моменти інерції мас механізму, що обертаються повільніше, ніж вал двигуна; приймаємо $\delta = 1{,}25$;

$J_Р$ - момент інерції ротора, $J_Р = 0{,}318$ êã · ì ²;

$J_{М_1}$ – момент інерції муфти, $J_{М_1} = 0{,}061$ êã · ì ²;

$n_Д$ – частота обертання електродвигуна, $n_ä = 700$ хв$^{-1}$;

t - час гальмування, t=1,05 с;

$m_Т$ - маса візка сталевоза, $m_Т$ =31,43 т;

$V_{ÒÔ}$ – фактична швидкість пересування, $V_{ÒÔ} = 0{,}211$ ì / ñ²

F_0^T – опір пересуванню візка без вантажу при гальмуванні, $F_0^T = 0{,}8$êÍ ;

$D_К$ - діаметр ходового колеса, $D_К = 840$ мм;

$\eta_р$ - ККД редуктора; приймаємо $\eta_р = 0{,}8$. [1, табл. 1.18];

$$T_T' = 1.25 \cdot (0{,}318 + 0{,}061) \cdot \frac{700}{9{,}55 \cdot 1{,}05} + 9{,}55 \cdot 31{,}43 \cdot \frac{0{,}211^2}{700 \cdot 1{,}05} \cdot 0{,}8 -$$
$$- 0{,}8 \cdot \frac{840}{2 \cdot 145{,}75} \cdot 0{,}8 = 33\, Н \cdot м;$$

Вибираємо гальмо ТКТ - 300 з гальмовим моментом $T_Т = 240$ Í · ì , якому варто відрегулювати до $T_Т^{`}$ =33 Нм.

Довжина шляху, що рекомендує, гальмування:

$$S = V^2 / k = 0{,}211^2 / 1{,}5 = 0{,}03\, м;$$ [1, табл. 1.23],

де $V = V_{T\Phi} = 0{,}211$ м/с.

Фактична довжина шляху гальмування:

$$S_{\Phi} = 0.5 \cdot V_{T\Phi} \cdot t_T = 0,5 \cdot 0,211 \cdot 0,32 = 0,033\,м;$$

Перевірка пускового режиму двигуна

Максимально припустиме прискорення при пуску:

$$a_{П} = \left[\frac{Z_{П}}{Z} \cdot \left(\frac{\varphi}{K_{\varphi}} + \frac{f \cdot d}{D_K} \right) - \left(2 \cdot \mu + f \cdot d\right) \frac{K_p}{D_K} \right] \cdot g\,, \qquad (2.14)$$

де K_{φ} - мінімально припустиме значення коефіцієнта запасу зчеплення; приймаємо $K_{\varphi} = 1,2$ [1, табл. 1.27].

$$a_{П} = \left[\frac{2}{4} \cdot \left(\frac{0,15}{1,2} + \frac{0,015 \cdot 220}{840} \right) - \left(2 \cdot 0,7 + 0,015 \cdot 220\right) \cdot \frac{2}{840} \right] \cdot 9,81 = 0,522\,м/с^2;$$

Приймаємо $a_{П} = 0,2 м/с^2$.

Найменший час пуску:

$$\lfloor t_{П} \rfloor = V_{T\Phi} / a_n = 0,211 / 0.2 = 1,05 \text{ с.}$$

Середній пусковий момент двигуна:

$$T_{Пср} = 0,5 \cdot \left(T_{\partial} + \psi_{min} \cdot T_H\right), \qquad (2.15)$$

де $\psi_{\min}$ - мінімальна кратність пускового моменту; $\psi_{min} = 1{,}2$ [1, с. 35];

T_{∂} – максимальний (пусковий) момент двигуна, $T_{ä} = 430$ Н·ì ;

T_H – номінальний момент на приводному валу, $T_í$ =150 Нм.

$$T_{Пср} = 0{,}5 \cdot (430 + 1{,}2 \cdot 150) = 305\,Н \cdot м;$$

Опір пересуванню при роботі без вантажу:

$$F_0 = m_T \cdot (2 \cdot \mu + f \cdot d)\frac{K_p}{D_K} \cdot g, \qquad (2.16)$$

$$F_0 = 31{,}43 \cdot (2 \cdot 0{,}7 + 0{,}015 \cdot 220) \cdot \frac{2}{840} \cdot 9{,}81 = 3{,}45\,кН$$

Статичний момент при роботі без вантажу:

$$T_C = F_0 \cdot \frac{D_K}{2 \cdot U_P \cdot \eta}, \qquad (2.17)$$

$$T_C = 3{,}45 \cdot \frac{840}{2 \cdot 145{,}75 \cdot 0{,}85} = 11{,}6\ \text{Н·м};$$

Момент інерції обертових мас привода:

$$J = J_p + J_{M_1} = 0{,}318 + 0{,}061 = 0{,}379\,кг \cdot м^2;$$

Фактичний час пуску при роботі без вантажу:

$$t_П = \frac{\delta \cdot J \cdot n_д}{9{,}55 \cdot \left(T_{Пср} - T_C\right)} + \frac{9{,}55 \cdot m_T \cdot V_{TФ}^2}{\left(T_{Пср} - T_C\right) \cdot n_д \cdot \eta}, \qquad (2.19)$$

$$t_П = \frac{1{,}25 \cdot 0{,}379 \cdot 700}{9{,}55 \cdot (305 - 11{,}6)} + \frac{9{,}55 \cdot 31{,}43 \cdot 0{,}211^2 \cdot 10^3}{(305 - 11{,}6) \cdot 700 \cdot 0{,}8} = 0{,}2\ с$$

Фактичне прискорення при пуску й роботі без вантажу:

$$a_Ф = V_{TФ} / t_П = 0{,}211 / 0{,}2 = 1{,}05 \text{ м/с}^2.$$

Максимально припустиме технологічне прискорення візка з вантажем і без вантажу 0,2 м/с^2. Для досягнення цього необхідно використати пусковий опір ланцюга ротора для зниження частоти обертання ротора, у зв'язку із чим зменшиться швидкість пересування й сила інерції візка сталевоза.

Приймаємо $a_Ф = 0{,}2 м / с^2$.

Фактичний запас зчеплення приводних коліс із рейками при роботі без вантажу

$$K_{СЦ} = \frac{\varphi}{\frac{Z}{Z_П} \cdot \left[\frac{a_Ф}{g} + (2 \cdot \mu + f \cdot d) \cdot \frac{K_p}{D_K}\right] - f \cdot \frac{d}{D_K}}, \qquad (2.20)$$

$$K_{СЦ} = \frac{0{,}15}{\frac{4}{2} \cdot \left[\frac{0{,}2}{9{,}81} + (2 \cdot 0{,}7 + 0{,}015 \cdot 220) \cdot \frac{2}{840}\right] - 0{,}015 \cdot \frac{220}{840}} = 2{,}53$$

Що більше мінімально припустимого $K_{ŃÖ} = 2{,}53 > [K_{ŃÖ}] = 1{,}2$.

Перевірка двигуна на нагрівання

Статичний момент на валу двигуна при номінальному навантаженні:

$$T_1 = \frac{W_C \cdot D_K}{2 \cdot U_p \cdot \eta}, \tag{2.21}$$

$$T_1 = \frac{29 \cdot 840}{2 \cdot 145{,}75 \cdot 0{,}85} = 98 \text{ Н·м}$$

Коефіцієнт перевантаження двигуна:

$$\alpha = T_1 / T_H , \tag{2.22}$$

$$\alpha = 98/150 = 0{,}65$$

Перевантажувальна здатність двигуна:

$$\lambda = T_\partial / T_H , \tag{2.23}$$

$$\lambda = 430/150 = 2{,}86$$

Момент інерції мас, що рухаються, наведений до вала двигуна:

$$J = \delta \cdot \left(J_p + J_{M_1} \right) + 91{,}2 \cdot \frac{m_0 \cdot V_{TФ}^2}{n_\partial^2 \cdot \eta}, \tag{2.24}$$

де δ - коефіцієнт, що враховує моменти інерції мас механізму, що обертаються повільніше, ніж вал двигуна; приймаємо $\delta = 1{,}25$;

$J_Р$ - момент інерції ротора, $J_Р = 0{,}318\ кг \cdot м^2$;

$J_{М_1}$ – момент інерції муфти, $J_{М_1} = 0{,}061\ кг \cdot м^2$;

$n_Д$ – частота обертання електродвигуна, $n_д = 700$ хв$^{-1}$;

t - час гальмування, t=1,05 с;

m_0 - маса установки піч-ківш, $m_0 = 218$ т;

$V_{òô}$ – фактична швидкість пересування, $V_{ТФ} = 0{,}211\ м/с^2$

$\eta_р$ - ККД редуктора; приймаємо $\eta_р = 0{,}8$. [1, табл. 1.18];

$$J = 1{,}25 \cdot (0{,}318 + 0{,}061) + 91{,}2 \cdot \frac{218 \cdot 0{,}211^2}{700^2 \cdot 0{,}8} = 0{,}47\ кг \cdot м^2$$

Час пуску

$$t_П = t_П^{отн} \cdot \frac{J \cdot n_д}{9{,}55 \cdot T_Н}, \qquad (2.25)$$

де $t_п^{отн}$ - відносний час пуску; приймаємо при $T_{пуск} = \lambda \cdot T_Н = 2{,}86 \cdot 150 = 430$ й $\alpha = 0{,}65$, $t_п^{отн} = 1{,}2$ с.

$$t_П = 1{,}2 \cdot \frac{0{,}379 \cdot 700}{9{,}55 \cdot 150} = 0{,}22$$

Середній час робочої операції:

$$t_р = S_1 / V_{ТФ}, \qquad (2.26)$$

де S_1 - середній шлях пересування візка.

$$t_p = 5/0{,}211 = 23{,}7 \text{ с}$$

Розрахунковий коефіцієнт:

$$\beta = t_П / t_p ., \tag{2.27}$$

$$\beta = t_П / t_p = 0{,}22 / 23{,}7 = 0{,}01$$

Еквівалентна по нагріванню потужність при ПВ = 25%

$$P_{E25} = k_{25} \cdot \gamma \cdot W_C \cdot V_{TФ} / \eta , \tag{2.28}$$

де k_{25}- коефіцієнт, що враховує відносну тривалість включення, $k_{25} = 1$ [1, табл. 1.32] при Т режимі роботи,

γ - коефіцієнт впливу пускового моменту на еквівалентну потужність; приймаємо $\gamma = 1$ при $\beta = 0{,}003$ [1, мал. 1.6, крива Б].

$$P_{E25} = 1 \cdot 1 \cdot 36{,}3 \cdot 0{,}211 / 0{,}8 = 9{,}57 \text{ кВт}$$

Розрахунок вузла ходових коліс

Навантаження на одне колесо:

$$F_K = 534 кН;$$

Розрахункове навантаження:

$$F_p = k_1 \cdot \gamma_1 \cdot F_k, \qquad (2.29)$$

де k_1 - коефіцієнт режиму роботи, $k_1 = 1{,}2$ [5, табл. 34]

γ_1 - коефіцієнт, що враховує змінність навантаження; приймаємо, $\gamma_1 = 0{,}8$

$$F_p = 1{,}2 \cdot 0{,}8 \cdot 534 = 512\,кН;$$

Напруга зминання:

$$\sigma_{см} = 0{,}418 \cdot \sqrt{\frac{F_p \cdot E_{np}}{b \cdot R_k}} < [\sigma_{см}], \qquad (2.30)$$

$$\sigma_{см} = 0{,}418 \cdot \sqrt{\frac{512 \cdot 10^3 \cdot 2.1 \cdot 10^5}{120 \cdot 500}} = 560 \text{ МПа} < [\sigma_{див}] = 850 \text{ МПа}$$

Частота обертання ходових коліс:

$$n_K = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot V_T}{\pi \cdot D_K} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 0{,}211}{3{,}14 \cdot 840} = 4{,}8 \quad \text{хв}^{-1},$$

Підшипники опор:

$$C' = F \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6}} < C, \qquad (2.32)$$

де L_h - термін служби підшипника; $L_h = 8000$ ч[1, с. 19].

С - гранично припустиме динамічне навантаження на підшипник, С=1960 кН.

$$C' = 512 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 4{,}8 \cdot 16000}{10^6}} = 852 \text{ кН} < C = 1960 кН .$$

У такий спосіб необхідна динамічна вантажопідйомність підшипників забезпечується, що підтверджує вибір підшипників 3644.

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Технічне обслуговування

Головною метою діагностування є підвищення надійності та ресурсу контрольованого об'єкта шляхом виявлення на ранніх стадіях дефектів і несправностей і причин їх виникнення, так як це дозволяє попередити або усунути їх розвиток і тим самим виключити відмови і аварії обладнання, що призводять до негативних наслідків. Технічне діагностування передбачає визначення технічного стану об'єктів без їх розбирання, тобто без втрат часу і коштів на розбирання і виявлення несправностей. Це вкрай важливо, оскільки за відсутності діагностування пошук несправностей, як показує практика, може займати в середньому до 50% загального часу ремонтних робіт. Тим більше, що діагностування дозволяє уникнути незаплановані простої обладнання та остаточні втрати ремонтопридатності відповідальних вузлів і деталей.

Використання діагностування також дозволяє отримувати найбільш повну інформацію для можливості забезпечення оптимального регулювання режимів роботи обладнання, що забезпечує виконання заданої роботи при найменшому споживанні ресурсів.

У результаті діагностування створює умови для істотного підвищення коефіцієнта використання устаткування завдяки скороченню часу на його технічне обслуговування та ремонт, зменшення витрат на експлуатацію і виключення аварійних ситуацій. Крім використання при експлуатації, технічне діагностування знаходить широке застосування в машинобудуванні на стадії створення устаткування, що дозволяє істотно скоротити цей процес і значно зменшити витрати на створення нової техніки. А в серійному виробництві воно на стадії вихідного контролю створює можливості достовірно встановлювати технічний стан виготовленого обладнання та його відповідність технічним умовам і проектно-технологічній документації.

Забезпечення високої надійності та безпеки конструкції починається, як правило, задовго до пуску її в експлуатацію. При цьому виконують розрахунки,

випробування, проектно-конструкторські та інші роботи, пов'язані зі створенням машини. І лише на другій стадії - стадії експлуатації починають діяти заходи щодо контролю її стану, оцінка поточного та визначення реального залишкового ресурсів.

У проекті наведено розрахунки картерной системи змащення для редуктора приводу сталевоза, яка повинна забезпечити надійність експлуатації редуктора ВКУ-950, зрозуміло за умови своєчасного обслуговування. Також подано розрахунок кріплення редуктора ВКУ-950 до рами сталевоза, для забезпечення надійного закріплення а також коректної експлуатації. Наведено розрахунок стропування рами сталевоза і двох кожухів, переднього і заднього.

3.2 Системи рідинного змащення

Рідинні змащувальні матеріали зменшують коефіцієнт тертя, охолоджують поверхні, захищають їх від корозії, виводять із зони тертя абразивні частинки й продукти зношування. У залежності від способу підведення змазки до вузла тертя рідинне мастило підрозділяють на:

- індивідуальну, яка виконується окремими працівниками за допомогою шприц-масльонок;

- картерну, при якій змащення виконується за рахунок занурення частин деталей в картер, заповнений маслом;

- циркуляційну, використовувану за рахунок масляної станції, яка подає під тиском масло в зону тертя;

- аерозольну, при якій мастило змішується з повітрям і під тиском у вигляді туману подається до вузла тертя.

3.3 Обґрунтування і розрахунок системи змащення редуктора ВКУ-950

Щоб використовувати картерну систему рідинного змащення, необхідно перевірити виконання двох умов.

Перша умова: лінійна швидкість колеса редуктора занурюємого в картер не повинна перевищувати 10 м/с, тобто $V_k<10$м/с:

$$V_k = \pi d n_k/60 = 3,14 \cdot 0,42 \cdot 233/60 = 5,12 \text{ м/с}$$

де V_k- лінійна швидкість колеса занурюємого в картер;

$d = 0,57$ м - діаметр колеса занурюємого в картер;

n_k - кількість обертів колеса занурюємого в картер.

$$n_k = n_{дв}/i = 700/3 = 233 \text{ об/хв}$$

де $n_{дв}$=700 об/хв - кількість оборотів двигуна;

i = 3 - передаточне відношення першої ступені редуктора.

5,12 < 10 м/с - Перша умова виконано.

Друга умова: кількість тепла що виділяється під час тертя Q_1 не повинна перевищувати кількість тепла яке може бути відведено в зовнішнє середовище Q_2, тобто $Q_1<Q_2$:.

Кількість теплоти, що утворюється під час тертя:

$$Q_1 = 860(1 - \eta) \cdot N \cdot 4,1868 \cdot K_3 \quad (\text{кДж/год}),$$

де η =0,97- ККД редуктора;

N =11 кВт – передана потужність;

Кз = 0,033 - коефіцієнт враховує час роботи редуктора.

Коефіцієнт розраховується з урахуванням часу роботи редуктора на годину. Оскільки сталевоз працює 2 хвилини в годину => $к_з$=2/60 = 0.033:

$$Q_1 = 860 \cdot (1 - 0,97) \cdot 11 \cdot 4,1868 \cdot 0,033 = 39 \text{ (кДж/год)}.$$

Кількість тепла, яке може бути відведено в зовнішнє середовище:

$$Q_2 = к\ (t_M - t_n) \cdot A\ (кДж/год),$$

де к – коефіцієнт, який приймають від 31,3 до 62.8 (кДж/(м^2 ·град.);

t_M - допустима температура мастила;

t_n - температура повітря;

А - площа поверхні охолодження, м^2.

$$Q_2 = 31,3 \cdot (50-20) \cdot 4,6 = 4319,4(кДж/год)$$

$$Q_1 < Q_2$$

$39 < 4319,4$ - Друга умова виконана.

Перевіривши 1 і 2 умови, визначаємо кінематичну в'язкість мастила:

де m – коефіцієнт, який залежить від швидкості обертання колеса:

m = 1.6 V<8 м/с; m = 1.2 V=8 - 10 м/с;

$$^{\circ}BУ_{50}^{min} = \frac{6,71 \cdot 1,6}{20} = 0,54$$

q - навантаження на одиницю довжини зуба, кН/м

$$q = \frac{1000 \cdot N}{V \cdot B} = \frac{1000 \cdot 11}{5,12 \cdot 320} = 6,71\ кН/м$$

де N - потужність кВт;

V - швидкість, м/с;

В - ширина зуба, мм.

Вибираємо індустріальне масло И-12 умовна в'язкість $^{\circ}BУ_{50}^{min} = 1,86...2,26$.

Кількість масла, яке необхідно залити в картер обчислюється через умову занурення зуба і через передаваєму потужності:

$$G = (h_1 + h_2)F_0 \quad \text{дм}^3 \text{ (литр)}$$

де h_1 - відстань від дна картера до зуба, яке забезпечує змазування;

h_2 - глибина занурення зуба;

F_0 - площа картера.

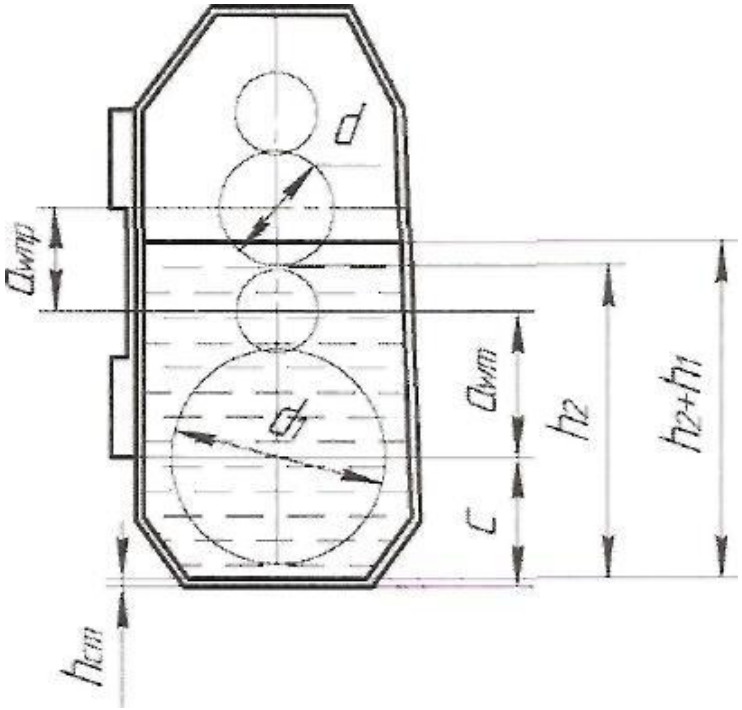


Рисунок 3.1 Схема картерної системи рідинного змащення.

де $a_{wпр}$ = 300 мм - міжосьова відстань проміжної ступені редуктора;

a_{WT} = 400 мм - міжосьова відстань тихохідної ступені редуктора;

d= 420мм - діаметр зубчастого колеса швидкохідної ступені;

d_1= 570мм - діаметр зубчастого колеса тихохідної ступені;

C= 385мм - габаритний розмір;

$h_{ст}$ = 30мм - товщина стінки редуктора.

$$h_1 = 2/3\ h_{3уба} = 2/3 \cdot (2{,}25 \cdot m) = 2/3 \cdot (2{,}25 \cdot 5) = 7{,}5 \text{ мм.}$$

де m =5 мм - модуль зачеплення швидкохідної ступені.

$$h_2 = a_{wnp} + d_1/2 + (C - d_1/2 - h_{CT}) + (a_{wnp} - d/2)$$

$$h_2 = 300 + 570/2 + (385 - 570/2 - 30) + (300 - 420/2) = 745 \text{ мм;}$$

$$G = (745+7{,}5) \cdot 5.547 \cdot 10^2 = 40{,}2 \text{ дм}^3 \text{ (літр)}$$

$$G = (0{,}3 \ldots 0{,}5) \cdot N = (0{,}3 \ldots 0{,}5) \cdot 11 = 3{,}3 \ldots 5{,}5 \text{ дм}^3 \text{ (літр),}$$

де N- передаваєма потужність.

Вибираємо більше із двох значень: G = 40,2 дм^3 (літр).

3.4 Розрахунок кріплення редуктора сталевоза. Розрахунок болтів кріплення редуктора ВКУ 950. Умова забезпечення стійкості обладнання.

Для розрахунку діаметра болтів кріплення редуктора складаємо формулу сил діючих на верхні болтів, що знаходяться на найбільшому видаленні від центру обертання. Сили діючі на кріплення редуктора показані на рисунку 3.2.

$$Q_o \cdot a - M - G \cdot c = 0$$

де Q_0 - зусилля попереднього затягування болтів;

a - плече дії зусилля Q_o;

M - крутний момент редуктора на тихохідному валу при прямому русі сталевоза;

G - вага редуктора;

C - плече на якому діє перекидаючий сила від ваги редуктора.

$$M = 9550 \cdot N \cdot i/n$$

де N - потужність двигуна приводу сталевоза;

n - кількість оборотів двигуна;

i - передаточне число редуктора сталевоза.

$$M = 9550 \cdot (11/700) \cdot 145,75 = 21872,9 \text{ кН·м}$$

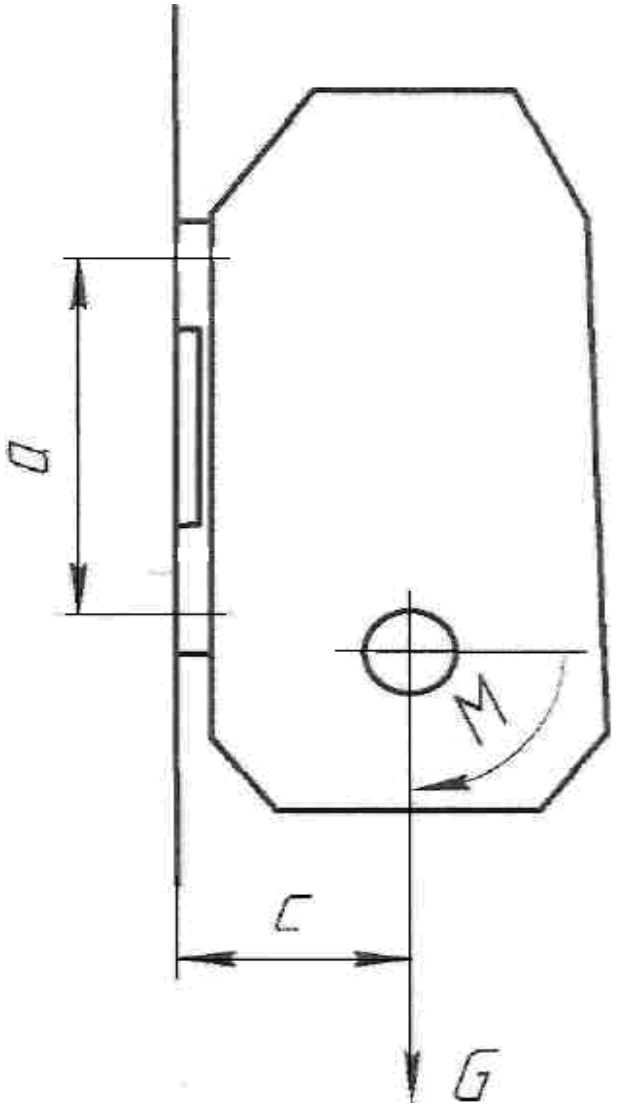


Рисунок 3.2 - Сили діючі на кріплення редуктора

$$Q_0 \cdot a = -1,4 \cdot M + 1,4 \cdot G \cdot c \Rightarrow Q_0 = \frac{1,4 \cdot M + 1,4 \cdot G \cdot c}{a} =$$

$$= \frac{1,4 \cdot 21872,9 + 1,4 \cdot 15,53 \cdot 0,32}{0,81} = 37813,6 \text{ kH}$$

$$Q_б = Q_0 / n_р = 37813,6/2 = 18906,8 \text{ кН},$$

де $Q_б$ - зусилля затяжки одного болта;

$n_р$ - кількість рядів кріплення болтів;

Перевірка умови нерозкриття стику: $F_{ТР} > G$.

$$Q_0 \cdot f = v \cdot G \Rightarrow Q_0 = v \cdot G / f = 1{,}6 \cdot 15{,}53 / 0{,}3 = 82{,}83 \text{ кН},$$

де v - коефіцієнт запасу нерозкриття стику;

f = 0,3 - коефіцієнт тертя.

Сила, действующая на болт:

$$F_б = 1{,}3 \cdot Q_б = 1{,}3 \cdot 18906{,}8 = 24578{,}84 \text{ кН}.$$

Діаметр болта розраховуємо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_б}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 24578{,}84}{3{,}14 \cdot 140}} = 14{,}96 \text{ мм},$$

де d - мінімальний діаметр болта;

$[\sigma]$ = 140 МПа – розрахункове\а напруга, що допускається.

З конструктивних міркувань і для збільшення надійності експлуатації приймаємо болт М30.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика ступеня досконалості технологічного процесу електросталеплавильного цеху з гігієнічної точки зору

Технологічний процес СПЦ-2 з двома печами ДСП-50 і установками піч-ківш відноситься до 3 групи шкідливих процесів. Праця основних професій важка і напружена, включно-сталевара на печі ДСП-50, і установці піч-ківш ,горнового, шихтовика, слюсаря-ремонтника, електрогазозварника. Для полегшення праці широко використається механізація та автоматизація. Досить повне визначення рівня механізації можна одержати шляхом обчислення витрат механічної й ручної праці за формулою:

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\%,$$

де В - рівень механізації праці, %;

М - сума людино-годин механізованої праці;

R - сума людино-годин ручної праці.

Для слюсаря ремонтника за зміну М= 4год., R = 4год., значить

$$B = \frac{4}{4 + 4} \cdot 100\% = 50\%$$

Результати розрахунку інших професій представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахунок рівня механізації праці для різних професій

№ з/п	Професія робітників	Штат	Кількість відпрацьованих людино-годин за добу			% механізо-ваної праці	% ручної праці
			Вручну	За допомогою машин	Усього		
1	Електрогазоз-варювальник	1	6·1=6	2·1=2	8	25	75
2	Слюсар ремонтник	4	4,5·4=18	3,5·4=14	332	43,7	56,25
3	Оператор установки піч-ківш	1	7,5·1=7,5	0,5·1=0,5	8	93,75	6,25

З цієї таблиці можна зробити висновок, що:

- електрогазозварник має 25% механізованої і 75% ручної праці;
- слюсар ремонтник – 43,75% механізованої, 56,25% ручної праці;
- оператор установки піч-ківш – 93,75% механізованої, 6,25% ручної праці.

Праця електрогазозварника відноситься до ручного труда, слюсаря до змішаного, а оператора –до механізованого.

4.2 Аналіз потенційних шкідливих факторів виробничого середовища

Умови праці в електросталеплавильному цеху характеризуються впливом на багатьох робочих місцях таких факторів виробничого середовища, як підвищена температура повітря, інфрачервоне й ультрафіолетове випромінювання, забруднення повітря токсичними речовинами й пилом, утворення електричних і магнітних полів. Виконання ряду операцій пов'язане з важкою фізичною працею, а на автоматизованих виробництвах - з обслуговуванням пультів керування. Є ділянки, де утвориться інтенсивний шум.

У цехах, особливо в перехідний і зимовий періоди року, робітники піддаються впливу більших температурних перепадів, сильних потоків гарячого й холодного повітря.

В цеху пил виділяється в шихтових і плавильних відділеннях. При ремонтних роботах виділяється пил вогнетривів, що може викликати силікоз і містить 65-97 % з'єднань кремнію, у тому числі 70 % діоксида кремнію. Пил виділяється при збиванні, навантаженні, транспортуванні футеровки, під час ремонту ковшів, зводу печей. Концентрація пилу перебуває, як правило, на рівні 25- 40 мг/м^3 .

Джерелом шуму є технологічні гази, що рухаються, при подачі їх у комунікації, вдмухуванні в печі, що рухаються крани, транспортери, поїзди й ін. Рівні шуму на робочих місцях досягають 90дБА.

Вібрація спостерігається в кабінах крановиків, при зачищенні металу й деяких інших операцій.

Шкідливості, що супроводжують процес підготовки шихти, плавки, випуску й розливання стали є:

-газоподібні викиди; теплове випромінювання;сухе повітря; шум (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Оцінка факторів виробничого й трудового процесу
Професія: оператор установці піч-ківш

№ з/п	Фактори виробничого середовища й трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	3 клас: шкідливі й небезпечні умови й характер праці			Тривалість дії фактора за зміну, %
				1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Шкідливі хімічні речовини, мг\м^3: **1 клас небезпеки** Ангідрид хромовий Марганцю оксид	 0,01 0,05	 0,07 0,39			 7 р 7,8 р	 90
	2 клас небезпеки Сірководень	 10	 10,8	 1,08 р			90
	3 клас небезпеки Азоту диоксид Вуглецю оксид	 2,0 20,0	 0,55 5,0	 0,27 0,25			90
3	Шум, дБА	80	104			24	90
5	Мікроклімат у приміщенні (теплий період): - температура, ^{0}С; - швидкість руху повітря, м/с; відносна вологість повітря, %; - інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2	 27 0,7 50 140	 39 0,71 39 4200	 0,01		 12 4200	 85 85
6	Важкість й напруженість праці	категорія робіт – важка, III напружений					
7	Кількість факторів			4		5	

Аналіз шкідливих факторів виробничого середовища, наведених у таблиці, дозволяє зробити наступний вивід про умови праці оператора:

1 Оцінка технічного й організаційного рівня:

Відповідає технологічному регламенту й проекту організації праці на робочому місці.

2 Атестація робочого місця:

Робоче місце має в наявності 4 фактори 1 ступеня, 5факторів 3 ступені. По показниках робоче місце варто вважати з особливо шкідливими й особливо тяжкими умовами праці, що відповідає показникам списку № 1 пункту1. Відповідно до гігієнічної класифікації праці оператору дається 30 днів додаткової відпустки, надбавка до зарплати -12 % і виділяється молоко.

4.3 Технічні рішення по виробничій санітарії

4.3.1 Об'ємно-планувальні рішення будинків і приміщень електросталеплавильного цеху

Загальні принципи об'ємно-планувальних рішень будівель електросталеплавильних цехів визначаються в значній мірі необхідністю створення найбільш сприятливих умов для організованого природного видалення з них надлишків тепла. Тому всі плавильні й нагрівальні агрегати, місця розливання й остигання металу й розміщаються в одноповерхових будинках. Ці будинки не мають стельових перекриттів, а їхні покрівлі обладнаються уздовж розташованими аераційними ліхтарями , що не задуваються.

Будівля цеху має стіни із гладкими поверхнями для попередження скупчення пилу й полегшення її збирання. У всіх випадках варто передбачати механізоване збирання пилу (змив водою або пневмоочистку). У цеху, де передбачається змив і мокре збирання підлог встановлені водонепроникні й неслизькі покриття. Ухил підлог для стоку води повинен бути не менш 0,02 . На магістральних проходах ухили підлог не повинні перевищувати 0,04 , у

службових проходах - не більше 0,1. Прокладені по підлозі рейки утоплені, стічні канали закриті кришками .

Сталеплавильний цех розташовується так, що забезпечується гарне провітрювання. Для надходження в приміщення цеху зовнішнього повітря бічні огородження будинків на всю довжину по обидва боки обладнані на різних рівнях фрамугами, що розкриваються. Верхні фрамуги служать для надходження повітря в холодний період року, а нижні - для повітря в теплий період.

Вентиляційні пристрої в приміщеннях цеху повинні забезпечувати температуру, вологість і швидкість руху повітря, а також нормативний зміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони .

Взаємне розташування будинків і цехів на території заводів або окремих ділянок виробництва в одному будинку виробляється з урахуванням основних вантажопотоків і послідовності технологічного процесу, що має істотне гігієнічне значення, тому що відсутність зустрічних або потоків, що перетинають, знижує небезпека травматизму.

4.3.2 Опалення й вентиляція

Найважливіше значення для нормальної життєдіяльності людини має наявність чистого повітря необхідного хімічного складу й маючого оптимальну температуру, вологість і швидкість руху. Ці параметри регламентуються ДСТУ, НПАОП, БН1П, СН «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги. Повітря робочої зони» й «Санітарні норми проектування промислових підприємств».

На підтримку цих параметрів відповідно до нормативних документів спрямовані заходи щодо опалення, і вентиляції .

Опалення основних виробничих приміщень передбачається повітряне, сполучене із припливною вентиляцією. Приплив здійснюється великими установками, розташованих групами. У місцях, де умови формування струменя дозволяють створити необхідні температурні умови й рухливість повітря в робочій зоні й у місць можливих пило виділень (0,15-0,3м/с), застосовують

струминну подачу повітря. У приміщеннях невеликої висоти з більшою кількістю встаткування, роздача повітря здійснюється повітророзподільними насадками безпосередньо в робочу зону.

Вентиляції в цеху здійснюється за допомогою великих централізованих установок. Приплив повітря в цех здійснюється десятьма припливними системами. Крім того, для поліпшення мікроклімату на робочих місцях сталеварів передбачена подача повітря двома (по числу електродугових печей) душуючими установками з обробкою повітря на типових кондиціонерах. Продуктивність кожної душуючої установки 15000 м^3/год. Роздача повітря проводиться через перфоровані повітряводи на висоті близько 3метрів від підлоги.

4.3.3 Визначення загального повітрообміну по тепловиділенням

Розрахунок ведеться відповідно до відомої методики і зводиться до визначення надлишків теплоти й розрахунку кількості повітря на її асиміляцію.

Кількість необхідного припливного повітря визначається по формулі:

$$L_{пр} = \frac{Q - C_в\left(t_{р.з} - t_{пр}\right)}{C_в\left(t_{ух} - t_{пр}\right)} + L_{м.о}, м^3/с,$$

де Q – надлишок явної теплоти в приміщенні, Q = 4200 Вт/м^2;

$L_{м.об}$ – кількість повітря, що видаляється з робочої зони місцевою витяжкою, $L_{м.про}$ = 17 м^3/с;

Св – теплоємність повітря, Св = 1,005кДж/(м^3·°С);

$t_{р.з.}$ – температура робочої зони, $t_{р.з.}$ = 39°С;

$t_{пр}$. – температура припливного повітря, $t_{пр}$. = 27°С;

$t_{ух}$ – температура повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення, °С.

Температура повітря, що видаляється, tух визначають по формулі:

$$t_{ух} = \frac{t_{р.з.} - (1-m)\cdot t_{пр}}{m}, ^0C$$

де m - коефіцієнт, обумовлений залежно від відношення площі, займаної тепловиділяючим устаткуванням до площі цеху, m=0,4

$$t_{ух} = \frac{39-(1-0,4)\cdot 27}{0,4} = 57^0C$$

Таким чином, необхідна кількість повітря, що надходить у цех, становить:

$$L_{пр} = \frac{4200-1,005(39-27)}{1,005\cdot(57-27)} + 17 = 155,9 \text{ м}^3/\text{с}$$

4.3.4 Висвітлення

Для створення сприятливих умов праці велике значення має раціональне висвітлення. Незадовільне висвітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці й може з'явитися причиною нещасних випадків і захворювань око. Висвітлення може здійснюватися природним і штучним світлом.

Природне висвітлення здійснюється через вікна в бічних стінах (бічні). Через верхні світлові прорізи, ліхтарі (верхні) або обома способами одночасно (комбіноване висвітлення).

Відповідно до «вказівок по проектуванню електричного висвітлення виробничих будинків» під час нормального функціонування освітлювальної установки освітленість приміщень і робочих поверхонь повинна бути не менш значень, зазначених у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Карти освітленості для електросталеплавильного цеху

Найменування відділення, ділянки, робочого місця й допоміжних приміщень	Розряд зорової роботи	Освітленість, (лк) і коефіцієнт запасу					
		При люмінесцентних лампах			При лампах нагромадження		
		Система комбіно-ваного	Система загального освітлення	Коефіцієнт запасу	Система комб. освітлення	Система загального освітлення	Коефіцієнт запасу
Пічний і розливний проліт	VII	150	150	1,8	–	50	1,5
Вертикальна поверхня печей	VII	150	150	1,8	–	50	1,5
Пульти керування установками піч-ківш	IV	1000	300	1,5	500	150	1,3

Аварійне освітлення у всіх випадках становить 0,3 лк, а коефіцієнт запасу дорівнює 1,7 . При виборі рішень по висвітленню основне значення мають наступні фактори:

1 Відсутність точних зорових робіт і вкрай несприятливі умови середовища спричиняються вибір як джерела світла винятково лампи накалювання або газорозрядні. Люмінесцентні лампи застосовуються тільки в ізольованих електроприміщеннях.

2 У місцях зручних для обслуговування при великій кількості пилу встановлюють пилонепроникні світильники типу СХ і ПВЛП.

3 Аварійне висвітлення передбачається практично у всіх виробничих і прохідних приміщеннях через небезпеку знаходження в них у темряві.

4 Для забезпечення можливості виробництва ремонтних робіт й огляду внутрішніх порожнин застосовують переносне висвітлення.

Основний показник природного висвітлення це коефіцієнт КЕО – відношення освітленості, створюваної в деякій крапці заданої площини усередині приміщення ($E_в$), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, створюваної світлом повністю відкритого небозводу ($E_н$)

$$e = \frac{E_в}{E_н} \cdot 100,\%$$

де е - КЕО, обумовлене з урахуванням характеру зорової роботи. Для V розряду зорової роботи (мала точність)за довідковим даними приймаємо е = 3 %(III пояс світлового клімату).

Нормовані значення КЕО ($e_Н$) для інших світлових поясів визначається по формулі:

$$e_н = e \cdot m \cdot c,\%$$

де е - значення КЕО для 111 світлового пояса;

m = (0, 8...1,2) - коефіцієнт світлового клімату;

с = (0,65...0,1) - коефіцієнт сонячності клімату, Для Запоріжжя (IV світловий пояс) приймаємо m = 0,875, з = 0,85.Тоді

$$e_н = 0,03 \cdot 0,875 \cdot 0,85 = 0,023\%$$

У багатьох випадках застосовують комбіноване висвітлення. При комбінованому висвітленні забезпечуються високі рівні освітленості на робочих поверхнях, у тому числі на вертикальних і похилих, досягається висвітлення внутрішніх поверхонь оброблюваних виробів.

Штучне висвітлення варто передбачати для всіх приміщень, будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і рухи транспорту.

Для висвітлення виробничих приміщень цеху, як правило, застосовуються газорозрядні лампи низького й високого тиску (люмінесцентних і дугові ртутні лампи).

Необхідний світловий потік лампи кожного світильника:

$$F = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

де E - найменша освітленість, лк;

k - коефіцієнт запасу;

S – освітлювана площа приміщення, м^2;

z - коефіцієнт мінімальної освітленості, для люмінесцентних ламп приймають z = 1,1;

η- коефіцієнт використання світлового потоку;

N - кількість світильників.

Значення п визначається залежно від індексу приміщення, що визначається:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

де А и В - довжина й ширина приміщення, м; розглянемо машинний зал електропечі : А=30 м; В=20 м ;

h - висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею,h=4 м

$$i = \frac{20 \cdot 30}{4 \cdot (20 + 30)} = 3{,}0$$

Тоді коефіцієнт використання, тобто відносна частка потоку лампи, що падає на поверхню S, дорівнює 78% (0,78).

Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot \Phi_л \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 2 \cdot 600 \cdot 1{,}1}{1 \cdot 35000 \cdot 0{,}78} = 7{,}2 \text{ шт., приймаємо 7шт.}$$

де Е - найменша освітленість (для газорозрядних ламп у сталеплавильних цехах Е = 150 лк);

k - коефіцієнт запасу освітленості, k=2;

S – освітлена площа приміщення, S=600м^2;

z- коефіцієнт мінімальної освітленості, (для люмінесцентних ламп приймають z = 1,1);

n - число ламп у світильнику, n=1;

$Ф_л$ – світловий потік лампи типу ДРЛ – 700 дорівнює 35000лм.

Потужність лампи 700Вт; світильники «Астра-32» з однією лампою в кожному світильнику.

4.3.5 Санітарно-побутові приміщення

Цех розташовується з підвітряної сторони стосовно житлового району, а також до цехів, що не є джерелами виділення шкідливостей у навколишнє середовище й до адміністративно-побутових будинків.

Передбачено санітарно-побутові приміщення: гардеробні для зберігання одягу, умивальні й душові, туалети, здравпункт й ін. згідно вимог БНІП 2.09.04-87.

Висота поверхів 3,3м (від підлоги до підлоги). Одяг зберігають у гардеробних закритим способом (у закритих шафах). Приміщення для обезпилювання одягу розташовані суміжно із приміщеннями для зберігання робочого одягу. Умивальні розміщають в окремих приміщеннях суміжних з гардеробними. В цеху також передбачені додаткові вмивальники з душовими сітками й підводкою теплої води (БН1П 2.04.05-91).

4.4 Засоби пожежної безпеки

Цех по пожежонебезпеці має категорію Г(негорючі речовини в гарячому стані).Адміністративна будівля цеху ставиться до 11І ступеня вогнестійкості (будівля з несучими конструкціями, що огороджені, із природних або штучних

кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитових негорючих матеріалів) згідно ДБН 1.1.-7.2002.

Межі вогнестійкості конструкцій

- несучі й сходові клітки – 1год.;
- само несучі – 0,5год.;
- зовнішні несучі - 0,25год.;
- внутрішнє несучі - 0,25 год.;
- колони - 1 год.;
- сходові площадки, щаблі, балки, марші сходових кліток -0,5год.;
- плити, настили й ін. несучі конструкційні перекриття - 0,75 год..

До первинних засобів пожежогасіння в цеху відносять: вогнегасники ВП-10 (5 шт.), ВВ-2 (14 шт.), ВПП-1Д (8 шт.), пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інвентар (багри, ломи, сокири й ін.).Цех має внутрішній протипожежний водопровід з пожежними кранами й рукавами.

На території цеху забороняється:

- закривати й захаращувати проїзди, під'їзди й підходи до будівлі, водопровідним і пожежним гідрантам;
- виключати окремі ділянки водогінної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск у мережах;
- допускати до вогневих робіт осіб, що не пройшли інструктаж пожежного техмінімуму;
- користуватися водою з пожежних водойм і засобами пожежогасіння не по прямому призначенню;
- застосовувати відкритий вогонь при огляді встаткування й комунікацій.

4.5 Рішення покращення екологічних показників цеху

Створення оптимальних метеорологічних й екологічних умов на робочий площадці цеху є складним завданням, рішення якого йде в наступних напрямках:

- раціональне розміщення обладнання;

- використання водо розпилу для зниження викидів пилу при роботі печей;
- розробки засобів захисту навколишнього середовища від забруднення шумом (звукоізоляційні огорожі, кожухи);
- покращення герметизації джерел шкідливих викидів.

4.6 Розрахунок витяжного зонту установки піч-ківш

Робота установки супроводжується інтенсивним виділенням газів з високою температурою. У період рафінування металу зміст пилу в газах, що відходять, відносно невеликий.

Для вловлювання неорганізованих виділень передбачається пристрій зонта під перекриттям цеху.

Зонт, розділений на дві половини, для того щоб при випуску шлаків або сталі система працювала з 50 % навантаженням. Обидва відсіки працюють тільки під час подачі кисню у ванну або під час завалки печі.

При здійсненні системи аспірації за схемою рекомендується грубний проліт повністю виділяти від суміжних прольотів. Цим досягається запобігання поширення шуму із грубного в інші прольоти, а також проникнення пилу із шихтового прольоту в грубний.

У розглянутій схемі передбачається автоматичне регулювання режимів роботи системи залежно від технологічних вимог. Практично виключається збіг однакових періодів роботи двох печей, тому рекомендується поєднувати по дві печі в одну систему.

Визначимо продуктивність зонта над піччю. Розрахунок ведеться на окисний режим - подача у ванну кисню через робоче вікно.

Вихідні дані:

- ємність печі-ківша Q=50 т;
- діаметр D=2,0м;
- площа перетину патрубків на зводі печі f=0,8 м2;
-коефіцієнт витрати отвору $\mu = 0{,}5$;

-тиск у печі під час подачі кисню $\Delta P = 4$кгс/м^2(0,4 МПа).

Для вловлювання газів, що виділяються, над установкою піч-ківш встановлений зонт діаметром 3м. Зонт має активну щілину по периметрі шириною 0,3м, а також проріз над електродами діаметром 1,0м.

Сумарна площа щілини в зонту 2,6м^2.

Визначаємо швидкість вихідних з печі газів з t=1500^{0}C при Y = 0,182 кг/м^3:

$$U = \sqrt{\Delta P 2g/\gamma}$$

$$U = \sqrt{4 \cdot 2.9{,}8 / 0.182} = 4{,}6\text{м/с}$$

Кількість газів, виділяємих з дугової печі

$$Q = 4{,}6.0{,}8 \cdot 3600 = 13248 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Приймаючи швидкість в активній щілині зонта трохи більше швидкості вихідних з печі газів (5м/с), визначимо витрати газо- повітряної суміші

$$Qc = 2{,}6 \cdot 5 \cdot 3600 = 47000 \text{ м}^3\text{/год.}$$

Приймаємо димосос марки СТД-4005 двосторонньої дії з окружною швидкістю 2,9 м/с, частотою обертання 270 об/хв.. і ККД =0,75.

Проведемо розрахунок зонта для вловлювання неорганізованих викидів над установкою піч-ківш. Витрата викидів тут становить 1400-1500 м^3/год.

Площа розрахункового перетину визначимо з формули:

$$L = 3600FV,$$

де L - обсяг повітря, що видаляється через зонт, м^3/год, V - середня швидкість газів у розрахунковому перетині парасоля, м/с (для зонтів, відкритих с всіх чотирьох сторін, ця швидкість дорівнює 1,0-1,2 м/с).

$$F = L/3600V = 1500/(3600 \cdot 1,1) = 0,95м^2$$

$$d_{отв} = 1,1м,$$

де $d_{отв}$ - діаметр прийомного отвору зонта; k- коефіцієнт підсмоктування повітря k = (2..3).

При розробці конструкцій зонтів рекомендується усмоктувальний перетин приймати геометрично подібним поверхні джерела шкідливих виділень. Для круглого зонта діаметр усмоктувального перетину визначають по формулі, м:

$$D = D_0 + 0,8h,$$

де D_0 - діаметр устаткування, що перекриває, приймаємо D_0 = 2,5м;

h - відстань від устаткування, що перекриває, до прийомного отвору зонт, приймаємо h = 1,0м.

$$D = 2,5 + 0,8 \cdot 1,0 = 3,3м.$$

Кут розкриття зонта – не більше 60 °С. При цьому забезпечується рівномірність усмоктування по всьому перетині. Для зменшення бічних підсмоктувань повітря рекомендується встановлювати бічні навіси (рис.4.1).

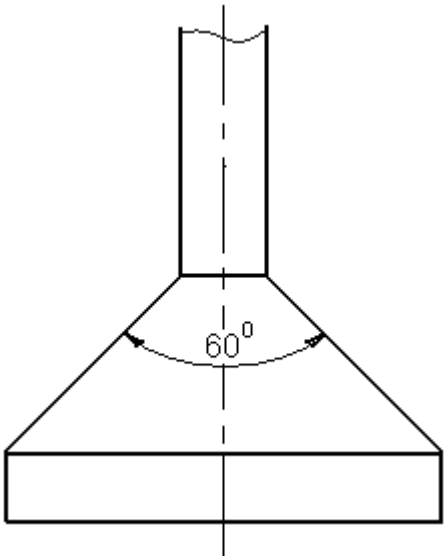


Рисунок 4.1 - Витяжний зонт для неорганізованих викидів установки піч-ківш

Висновки

1. Ознайомлення з технологічним процесом виробництва сталі ВАТ “ДСС” показало, що установки піч-ківш є перспективним устаткуванням при виробництві високоякісної сталі.

2. На основі проведеного огляду й аналізу технічної й патентної літератури, а також виходячи з виробничих можливостей цеху встановлено, що для оптимальної роботи установки піч-ківш їй необхідний додатковий привод який забезпечить 100% гарячий резерв на самому сталевозі, установлено, що цю проблему можна вирішити, установивши повний привід на сталевозі.

3. У ході проведення роботи були розраховані параметри необхідні для проектування та встановлення допоміжного приводу.

Список використаної літератури

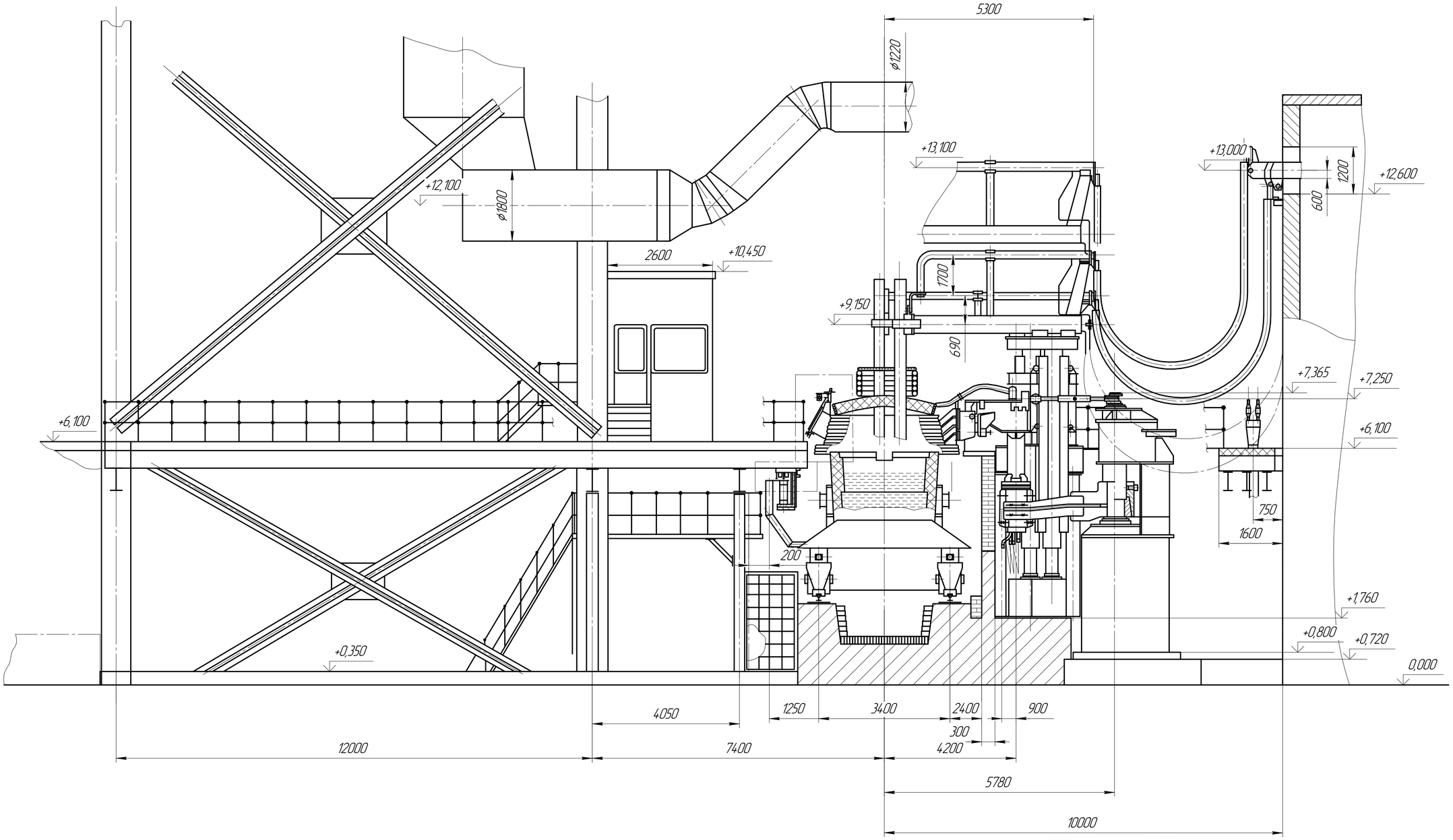
1. PrJSC “Dniprospetsstal”. ПрАТ «ДНІПРОСПЕЦСТАЛЬ». URL: http://www.dss-ua.com/ukr/index.wbp (дата звернення: 12.04.2024).
2. Kinetic Model of Steel Refining in a Ladle Furnace / A. N. Conejo et al. *steel research international*. 2007. Vol. 78, no. 2. P. 141–150. URL: https://doi.org/10.1002/srin.200705871 (date of access: 17.03.2025).
3. Obtaining foundry iron from conversion iron outside the furnace in the ladle / M. S. Mindeli et al. *Metallurgist*. 1966. Vol. 10, no. 5. P. 249–250. URL: https://doi.org/10.1007/bf00736768 (date of access: 20.03.2025).
4. REDUCING COST OF STEEL DESULPHURIZATION AT SECONDARY TREATMENT IN LADLE-FURNACE / A. Y. Babanin et al. *Metallurg*. 2021. No. 9. P. 29–34. URL: https://doi.org/10.52351/00260827_2021_09_29 (date of access: 20.04.2025).
5. Study of the thermal state of the bath of a ladle-furnace unit / V. P. Piptyuk et al. *Metallurgist*. 2011. Vol. 55, no. 7-8. P. 483–488. URL: https://doi.org/10.1007/s11015-011-9456-9 (date of access: 20.03.2025).
6. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 1996. 145 с.
7. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.
8. Розрахунки вантажопідйомних та транспортуючих машин / Ф. К. Іванченко та ін. К. : Вища шк., 1978. 576 с.
9. Погорєлов С. В., Ведмідь Ю. П. Підйомно-транспортні машини: лаб. практикум. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 48 с.
10. Іванченко Ф. К. Конструкція та розрахунок підйомно-транспортних машин. К. : Вища шк., 1988. 424 с.

11. Проценко О.М. Методичні вказівки до розрахунку силових і кінематичних параметрів приводів у курсовому проектуванні. Суми: Сумський державний університет, 2011. 72 с.
12. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Харків: Харківський політехнічний інститут, 2020.
13. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
14. Технічне обслуговування металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
15. 1 Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
16. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : Підручник. – 4-е вид.,перероб. І доп. – Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. – 379 с.
17. Ковтун Р.М. Складання металоконструкцій: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 560 с. ISBN: 966-8081-59-5
18. 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
19. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.
20. 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.
21. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

22. 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.
23. Правила улаштування електроустановок. URL: https://mev.gov.ua/storinka/pravyla–ulashtuvannya–elektroustanovok (дата звернення: 03.10.2023).
24. 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.
25. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч.посіб. / К. Н. Ткачук. та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.
26. 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

ДП.023014.000 ВЗ



						ДП.023014.000 ВЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Лимар			Установка печь-ковш	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Власов						1:50
Т.контр.		Власов				Лист	Листов 1	
Н.контр.		Васильченко				МОНУ, ЗНУ, ІНФІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331		
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
				Документація		
				Загальний вигляд		
				Складальні одиниці		
		1		Балка передня	1	
		2		Тралея	1	
		3		Рама	1	
		4		Кожух передній	1	
		5		Кожух задній	1	
		6		Привод сталевоза	1	
		7		Колесо приводне	2	
		8		Колесо холосте	2	
		9		Скребок	2	
				Стандарні вироби		
		10		Болт М20 ГОСТ 7798-70	28	
		11		Болт М24 ГОСТ 7798-70	6	
		12		Болт М24 ГОСТ 7798-70	16	
		13		Болт М36 ГОСТ 7798-70	16	
		14		Гайка М36 ГОСТ 5918-73	16	
		15		Гайка М20 ГОСТ 5918-73	12	
		16		Гайка М24 ГОСТ 5918-73	16	
		17		Шайба 20 ГОСТ 11371-71	40	
		18		Шайба 24 ГОСТ 11371-71	54	
		19		Шайба 36 ГОСТ 11371-71	32	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

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

ДП.023014.100

Сталевоз

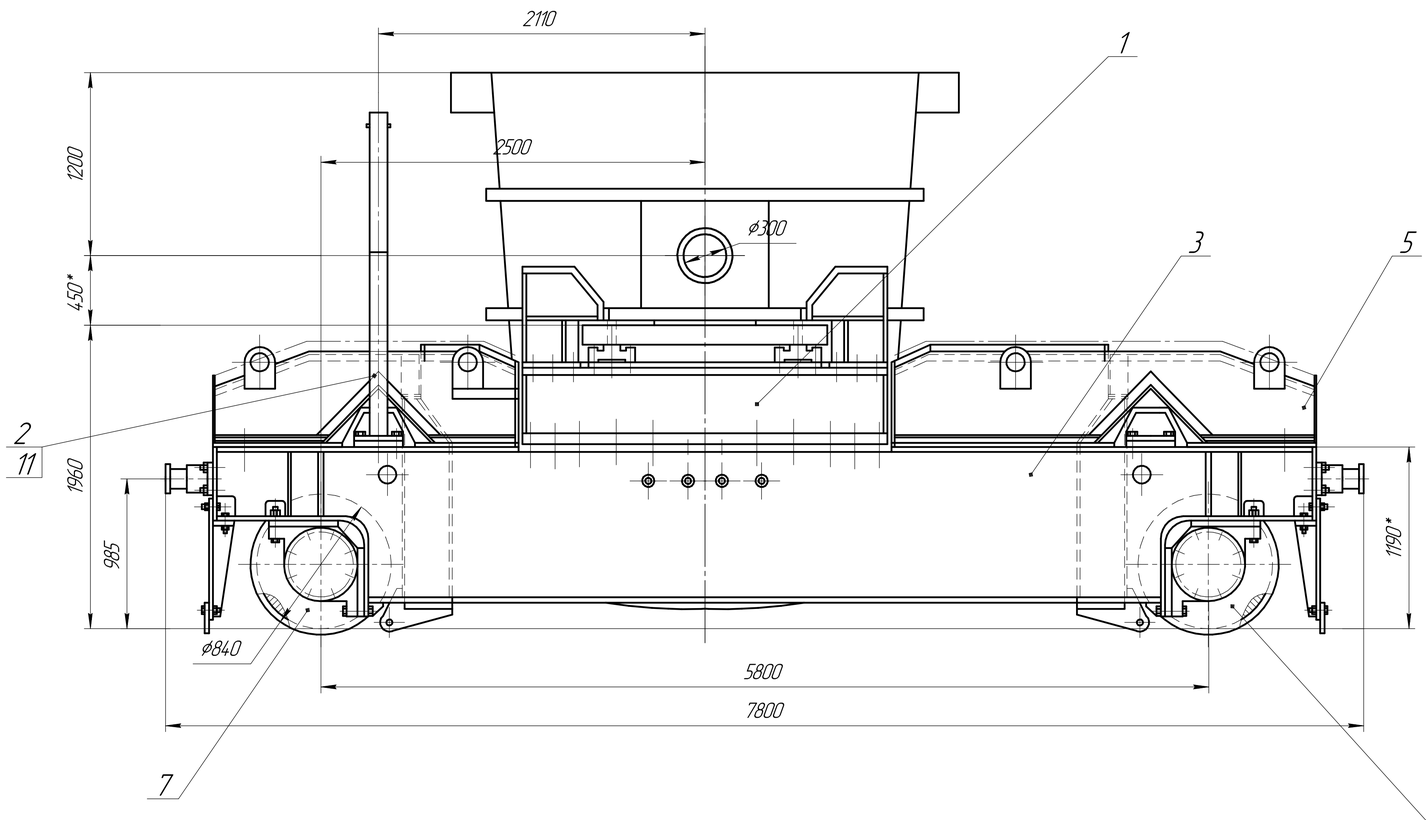
Лит.	Лист	Листов
		1

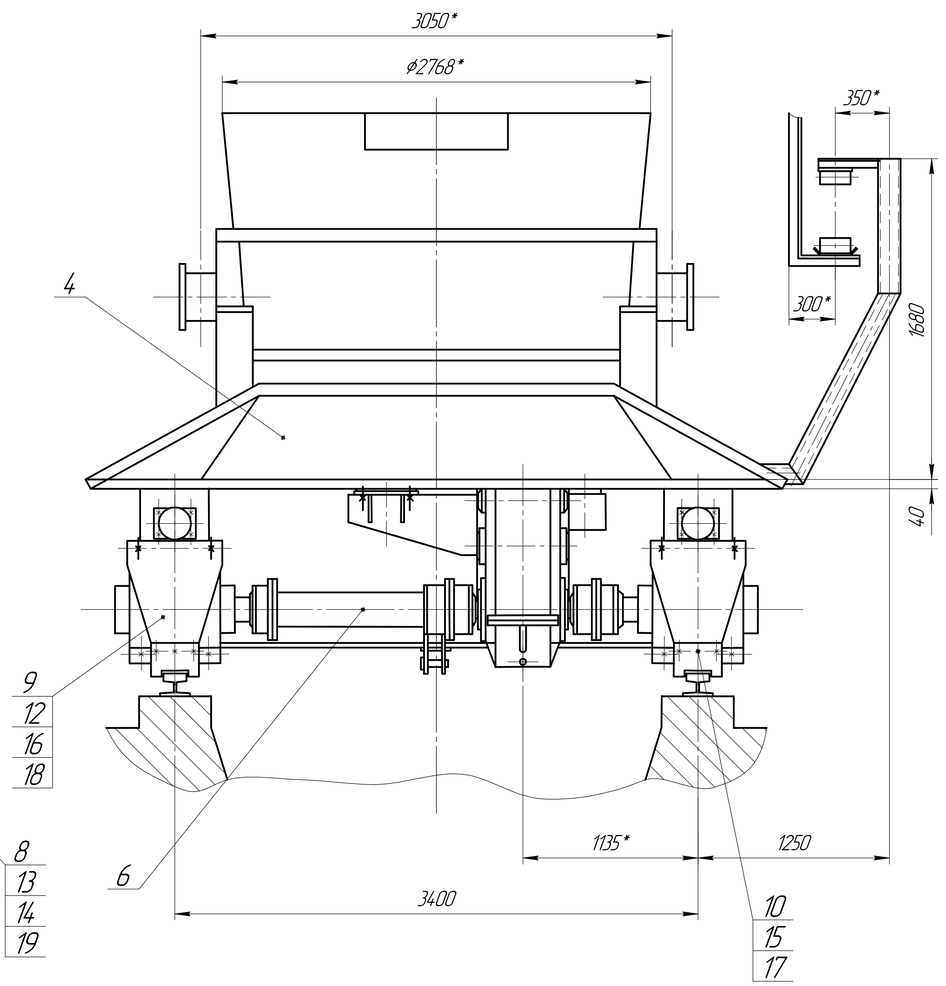
МОНУ, ЗНУ,
ІННІ ім. Ю.М. Потебні,
гр. 6.1331

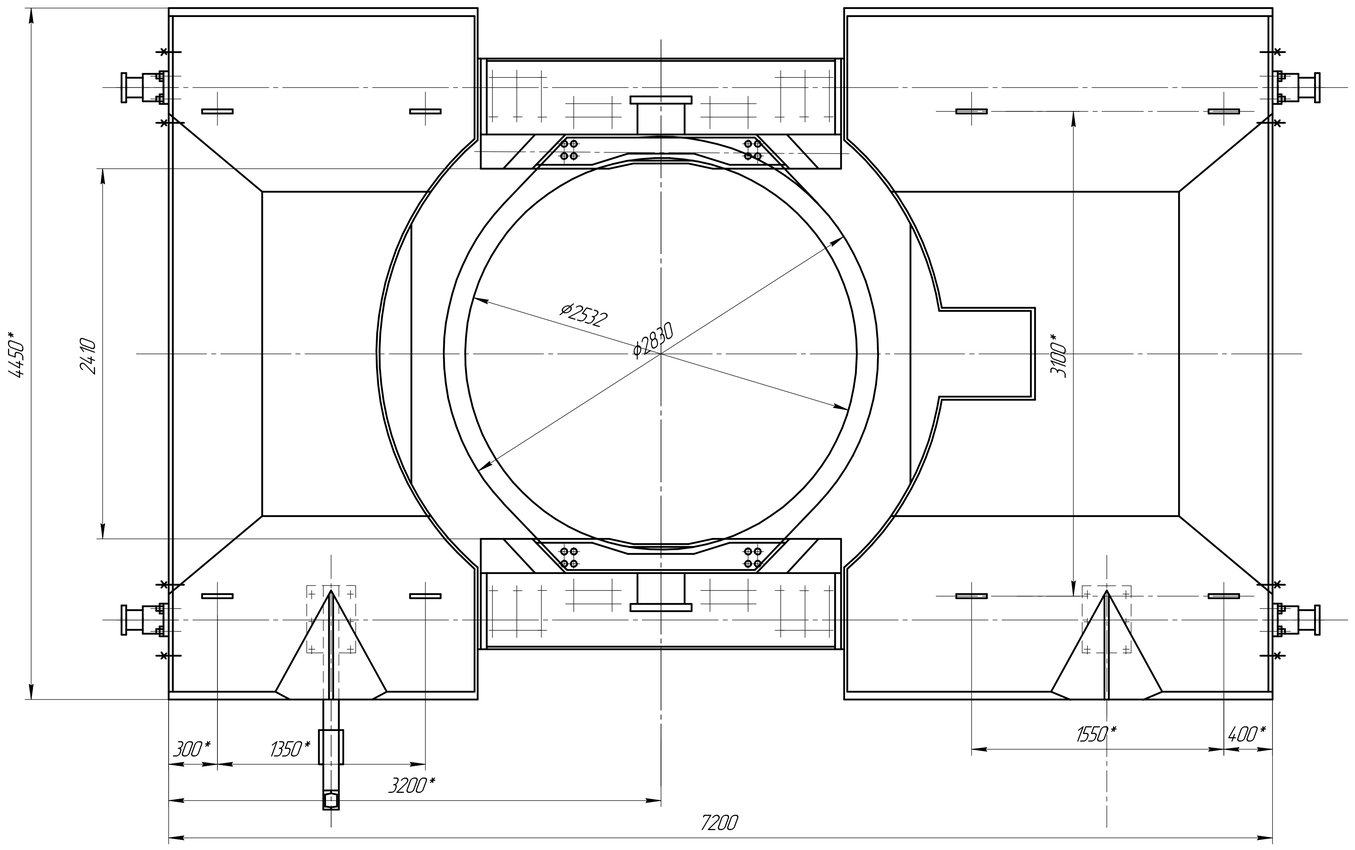
Копировал

Формат А4

ДП.023014.100 ВЗ







Технічна характеристика

1. Вантажопідйомність, т	90
2. Швидкість переміщення, м/с	0,2
3. прискорення, м/с^2	0,16
4. Редуктор ВКУ-950, і	145,75
5. Електродвигун МТКН-312-8, кВт	11
6. Діаметр ходових колес, мм	840
7. Тип рельсу	КР120
8. Колея, мм	340
9. База, мм	5800

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП.023014.100 ВЗ			
Разраб.		Лимар			Сталевоз	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Власов				У	314.28	1:20
Т.контр.		Власов				Лист	Листов 1	
Н.контр.		Васильченко				МОНУ, ЗНУ, ІНФІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331		
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
				Документація		
			ДП.023014.110 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1		Рама	1	
		2		Вал-вставка	1	
		3		Вузел ходового колеса	4	
				Стандартні вироби		
		4		Редуктор ВКУ-950	1	
		5		Електродвигун МТКн-312-8, 11 кВт	1	
		6		Тормоз ТКТ-300	1	
		7		Муфта МЗП-2	1	
		8		Муфта МЗП-9	2	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

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

ДП.023014.110

Привод сталевозу

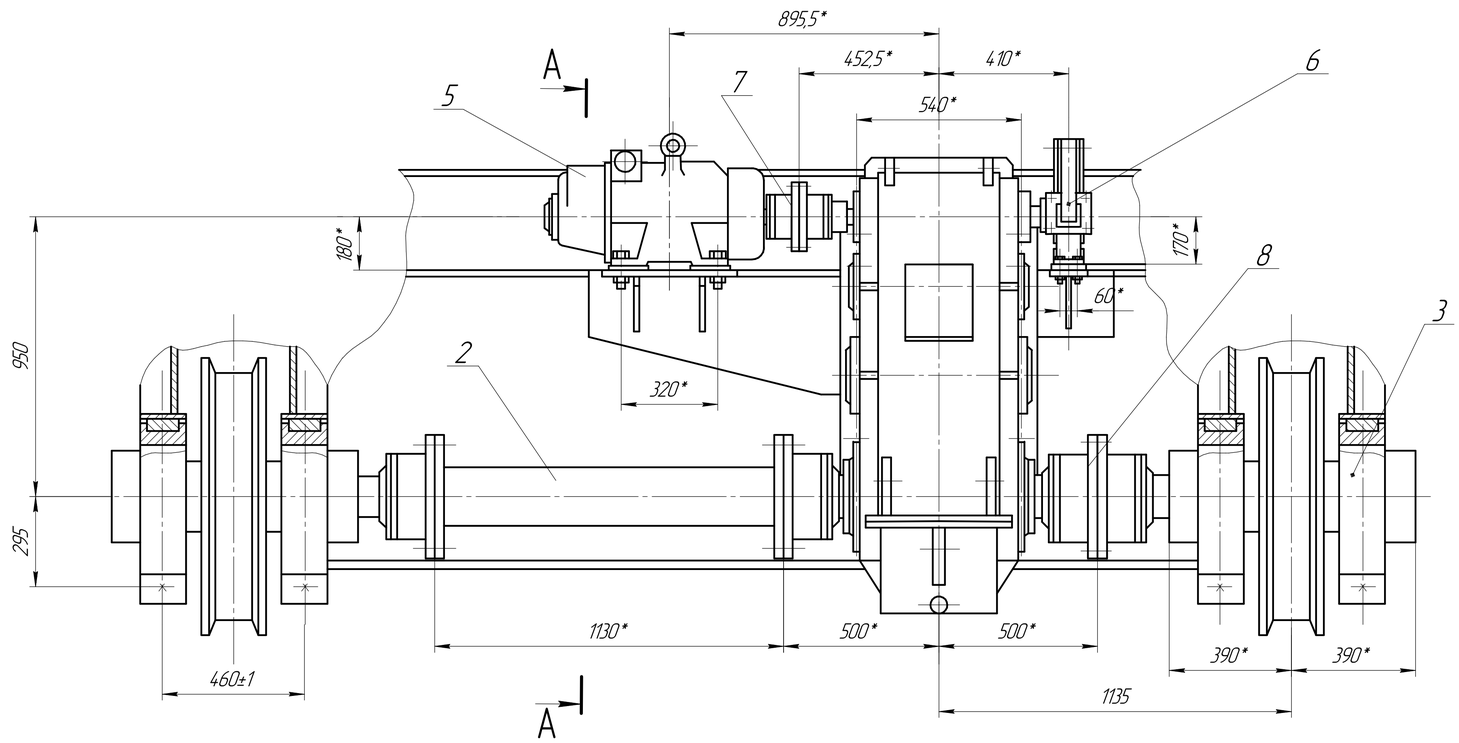
Лит.	Лист	Листов
У	1	1

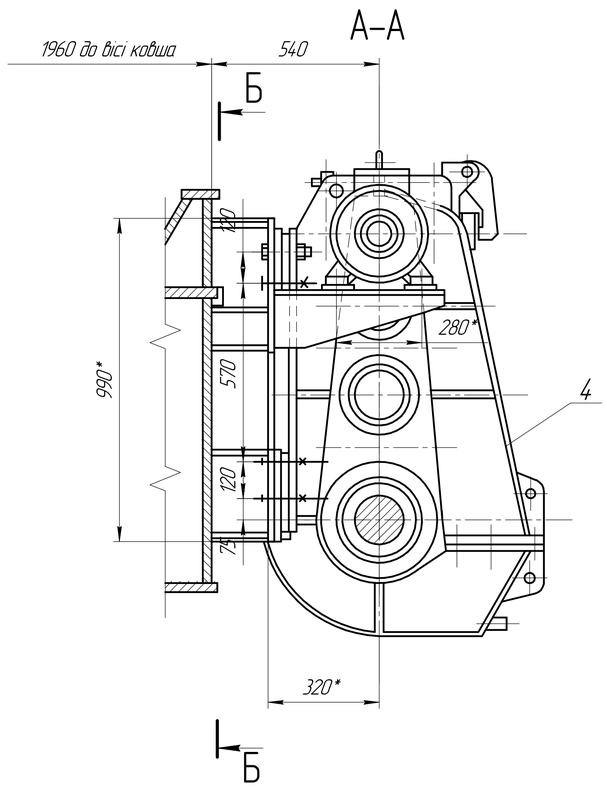
МОНУ, ЗНУ,
ІННІ ім. Ю.М. Потебні,
гр. 6.1331

Копировал

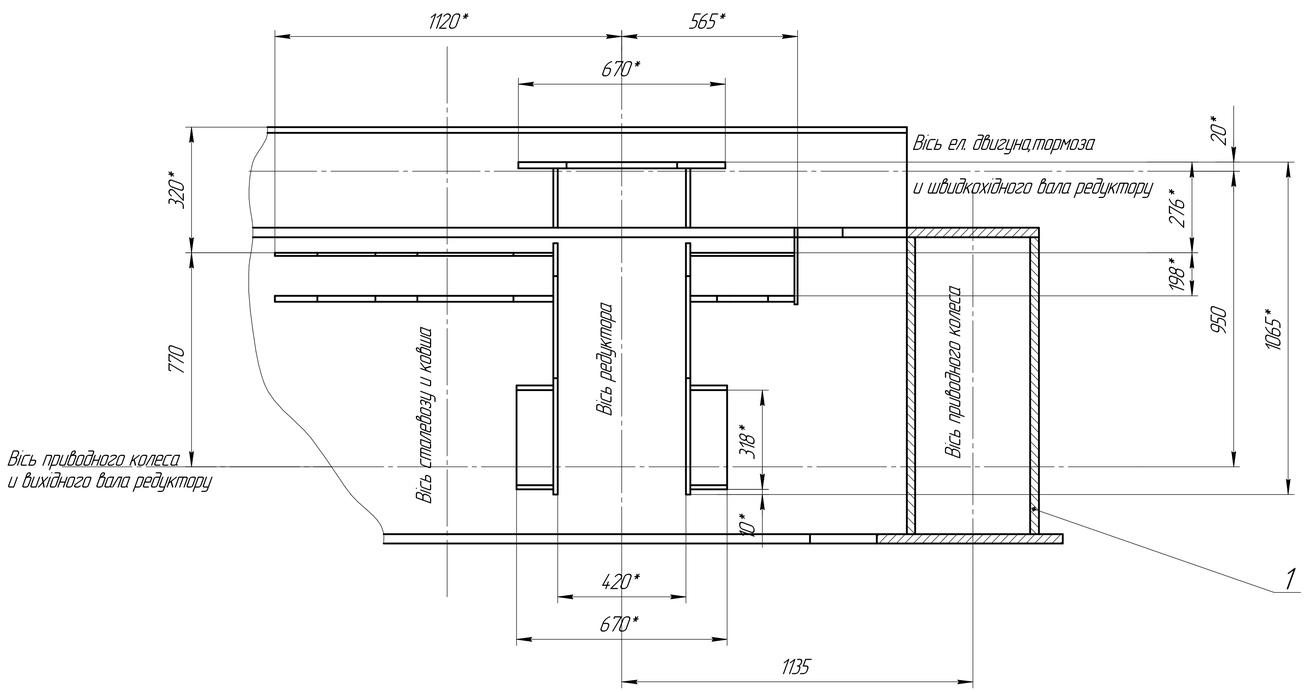
Формат А4

ДП.023014.110 СК





Б–Б



* Розміри для довідок

					ДП.023014.110 СК		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Лимар			Привод столевозу	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Власов				У	2545	1:10
Т.контр.		Власов				Лист	Листов 1	
Н.контр.		Васильченко				МОНУ, ЗНУ, ІННІ ім. Ю.М. Потебні, гр. 6.1331		
Утв.		Власов						

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

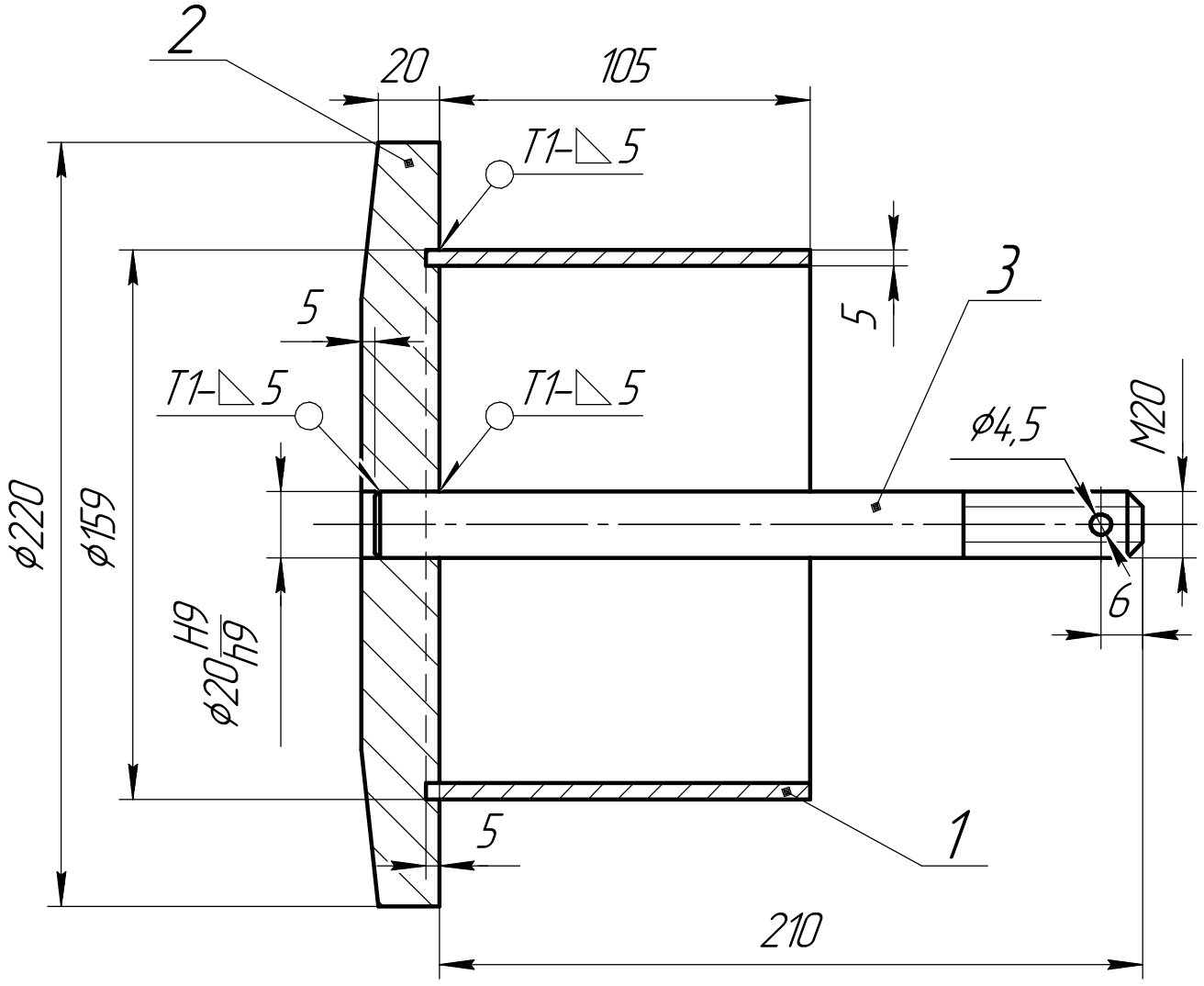
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ДП.023014.130СК



1. Зварні шви по ГОСТ–5264–80
2. Електрод типу Е–46 по ГОСТ–9467–75
3. Контроль якості зварних швів виконати зовнішнім оглядом

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

ДП.023014.130СК

Шток

Лит.	Масса	Масштаб
	9	1:2

Лист | Листов 1

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

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.