Міністерство освіти та 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 машини завантаження металургійних печей

Виконав: бакалавр групи 6.1332-с
Петречук С.В.
(ПІБ) (підпис)

спеціальності
133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)
спеціалізація
-

(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма
Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Керівник Таратута К.В.
(прізвище та ініціали) (підпис)
Н.контроль Васильченко Т.О.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2025 рік

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація -

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А.О Власов

_____

“____”_____2025 року

ЗАВДАННЯ
ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Петречук Сергій Володимирович

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення машини завантаження металургійних печей

керівник роботи доцент, канд. техн. наук Таратута К.В.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “27.12. 2024 року № 2031 – с.

2. Термін подання студентом роботи 30.05.2025 року.
3. Вихідні дані роботи: техніко-економічні показники роботи обладнання мартенівського цеху.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Загальна частина. 2. Спеціальна частина. 3. Експлуатаційна частина. 4. Охорона праці та техногенна безпека. Висновки та рекомендації.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 1. Креслення загального виду – 1шт ; 2. Складальні креслення -2 шт; 3. Креслення експлуатаційної частини– 1 шт.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата Завдання прийняв
1	Таратута К.В., к.т.н., доцент	
2	Таратута К.В., к.т.н., доцент	
3	Таратута К.В., к.т.н., доцент	
4	Таратута К.В., к.т.н., доцент	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Отримання завдання	01.01.2025 – 20.01.2025	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдання	20.01.2025 – 01.02.2025	
3	Виконання теоретичної частини роботи	01.02.2025 – 01.04.2025	
4	Виконання графічної частини	01.04.2025 – 01.05.2025	
5	Оформлення роботи	01.05.2025 – 20.05.2025	
6	Перевірка роботи консультантами	20.02.2025 – 30.05.2025	
7	Попередній захист роботи	30.05.2025	
8	Переплітання роботи	05.06.2025	
9	Захист проекту у ЕК	Згідно з графіком	

Студент _____ С.В. Петречук
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ К.В. Таратута
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Петречук С.В. Удосконалення машини завантаження металургійних печей.

Випускна кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування, науковий керівник К.В. Таратута. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2025р.

В роботі проведено огляд обладнання обслуговування мартенівських печей та аналіз заходів для підвищення експлуатаційних властивостей обладнання. Детально описані вузли машини завантаження металургійних печей. Проведено розрахунки навантажень на вузли машини завантаження металургійних печей. Запропонована удосконалена конструкція вузлів машини завантаження металургійних печей для підвищення експлуатаційних властивостей.

Ключові слова: МАРТЕНІВСЬКА ПІЧ, ОБЛАДНАННЯ, УДОСКОНАЛЕННЯ, ПЕРЕСУВАННЯ

ABSTRACT

Petrechuk S.V. Improvement of the Loading Machine for Metallurgical Furnaces.

Graduation qualification work for obtaining the degree of higher education bachelor in specialty 133 - Industrial mechanical engineering, scientific supervisor K.V. Taratuta. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Metallurgical Equipment, 2025.

The work reviews the equipment for servicing open-hearth furnaces and analyzes measures to improve the operational properties of the equipment. The components of the loading machine for metallurgical furnaces are described in detail. Calculations of loads on the components of the loading machine for

metallurgical furnaces are carried out. An improved design of the components of the loading machine for metallurgical furnaces is proposed to improve operational properties.

Keywords: OPEN-HEAD FURNACE, EQUIPMENT, IMPROVEMENT, MOVING

ЗМІСТ

Вступ 6

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 8

1.1 Опис мартенівського виробництва 8

1.2 Опис технології отримання сталі у мартенівських печах 10

1.3 Опис механічного устаткування для завантаження металургійних печей 12

1.4 Недоліки роботи обладнання мартенівського цеху та напрямки їх усунення 17

2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 19

2.1 Огляд конструкції машини завантаження мартенівських печей 19

2.2 Огляд механізмів пересування завантажувальної машин 22

2.3. Опис проекту модернізації 27

2.4 Визначення потужності двигуна механізму пересування завантажувальної машини 28

2.5 Визначення потужності двигуна механізму пересування візка 37

2.6 Розрахунок механізму пересування на міцність 41

3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА 44

3.1 Заходи по монтажу механізмів завантажувальної машини 44

3.2 Розрахунок стропів для монтажу 46

3.3 Експлуатація та заходи підвищення строку служби деталей завантажувальної машини 50

3.4 Система змащування 51

3.5 Особливості технічного обслуговування завантажувальної машини 57

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА 59

4.1 Характеристика факторів безпеки процесу експлуатації обладнання мартенівського цеху 59

4.2 Заходи щодо захисту від виявлених шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища 62

4.3 Технічні рішення по гігієні праці і виробничій санітарії 63

4.4 Заходи пожежної безпеки та техногенна безпека 68

Висновки 70

Література 71

Додатки 74

ВСТУП

До одних з основних машин мартенівського цеху відноситься машина завантаження. Машина призначення для завантаження скрапом мартенівської печі. Вона складається з наступних механізмів: механізм пересування машини, механізму пересування візка, механізму обертання хобота, механізму затискання мульди, механізму хитання. Крім основної операції - завантаження шихти, завантажувальна машина виконує інші функції: вирівнювання шихти у печі, пересування потягу з мульдами вздовж печей, прибирання шлаку біля печі при ремонтних роботах. Для завантаження мартенівських печей використовується машини вантажопідйомністю від 7,5т. до 15 т.

До машина завантаження мартенівських печей виставляються наступні вимоги:

- висока пробуктивність;
- можливість виконання операцій з перекриттям;
- можливість регулювання швидкісних параметрі;
- стійкість до циклічного впливу високих температур;
- підвищена надійність роботи обладнання.

Аналіз конструкцій машин завантаження мартенівських печей показав наявність недоліків у їх роботі.

Одним з недоліків рейкової підлогової завантажувальної машини є недостатня надійність механізму пересування візка через наявності зазору між колесами, рейками та контррейками та інтенсивних динамічних навантажень (в основному ударних), що виникають у процесі взаємодії опорних коліс з рейками та контррейками при розвантаженні мульди. Крім того, як і в механізмі пересування підлогової завантажувальної машини, буде мати місце нерівномірний розподіл вертикального навантаження від сили технологічного навантаження та ваги самого візка по колесах .

Істотним недоліком механізму пересування візка є неоднакова крутильна жорсткість лівої та правої гілок веденого валу, на якому змонтовані ходові

колеса. Під час руху візка через статичної невизначеності приводу у гілках веденого валу формуються різні моменти сил пружності. Внаслідок цього візок рухається з перекосами та вилянням – коливаннями навколо вертикальної осі конструкції, що ускладнює виконання основної операції завантажувальної машини – орієнтування та введення мульди з шихтою у створ мартенівської печі з метою її завантаження.

Для вирішення поставленої задачі у конструкції механізму переміщення машини необхідно внести зміни.

У відповідності до завдання в роботі проведено:

- огляд основного обладнання мартенівського цеху;
- розрахунок навантажень, на елементи приводу завантажувальної машини;
- обґрунтування запропонованого удосконалення.

Структура та обсяг роботи. Випускна робота бакалавра складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Обсяг роботи становить 72 сторінок, 9 таблиць, 11 рисунків, списку використаних джерел, додатків.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис мартенівського виробництва

Залежно від способу подачі шихтових матеріалів мартенівські цехи поділяються на два типи: з рельсовою подачею шихти та з подачею за допомогою кранів. Більшість сталі у мартенівських цехах виробляється саме в цехах з рейковим способом подачі.

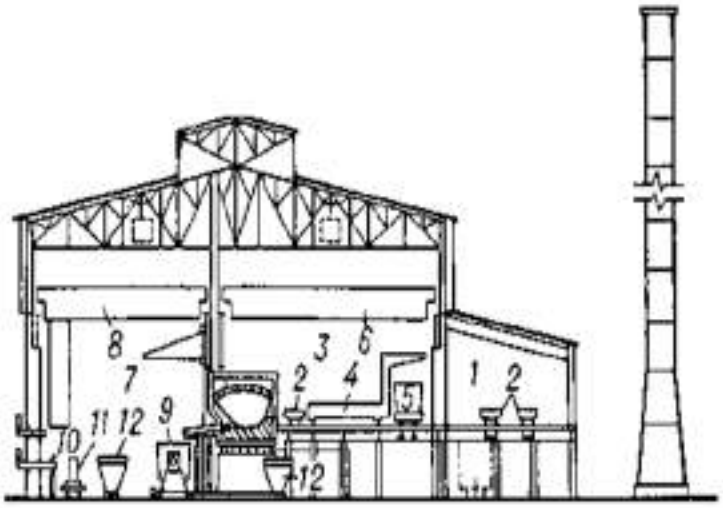
Сучасний мартенівський цех включає кілька основних відділень: шихтовий двір, міксерне відділення, головну будівлю, дільницю зняття злитків та дільницю підготовки виливниць. Шихтовий двір призначений для приймання й зберігання твердих шихтових і заправних матеріалів, що надходять у цех. Для їх завантаження і розвантаження використовуються мостові магнітні та грейферні крани. Шихта транспортується до печей у мульдах, які встановлюють на залізничні візки.

У міксерному відділенні розташовані два міксери для зберігання рідкого чавуну, що надходить з доменного цеху. До мартенівських печей чавун доставляється у спеціальних чугуновозних ковшах по залізничній колії. На підприємствах, де відсутнє міксерне відділення, чавун подається безпосередньо з доменного цеху у ковшах міксерного типу.

Головна будівля цеху складається з шихтового открилка, пічного і розливного прольотів. Шихтовий открилок, розташований на рівні робочої платформи печей, прилягає до пічного прольоту та забезпечує подачу шихти до печей.

У пічному прольоті розташовані самі мартенівські печі та пульти управління. Печі встановлені в один ряд уздовж центральних колон будівлі; пульти управління — з боку шихтового открилка. Робоча платформа цього прольоту розміщується на висоті 6—7 метрів від рівня підлоги цеху. На ній прокладено три залізничні колії: для транспортування шихтових мульд, для руху машини завалення та для доставки чавуну з міксерного відділення у

чугуновозних ковшах. Заливальні крани використовуються для подачі чавуну в печі.



1 — шихтовий открилок; 2 — залізничний склад з мульдами; 3 — пічний проліт; 4 — підлогова машина завалення; 5 — чугуновозний ківш; 6 — мостовий заливальний кран; 7 — розливний проліт; 8 — мостовий розливний кран; 9 — сталеразлівочний ківш; 10 — розливний майданчик; 11 — виливниці на залізничних візках; 12 — шлакові ковши

Рисунок 1.1 Мартенівський цех (поперечний розріз)

Розливний проліт безпосередньо прилягає до пічного і виконує ключові функції: приймання рідкої сталі з мартенівських печей, її розлив у виливниці та очищення шлаку, що утворюється під час процесу. З одного боку цього прольоту розміщені печі, а з іншого — вздовж стін — знаходяться розливні майданчики.

У розливному прольоті прокладено кілька залізничних колій: для подачі виливниць, прибирання шлаку, вивезення сміття та інших операцій. Тут також розміщені стенди для сталерозливних ковшів і шлакових чаш, сушарки для стопорів, ремонтні ями для обслуговування ковшів. Для виконання технологічних операцій встановлено розливні крани, а також консольно-поворотні крани, які обслуговують процес розливу сталі та жолоби для її випуску.

Відділення підготовки виливниць (або двір виливниць), зазвичай розміщене неподалік розливного прольоту, призначене для формування складів з виливницями, готовими до заповнення рідкою сталлю. У ньому є кілька залізничних колій, ділянки для підготовки нових прибуткових надставок, сушарки та пальники для підігріву виливниць, стелажі для складання центровок і печі для їх просушування. Також у відділенні працює кілька мостових кранів.

Продуктивність мартенівських цехів на металургійних підприємствах варіюється від 250 до 3000 тисяч тонн злитків на рік.

1.2 Опис технології отримання сталі у мартенівських печах

Сталь у мартенівських печах формують через окислювальне плавлення завантажених до печі залізовмісних речовин – чавуну, сталевого скрапу, залізняку та флюсів, внаслідок комплексних фізико-хімічних процесів взаємодії між металом, шлаком та газовим середовищем печі. Мартенівський процес, разом з іншими видами сталеливарного виробництва, є другим елементом загального виробничого циклу чорної металургії; два інші головні елементи – виплавлення чавуну у доменних печах та прокатування сталевих зливків або заготовок.

Завдяки численним перевагам, якими мартенівський процес виділявся серед інших способів масового отримання сталі (широка гнучкість та можливість використання за будь-яких обсягів виробництва; менш вимогливі умови до вихідних матеріалів; відносна легкість контролю та управління ходом плавки; висока якість та різноманіття виплавленої сталі; порівняно невисока вартість переділу), у середині XX століття цим методом вироблялося приблизно 80% виробленої у світі сталі. Але у зв'язку зі стрімким розвитком конвертерного виробництва, зведення мартенівських цехів практично припинилося; відносний обсяг мартенівської сталі постійно скорочується.

Мартенівська піч належить до категорії відбивних печей. Ванна, в якій відбувається плавка, викладена вогнетривкою цеглою. Пальним матеріалом у

мартені є газ. Раніше використовували мікс доменного і коксового газів. В останні роки все частіше застосовується природний горючий газ. 1800-2000 ° С. Така температура забезпечує цілковите розплавлення металу.

Для завантаження сировини у передній стіні мартенівської печі є завалочні вікна, які закриваються товстими сталевими засувками.

Робота у мартенівській печі відбувається у кілька фаз. Спочатку в піч завантажують холодні матеріали (шихту) - металевий брухт, руду, вапно. Їх насипають у сталеві контейнери — мульди. Завалочна машина своїм довгим механізмом захоплює мульду, вносить через вікно завалки в піч, перевертає, висипаючи вміст. Коли завантаження завершено, опускають заслінки над вікнами і в піч подають максимальну кількість газу та повітря, щоб брухт та інші матеріали швидко прогрілися та розплавилися. Після цього до печей підвозять ковші з доменним чавуном. Його доставляють з міксера — великого резервуару, куди зливають чавун із домен для зберігання його в рідкому вигляді. Мостовий кран по черзі піднімає ковші, нахиляє їх, і по спеціальному жолобу чавун виливається в піч.

Виплавка сталі триває багато годин. За цей час сталевар кілька разів довгою металевою «ложкою» зачерпує з печі трохи металу та відправляє його в цехову експрес-лабораторію, звідки сталевару повідомляють, скільки в металі вуглецю, марганцю, кремнію, сірки, фосфору та інших елементів. Сталевар одразу додає в піч відсутні речовини, щоб досягти необхідного хімічного складу сталі.

На останньому етапі відбувається рафінування сталі (очищення її від шкідливих домішок) та розкислення – видалення з металу кисню. Для цього у ванну додають розкислювачі – феросиліцій, феромарганець, алюміній.

В кінці 20 століття у нашій країні створено двованні печі. Вони застосовують не повітря, а чистий кисень. Це дає таку велику кількість тепла, що дозволяє двованним печам обходитися без регенераторів.

Продуктивність двованних печей у 2-4 рази вища, ніж однованних, а витрати палива в 10-15 разів менші.

1.3 Опис механічного устаткування для завантаження металургійних печей

Машини для завантаження печей називають завалювальні машини. Вони діляться на кранові завалювальні машини та підлогові. Останні в свою чергу на машини на рейковому ходу та на колісному ходу (безрейкові).

Завалювальна машина на колісному ходу найчастіше застосовують для завантаження мідеплавильних та феросплавних печей.

Безрейкова мульдозавалочна машина на колісному ходу конструкції ПКТІ (м. Дніпро), показана на рисунку 1.1. Переваги таких машин - малі габарити і 2маса, велика маневреність і те, що вони, пересуваючись по робочому майданчику, не заважають роботі кранів завалочного пічного прольоту.

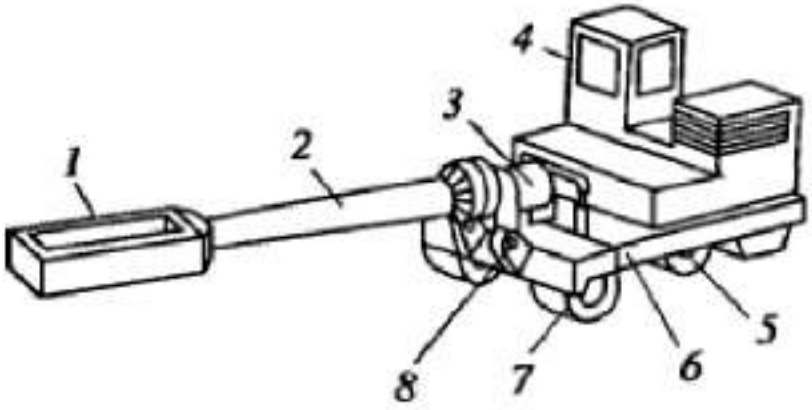


Рисунок 1.2 Безрейкова машина завантаження металургійних печей

Несуча рама машини 6 спирається на два непривідних передніх колеса 7 і приводну пару коліс 5; колеса мають гумові литі шини. Хобот 2, що утримує мульду 1, закріплений в рамі 3, що хитається, яка спирається на раму 6 машини через шарнір 8. Це дозволяє качати хобот навколо осі шарніра 8. На несучій рамі розташовані кабіна 4 управління, дизельний двигун внутрішнього згоряння, механізм обертання хобота, замикання мульди, пересування та повороту машини. Усі механізми машини мають гідравлічні приводи, до яких робоча рідина подається від насосної станції, що працює від дизельного двигуна.

Криволінійний рух машини утворюють поворотом задньої пари ходових коліс.

Завантажувальна машина Dango&Dienenthal CHM200-D (рис. 1.3) призначена для завантаження шихти у мідеплавильні печі. Конструктивні та технологічні особливості машини забезпечують мобільність, високу маневреність та надійність використання в цехах металургійного виробництва – в умовах підвищених температур, у загазованому середовищі з підвищеним вмістом пилу у повітрі. Для підвищення маневреності на задній осі завалки застосований міст приводних керованих коліс[1].



Рисунок 1.3 Машина завантаження печей Dango&Dienenthal CHM200-D

Машина обладнана вилами для захоплення мульди, механізмом повороту та обертання хобота, до кінця якого кріпляться вила. Вила зі злитком чорнової міді або з мульдою, заповненою мідною шихтою, можуть повертатися хоботом на 360 градусів, механізм підйому піднімає та опускає хобот. Усі функції машини виконують гідроприводи, керує якими водій із кабіни.

Машина мульдозавалювальна ММЕ - 3М-1 (рис. 1.4) призначена для

роботи у електросталеплавильних цехах металургійних підприємств. Основне її призначення: транспортування мульд з феросплавами для установки їх в нагрівальну піч, а також транспортування мульд з нагрітими феросплавами для завантаження їх в електросталеплавильну піч.



Рисунок 1.4 Машина мульдозавалювальна моделі ММЕ - 3М-1

Машина може бути використана при: зриві настилів з порогів печі; розрівнюванні скрапу в печі після його завалки; транспортування різних вантажів вагою не більше 3,0 т.

Кранові мульдозавалювальні машини для завантаження матеріалів у піч через робоче вікно мульдами широко використовуються в цехах старої будівлі. Такі кранові машини (рис. 1.5) пересуваються вздовж пічного прольоту тими ж підкрановими шляхами, що й завалочні крани, тобто по коліях, закріплених на колонах 4, що обмежують пічний проліт. Машина включає міст 3, яким переміщуються два візки — головна 2 і допоміжна 1, обладнана підйомним механізмом з гаком. На головному візку змонтована шахта 5, що є опорою для колони 6, механізми підйому і обертання колони 6 разом із закріпленою на ній кабіною 7. У кабіні розміщені опори хобота 8 з механізмами його гойдання і обертання. Мульду 9 захоплюють хоботом, з механізмом її замикання.

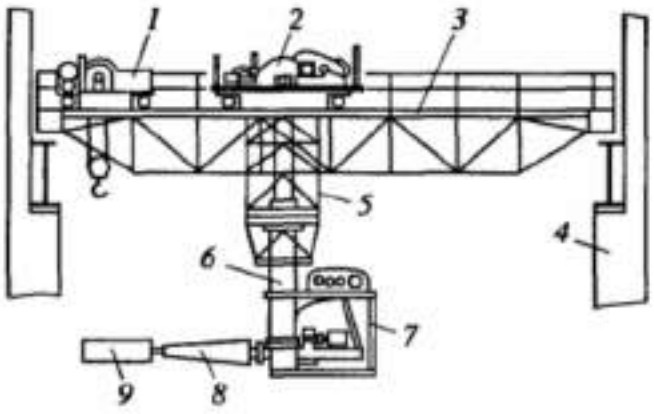


Рисунок 1.5 Кранова мульдозавалювальна машина

Міст кранової мульдозавантажувальної машини, механізм пересування мосту, допоміжний візок та механізм пересування головного візка аналогічні відповідним вузлам та механізмам крана загального призначення. Особливістю мульдозавантажувальної машини є роздільне розташування рейкових колій, якими переміщуються візки, та наявність колони з розташованими на ній механізмами.

Рейки допоміжного візка розташовані таким чином, що він може переміщатися незалежно від положення головного візка. Головний візок забезпечений вертикальною колоною, що повертається, на нижньому кінці якої укріплена платформа з розташованими на ній механізмами і апаратурою управління краном.

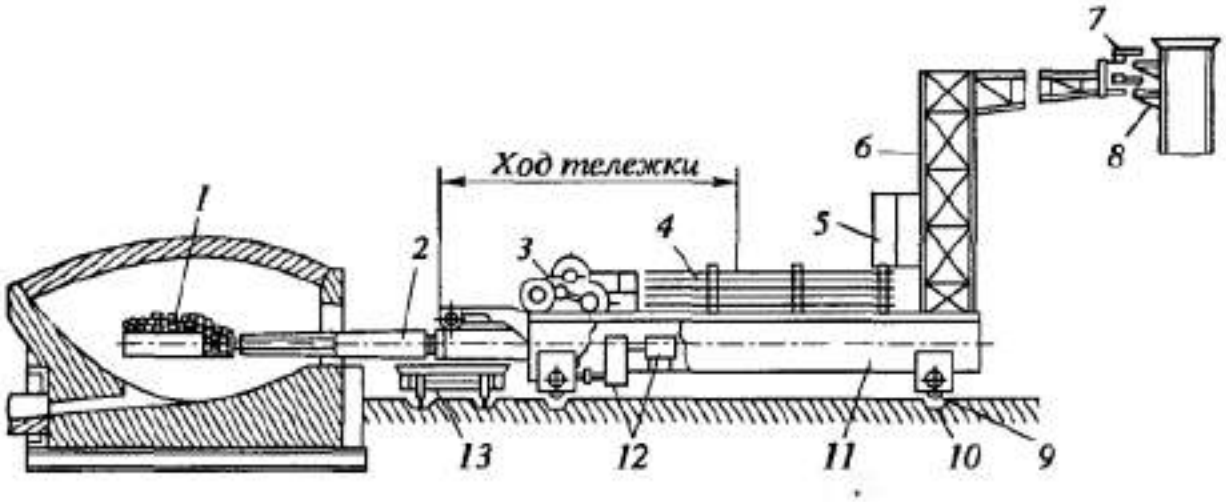
Механізм підйому і опускання колони обладнано поліспастом, у якому замість каната застосований пластинчастий ланцюг. Як рухливим блоком поліспасту служать зірочки, що вільно обертаються. Підйом колони відбувається шляхом натягу пластинчастого ланцюга зірочкою, яка рухається електродвигуном через редуктор. Опускається колона під впливом своєї ваги. Гойдання хобота на осі проводиться спеціальним механізмом, що нерухомо встановлено на колоні крана. Рух від редуктора цього механізму передається хоботу через ексцентрикові пальці та тяги. При необхідності розвантажити мульду її перекидають за допомогою механізму повороту хобота.

Механізм повороту колони кранової мульдозавантажувальної машини

змонтований на головному візку. Робота цього механізму відбувається в такий спосіб. Двигун через редуктор передає рухи конічній шестірні, яка знаходиться в зачепленні з шестернею, що вільно сидить на валу. Обертання від шестірні передається валу силою тертя між шестірнею і конусом фрикційного диска. Розмір цих сил залежить від натискання пружини, яке регулюється гайками. При надмірному навантаженні на валу конус фрикційного диска прослизає у виточці шестірні, попереджаючи поломку механізму. Вал обертає укріплену на ньому шестірню і велику шестерню, що знаходиться в зачепленні з нею, яка вільно насаджена на квадратну частину колони крана; вільна посадка шестерні дозволяє їй зміщуватися щодо колони при опусканні та підйомі колони, забезпечуючи водночас передачу обертання.

Механізм пересування мосту та механізми пересування візків мульдозавалочної машини кранового типу влаштовані так само, як улаштовані ці механізми у мостового крана загального призначення.

Підлогові рейкові мульдозавалювальні машини (рис. 1.6) призначені для завантаження в піч твердих шихтових матеріалів за допомогою мульд. Мульди з шихтою машина піднімає з візків мульдового складу, який на початок завантаження подають на рейковий шлях, прокладений уздовж печей.



1 – мульда, 2 – хобот, 3 – візок, 4 – тролеї, 5 – шток, 6 – портал, 7 – струмознімачі, 8 – стаціонарні тролеї, 9 – чотири ходові колеса, 10 – рейки, 11 – міст, 12 – окремий механізм пересування, 13 – візок для мульд

Рисунок 1.6 Рейкова підлогова завалювальна машина

На рисунку 1.6 показана машина вантажопідйомністю 15т в момент завантаження шихти в піч. Основою машини є міст 11, що переміщається на чотирьох ходових колесах 9 по рейках 10 ширококолійного шляху вздовж печей; для кожного колеса передбачено окремий механізм пересування 12.

По мосту в поперечному напрямку переміщається візок 3, на якому змонтовані хобот 2 та механізми: захоплення мульди 1 , обертання хобота, хитання (підйому та опускання) хобота, пересування візка. Закріплений на мосту портал 6 несе струмознімачі 7, що забезпечують електроживлення машини від стаціонарних тролей 8. Тролеї 4 служать для підведення живлення до механізмів візка.

Кабіну машиніста раніше розміщували на візку; у сучасних машин кабіна встановлена стаціонарно на спеціальному порталі мосту машини, що забезпечує найкращі умови праці машиніста. При завантаженні шихти, хоботом захоплюють мульду, що стоїть на візку 13, піднімають мульду і рухом візка вліво вводять мульду через робоче вікно в піч, після чого обертанням хобота її перекидають, висипаючи матеріал у пічь.

1.4 Недоліки роботи обладнання мартенівського цеху та напрямки їх усунення

Металургійні заводи ЄС перейшли на конвертерний або електросталеплавильний спосіб виплавки сталі із внепічною обробкою. На основних металургійних підприємствах уся сталь розливається на МНЛЗ.

Одним з основних недоліків на комбінаті є мартенівський цех, де виробництво сталі, проводиться мартенівським способом. Це пов'язано заступними факторами:

- висока витрата газу – до 85кг/т;

- відсутність засобів поза пічної обробки і як наслідок - обмежений марочний сортамент;

- розливання в злитки (низька якість і висока витрата металу на прокат).

На даний час стратегія технічне переобладнання комбінату - корінна реконструкція сталеплавильного виробництва з будівництвом комплексу ККЦ, із впровадженням засобів поза пічною обробкою й перехід на безперервне розливання. Розроблене ТЭО реконструкції, а також технічне завдання на поставку устаткування. Ведуться переговори з 4-ма фірмами («Siemens-vai», «Danieli», «SMS Demag», «JP Steel Plantech Co»).

Однак слід зазначити, що машини завантаження металургійних печей застосовуються не тільки у мартенівському виробництві. Тому удосконалення конструкції машини завантаження металургійних печей дозволить поліпшити виробничі показники інших сталеплавильних виробництв.

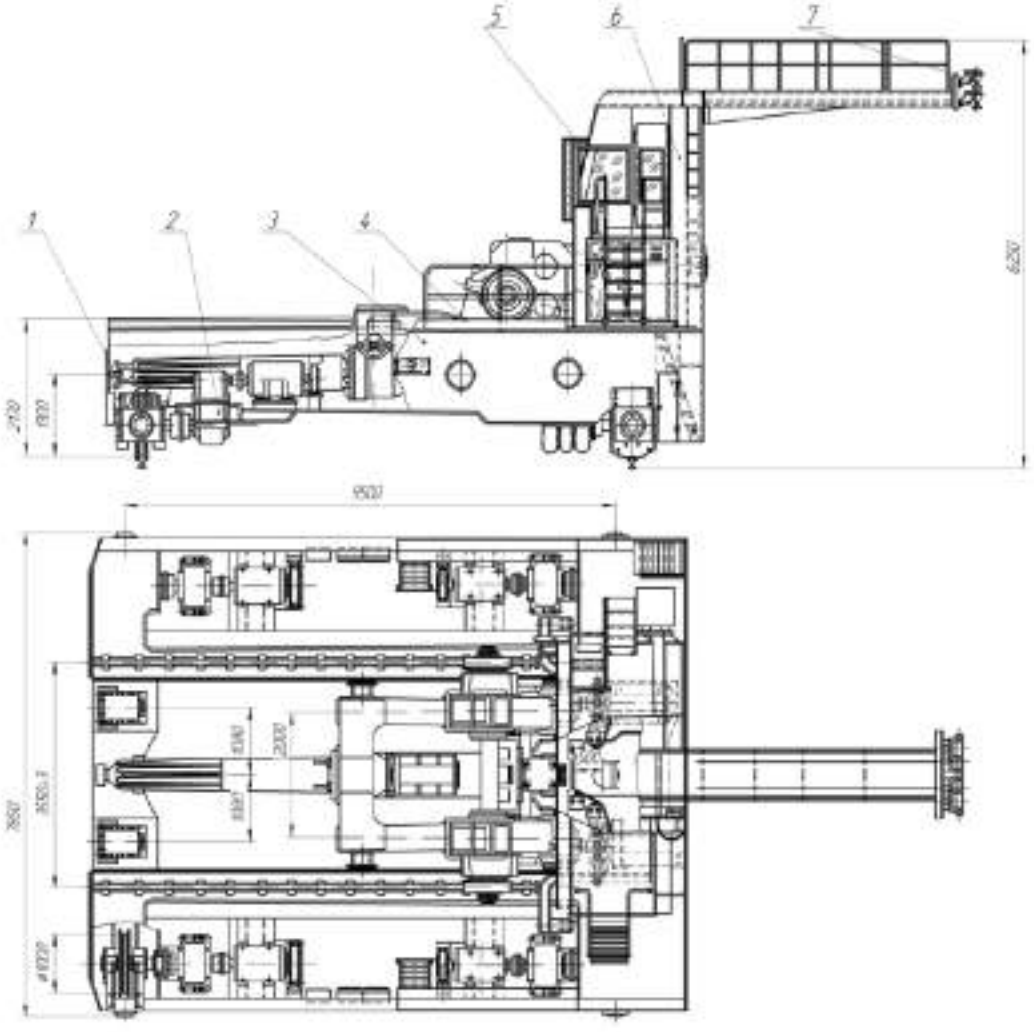
Одним із недоліків рейкової підлогової завантажувальної машини є низька надійність механізму переміщення візка. Це обумовлено наявністю зазорів між колесами, рейками та контррейками, а також значними динамічними навантаженнями, які виникають під час взаємодії опорних коліс із рейковим шляхом під час вивантаження мульди.

Для усунення вищеозначених недоліків у наступних розділах проведені відповідні розрахунки та запропоновано шляхи їх усунення.

2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Огляд конструкції машини завантаження мартенівських печей

Машина для завантаження мартенівських печей має такі складники: механізм пересування машини, механізм переміщення візка, механізм обертання хобота, механізм затискання мульди, механізм гойдання. Підхоплення та піднімання наповненої мульди, а також встановлення порожньої мульди на візок забезпечуються завдяки роботі механізмів гойдання хобота і замикання мульди.



1 - хобот; 2 - механізм пересування; 3 – міст машини; 4 - завантажувальний візок; 5 - кабіна машиніста; 6 - портал; 7 – слекто струмознімач

Рисунок 2.1 Машина завантаження мартенівських печей

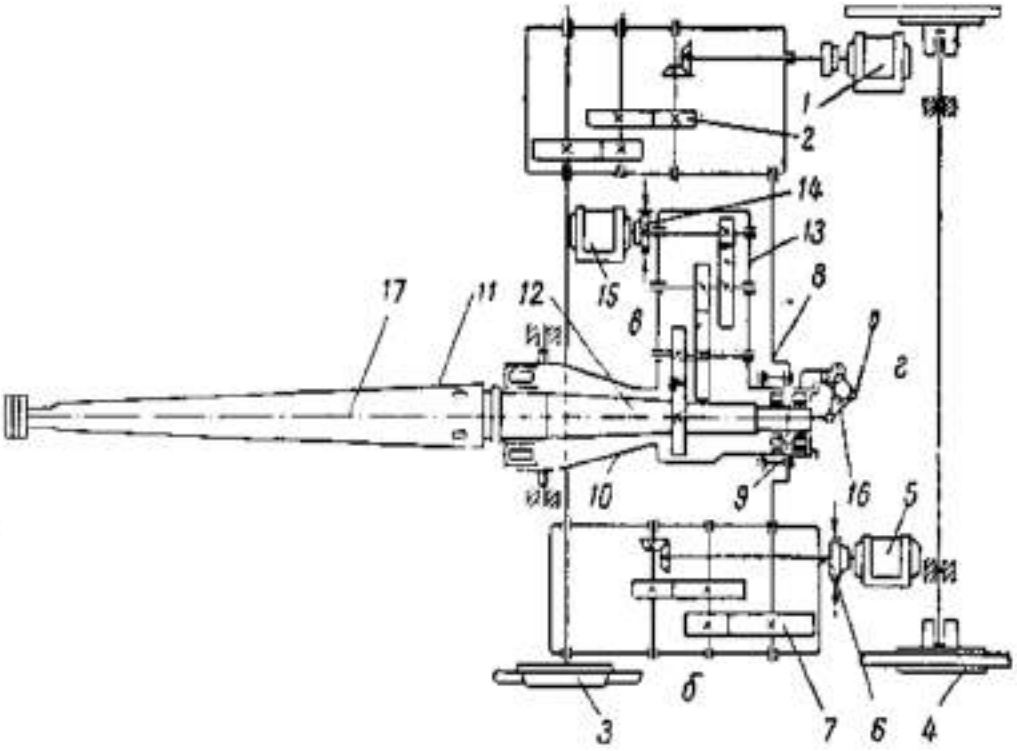
Переміщення заповненої мульди до печі, а також її вивантаження з печі здійснюється механізмом руху візка. Процедури перекидання та вивантаження мульди у самій печі забезпечуються механізмами обертання хобота та хитання. Завантажувальна машина пересувається по рейках вздовж передньої частини печей завдяки двом симетрично встановленим приводам [6].

Міст завантажувальної машини сконструйований шляхом зварювання і складається з двох основних ходових балок коробчастого перерізу, двох кінцевих балок та порталу струмоприймача. Основні та кінцеві балки з'єднуються між собою болтами та заклепками. Висота порталу розраховується з врахуванням можливості проходження під ним рухомого поїзда. Однією з найважливіших вимог до конструкції моста є гарантування високої жорсткості та міцності.

Міст тримається на чотирьох привідних ходових колесах через висувні роликові букси, які вмонтовані в кінцеві балки. На основних ходових балках моста розміщено рейки, по яких рухається візок машини з кабіною машиніста. По обидва боки моста вздовж основних балок розташовані чотири однакові механізми пересування машини. На кінцевих балках моста змонтовано по два буфери для обмеження руху візка. З кожного боку моста також передбачено по два пружинні буфери. Міст підлогової завантажувальної машини рухається по рейках з опуклою головкою.

Особливістю конструкції візка є пристрій його ходової частини. Ходові колеса візка ковзають рейками, що розташовані на різних рівнях на мосту. Передній приводний скат спирається на верхні рейки; ходові колеса однобортові діаметром 1000 мм, ширина колії 3650 мм. Задній (не приводний) скат рухається між двома парами рейок – верхніми та нижніми; колеса без реборд. Ширина колії 3390 мм. Така схема опорно-ходової частини візка використовується для утримання візка від перекидання навколо осі передніх коліс під впливом ваги навантаженої мульди.

Механізм пересування візка. Обертання переднім ходовим колесам візка передається від електродвигуна через конічно-циліндричний редуктор. Гальмо ТКП-400 механізму пересування візка працює в режимі екстреного гальмування. Котушка гальма завжди нормально увімкнена, і гальмо активується тільки при відсутності напруги. Гальмування привода під час роботи візка електричне й реалізується протиувімкненням [5].



1 - електродвигун; 2 - чотириступінчастий конічно-циліндричний редуктор; 3 - передній скат; 4 - задний скат; б - механізм хитання хобота; 5 - електродвигун; 6 - гальмо; 7 - конічно- циліндричний редуктор; 5 - колінчатий вал; 9 - шатун; 10 - хитна рама; в - механізм обертання хобота; 11 - хобот; 12 - мундштук; 13 - триступінчастий редуктор; 14 - гальмо; 15 - електродвигун; 16 - стопорний механізм; 17 - шток

Рисунок. 2.2 Кінематична схема механізмів завантажувальної машини

Опори переднього ската з дворядними роликопідшипниками розташовані в гніздах редукторів механізмів пересування та гойдання хобота. Задні ходові колеса обертаються на нерухомій осі на роликопідшипниках.

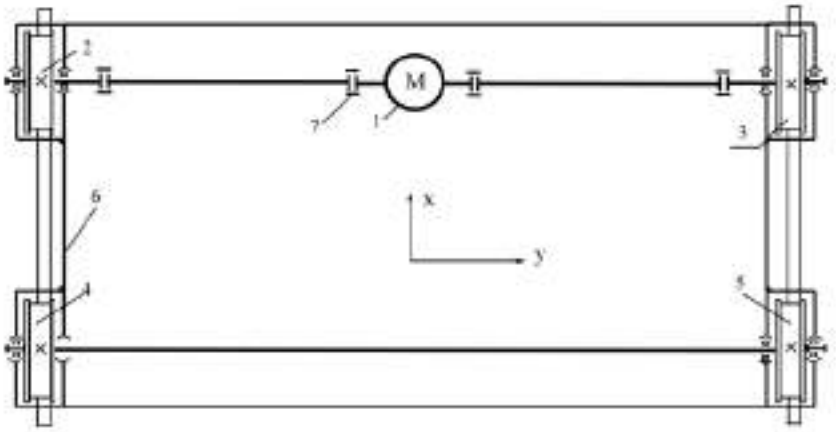
До передньої частини рами візка шарнірно підвішена лита рама гойдання хобота, всередині якої на роликопідшипниках змонтований мундштук. На мундштуку закріплено хобот. Задній кінець рами гойдання шарнірно з'єднаний з шатуном кривошипного механізму гойдання хобота із приводом. Обертання хобота забезпечує механізм, встановлений на хитній рамі. Мульду закріплюють на кінці хобота електричним механізмом замикання.

Під час переміщення потяга з мульдами візок завантажувальної машини відчуває значні бічні навантаження. Для передачі дії цих навантажень на поздовжні балки моста по обидва боки рами візка на двох рівнях передбачені пружинні роликові опори. В опорах валів механізмів завантажувальної машини встановлені підшипники кочення.

2.2. Огляд механізмів пересування завантажувальної машин

На рисунку 2.3 показана умовна кінематична схема механізму пересування чотириопорної рейкової машини з безпружинною ходовою частиною. Встановлена на жорсткій рамі пара 6 ведучих коліс 2 і 3, розташованих на одній осі обертання, мають груповий (центральний) привід від одного електродвигуна 1 через редуктори і трансмісійні вали (редуктори і вали на схемі не показані). Друга пара ходових коліс 4 і 5 може мати ідентичний незалежний привід або виконується без приводу. Теоретично передбачається, що діаметри коліс однакові, а геометричні осі обертання коліс збігаються зі своїми істинними центрами. Насправді ці припущення неправильні [8].

Наявність похибки геометричних параметрів при виготовленні та монтажі рами, а також нерівності шляху, призводить до того, що центральне вертикальне навантаження G розподіляється нерівномірно. За наявності чотирьох і більше опор вертикальне навантаження рівномірно розподілиться може лише за наявності абсолютної точності монтажу, однакових геометричних розмірах коліс та ідеально рівної рейкової колії, що практично виключено.



1 – електродвигун; 2,3,4,5 – ходові колеса; 6 – рама (кузов); 7 – муфта

Рисунок 2.3 Кінематична схема механізму пересування рейкової машини з груповим приводом ходових коліс

У деяких типах рейкових машин використовується механізм пересування з індивідуальним приводом ходових коліс, кінематична схема якого показана рисунок 2.4. Кожне колесо машини привідне, має свій незалежний привід, у зв'язку з чим конструкція трансмісії в цьому випадку компактніша, ніж у механізмі пересування з груповим приводом коліс. Однак, через наявність надлишкових зв'язків, механізму пересування, виконаному за такою схемою, будуть притаманні, в основному, ті ж недоліки опорного та ходового механізмів. При такій схемі пробуксовування коліс відбуватиметься навіть більш інтенсивно, ніж у механізмі з груповим приводом.

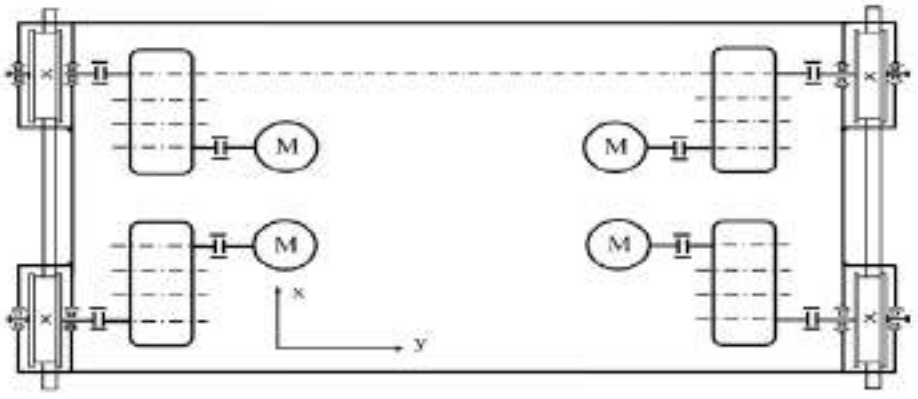


Рисунок 2.4 – Кінематична схема механізму пересування рейкової машини з індивідуальним приводом ходових коліс

Крім того, при експлуатації рейкових машин з індивідуальним приводом ходових коліс відзначається підвищена витрата електроенергії [12].

На рисунку 2.5 також показана кінематична схема механізму пересування з індивідуальним приводом ходових коліс. Дана схема приводу відрізняється від попередньої тим, що ротори електродвигунів приводів ходових коліс, однієї осі обертання, з'єднані загальними валами. Вали були встановлені з метою синхронізації обертання коліс та зменшення їх пробуксовування. Через наявність надлишкового фрикційного зв'язку та різниці діаметрів ходових коліс у приводі механізму пересування, а також різних характеристик електродвигунів у такій системі також виникатимуть великі динамічні навантаження, підвищена витрата електроенергії та перевантаження електродвигунів [12].

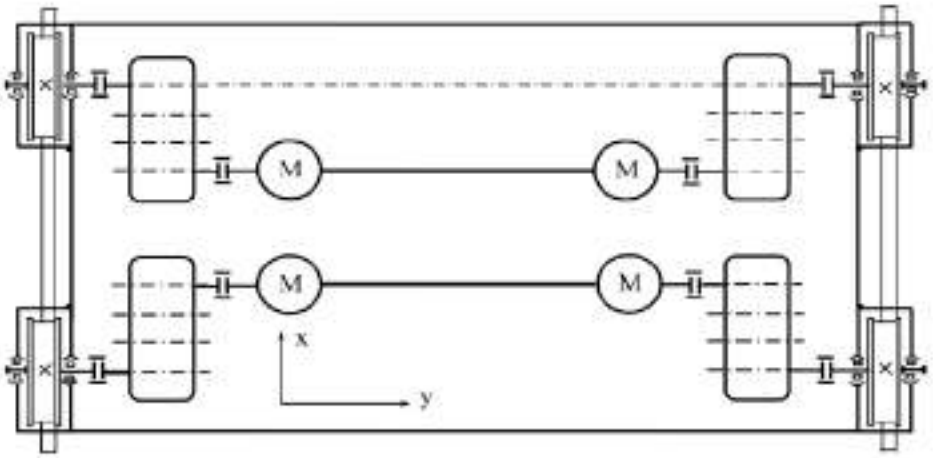
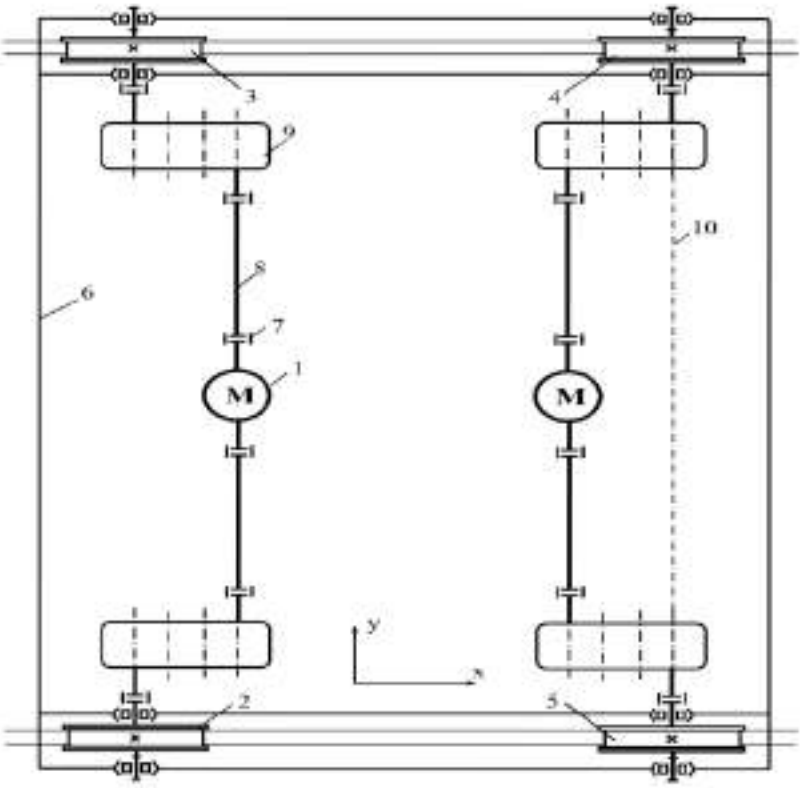


Рисунок 2.5 – Кінематична схема механізму пересування рейкової машини з індивідуальним приводом ходових коліс та загальним валом

З усіх типів вантажопідйомних та технологічних рейкових машин у найменш сприятливих умовах експлуатуються завалювальні машини сталеплавильних (мартенівських) цехів. Такі машини призначені для завантаження поданих мартенівських печей шихтою. У процесі роботи виконавчі механізми завалочних машин зазнають значних динамічних навантажень через консольне розташування вантажозахоплювального пристрою, статичної невизначеності механізмів пересування мосту та візка, а також інших причин.

Слід також відзначити високотемпературний режим, у якому працює робочий орган завалки.

Кінематична схема механізму пересування підлогової завантажувальної машини з груповим приводом ходових коліс показана на рисунку 2.6. Рама моста 6 за допомогою підшипників, без підресорування спирається на чотири ходові колеса 2, 3, 4 і 5, які наводяться в рух двома однаковими механізмами пересування. Привід кожного механізму включає електродвигун 1, зубчасті муфти 7, швидкохідні трансмісійні вали 8 і редуктори 9.

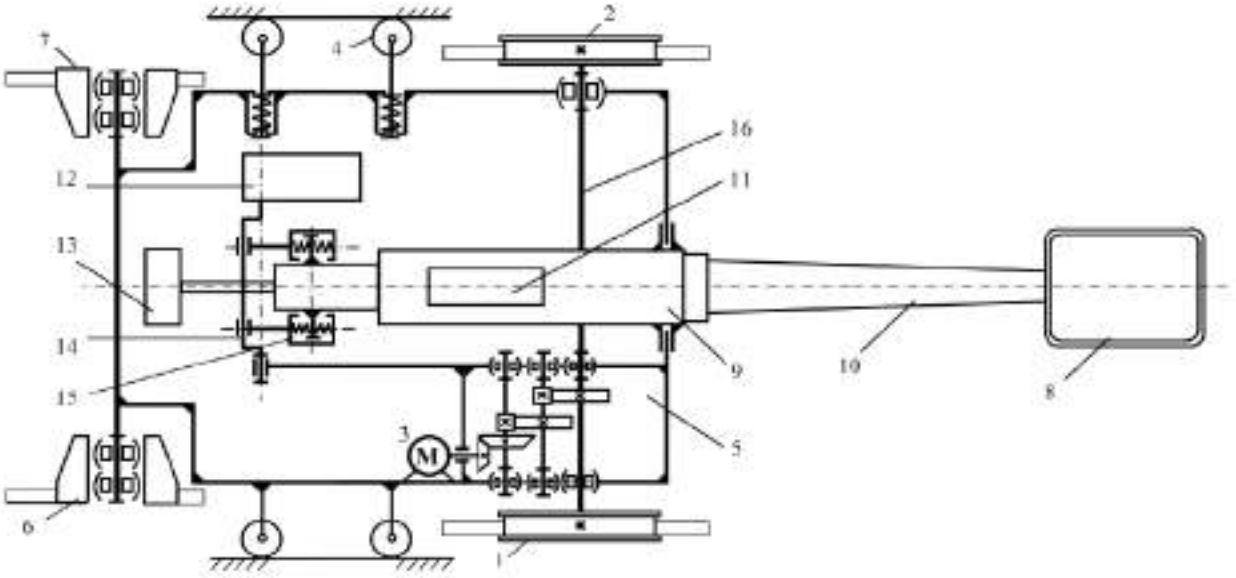


1 – електродвигун; 2, 3, 4, 5 – ходові колеса; 6 – рама (кузов); 7 – муфта; 8 – швидкохідний вал; 9 – редуктор; 10 – вісь обертання ходових коліс

Рисунок 2.6 Кінематична схема механізму пересування рейкової підлогової завантажувальної машини з груповим приводом ходових коліс

На рисунку 2.7 показана кінематична схема візка підлогової машини. Ходова частина візка складається з двох пар коліс, що пересуваються рейками, зафіксованим на різних рівнях балок мосту. Передня приводна пара ходових

коліс 1 та 2 отримує обертання від електродвигуна 3 через редуктор 5. Задня пара коліс – непривідна. Колеса цієї пари 6 і 7, що виконують лише опорні функції, вільно обертаються на осях, закріплених на рамі візка, та переміщуються кожне між парою рейок – верхньою та нижньою. Рейки встановлені на мосту машини з невеликим конструктивним зазором по відношенню до циліндра кочення колеса, необхідним для запобігання заклиненню коліс. Подібна конструкція ходової частини виконана для запобігання перекиданню візка навколо осі передніх коліс при підйомі та транспортуванні навантаженої мульди.



1,2 – привідні колеса, 3- електродвигун, 4 - опорні ролики, 6, 7 – опорні колеса, 8 – мульда, 9- гойдаюча рама, 10 – хобот, 11- привід механізму обертання хобота, 12- привід механізму гойдання хобота, 13 – гідропривід механізму замикання мульди, 14- кривошип, 15- шатун, 16 - вал

Рисунок 2.7 Кінематична схема механізму переміщення візка сучасної завантажувальної машини

Для зниження негативного впливу цього явища з двох сторін рами візка встановлені ролики 4, причому з одного боку вони пружні.

2.3. Опис проекту модернізації

Одним із недоліків рейкової підлогової заантажувальної машини є низька надійність механізму переміщення візка. Це обумовлено наявністю зазорів між колесами, рейками та контррейками, а також значними динамічними навантаженнями, які виникають під час взаємодії опорних коліс із рейковим шляхом під час вивантаження мульди. Коливальний процес має найбільш руйнівну дію на деталі та вузли машини. Перші коливання виникнуть після відриву мульди від платформи. Другі коливання виникають при розвантаженні вмісту мульди у склепіння мартенівської печі при різкій зміні маси. Зміна будь-якого параметра (маса, жорсткість) у механічних системах з пружними ланками та зв'язками викликає інтенсивний процес, що призводять до руйнування деталей та втрати стійкості системи механізмів.

В даному випадку параметричне збудження коливань відбувається при ступінчастому зміни маси шихти (рисунок 2.8.) , що завантажується в піч. Вид подальших коливань визначає характер зміни маси, що розглядається далі.

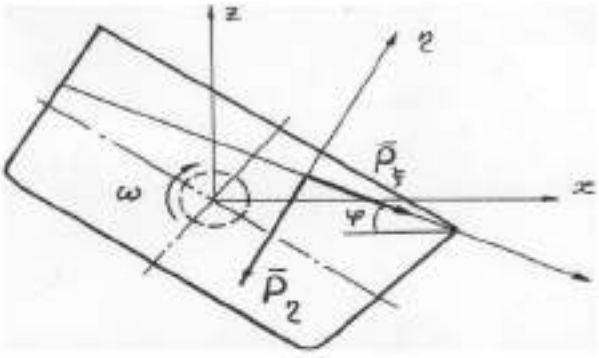
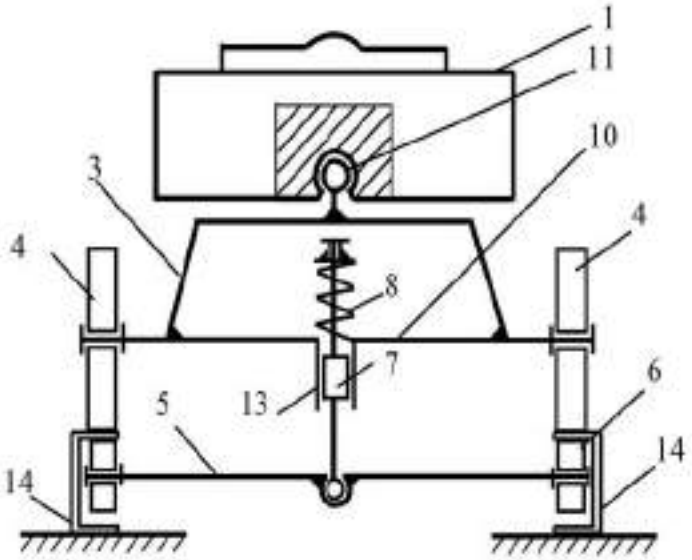


Рисунок 2.8 Схеми сил що виникають при зміні маси під час розвантаження шихти завантажувальною машиною

Для зменшення впливу коливань та ударних навантажень що передаються на раму та опори, пропонується раму візка мульдозавантажувальної машини з'єднати з ходовими колесами через шарнір та встановити пружину для підтиснення роликів і коліс рейок (рисунок 2.9) .



1 – основа; 3 – балансирний вузол; 4 – колесо візка; 5 – коромисло; 6 – ролик; 7 – плаваюча опора; 8 – пружина; 10 - рама балансирного візка; 11 – сферична голівка; 13 - вертикальна напрямна; 14 – рейковий шлях

Рисунок 2.9. Загальний вид візка завантажувальної машини з підпружиненими притискними роликами

Крім того, як і в інших подібних конструкціях, спостерігається нерівномірний розподіл вертикальних навантажень між колесами візка — як від технологічного процесу, так і від власної ваги машини.

З метою зменшення впливу вібрацій і ударних навантажень, які передаються на раму та опорні елементи, запропоновано з'єднувати раму візка з ходовими колесами через шарнірний вузол і встановлювати пружинний механізм для притискання роликів і коліс до рейок.

2.4 Визначення потужності двигуна механізму пересування завантажувальної машини

Механізм призначений для переміщення машини уздовж фронту печі. Кожне колесо має приводний привід, який складається з електродвигуна

послідовного збудження, циліндрового редуктора, встановленого на горизонтальних майданчиках моста і гальма ТПК. Колеса сполучені з редуктором, а редуктор з електродвигуном за допомогою зубчастих муфт. Кінематична схема приведена на рисунку 2.10.

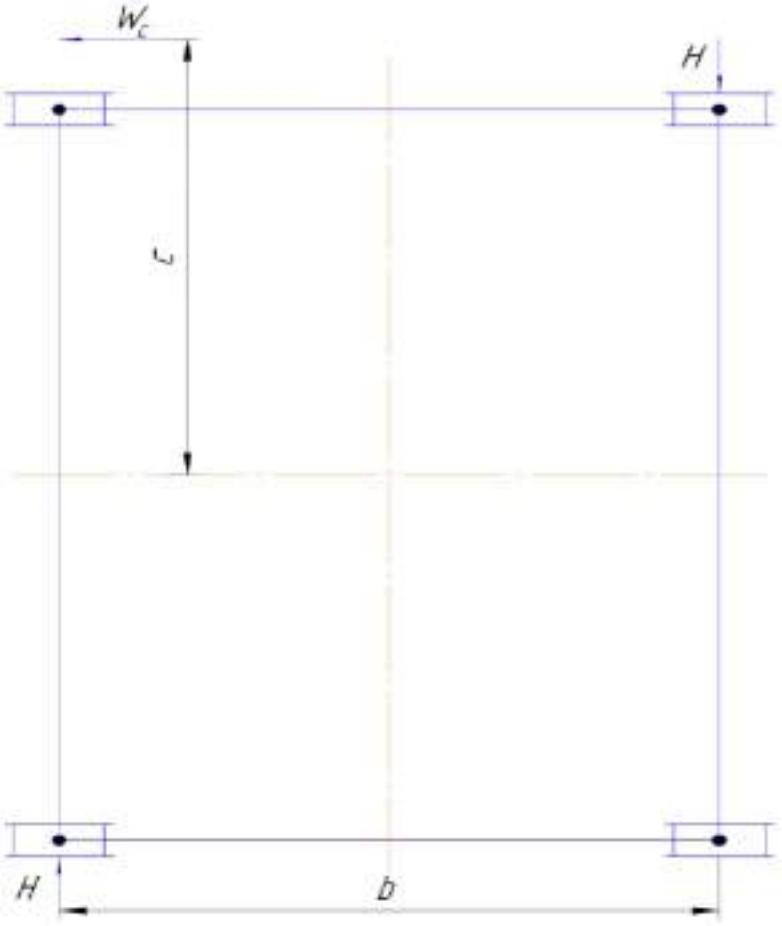


Рисунок 2.10 Кінематична схема переміщення підлогової завантажувальної машини

Приводи коліс розміщені уздовж головних балок моста, попарно з кожного боку.

Послідовне включення двох двигунів для передніх і задніх коліс, дозволяє використовувати по одному комплекту пускорегулюючої апаратури на кожну пару двигунів.

Регулювання швидкості двох послідовно сполучених двигунів здійснюється також як регулювання швидкості одного двигуна.

Таблиця 2.1 Технічна характеристика завантажувальної машини

Параметри	Значення
Проліт моста (ширина колії),мм	8500
Швидкість, м/хв:	
руху машини	100
руху візка	100
хитання хобота у хвилину	16
обертання хобота, об/хв.	40
Відстань від підлоги до осі хобота, мм	1300
Виліт хобота від передньої рейки, мм	7100
База машини, мм	6080
Ширина машини по буферам, мм	7850
Вага машини, тон	138
Вага переміщуваного потяга, тон	300
Електродвигуни	
Механізм ходу машини:	
тип	Д808
потужність, кВт	37
швидкість обертання, об/хв.	525
Механізм ходу візка:	
Тип	Д810
потужність, кВт	55
швидкість обертання, об/хв.	500

Розраховуємо статичну потужність електродвигунів механізму пересування завантажувальної машини:

$$P_{ст} = \frac{W_{пер.м} \cdot V_{пер}}{\eta}, \qquad (2.1)$$

де $W_{пер.м}$ – опір переміщенню завантажувальної машини, $W_{пер.м} = 17400$ Н;

$V_{пер}$ - стала швидкість машини, $V_{пер}$ = 1,66 м/с;

η – КПД передавального механізму, η = 0,94.

Загальний опір пересуванню машини:

$$W_{пер.м} = W_{пер} + W_{укл}, \quad (2.2)$$

де $W_{тер}$ – опір переміщенню від тертя;

$W_{укл}$ – опір переміщенню від кута путі.

Опір тертю при русі моста по рейковому шляху завантаженої машини:

$$W_{пер} = (G + G_{м})(\frac{fd + 2k}{D})k_{р}, \quad (2.3)$$

$$W_{пер} = (100 + 1380)(\frac{22 \cdot 0,015 + 2 \cdot 0,12}{100}) = 15580\,H$$

де $G_{м}$ – вага машині, $G_{м}$ = 1380кН;

G – вага завантаженої мульди, G = 100кН;

f – коефіцієнт тертя у підшипниках, f = 0,015;

k – коефіцієнт тертя колеса об рейку, k = 1,2 мм;

d – діаметр шийок ходових коліс, d – 220 мм;

D – діаметр ходових коліс, D – 1000 мм;

$k_{р}$ – коефіцієнт, що враховує опір тертя реборд о рейку, $k_{р}$ = 1,8.

Опір тертю при русі моста по рейковому шляху розвантаженої машини:

$$W_{пороз} = G_{м}(\frac{fd + 2k}{D})k_{р}, \quad (2.4)$$

$$W_{пороз} = 1380(\frac{22 \cdot 0,015 + 2 \cdot 0,12}{100}) \cdot 1,8 = 14160\ H.$$

Опір пересуванню машини від кута шляху:

$$W_{у} = (G + G_{м})i_{у}, \quad (2.5)$$

де $i_{у}$ – кут шляху, $i_{у}$ = 0,0015.

$$W_{у} = (100 + 1380)0,0015 = 2220\,H$$

Підставивши данні у формулу (2.2) отримаємо:

$$W_{пер.м} = 15,18 + 2,22 = 17400\,H.$$

Статична потужність приводу:

$$P_{сп} = \frac{W_{пари} V_{пф}}{\eta}, \qquad (2.6)$$

$$P_{сп} = \frac{17,4 \cdot 1,66}{0,94} = 30,2 кВт.$$

Найбільше навантаження в механізмі виникає під час переміщення складу з мульдами. При розрахунку коефіцієнтів опору пересуванню складу з мульдами необхідно брати до уваги стан рейкової колії робочого майданчика печі – наявність пилу, розмір доломіту, руди, шлаку та інших компонентів. Це створює додатковий опір, котрий враховується коефіцієнтом запасу:

$$\omega_C = C\omega, \qquad (2.7)$$

де ω – по експериментальним маним, ω = 6…8 Н/кН;

C – коефіцієнт запасу, C = 1,3…1,5.

$$\omega_c = 1,4 \cdot 7 = 9,8 Н / кН .$$

Визначимо коефіцієнт опору руху складу візків від сил інерції:

$$\omega = 0,11a, \qquad (2.8)$$

де a – середнє значення прискорення, a = 0,05…0,25 м/с^2.

$$\omega = 0,11 \cdot 0,2 = 0,022 м / с^2 .$$

Опір пересуванню на закругленнях шляху визначаємо по формулі:

$$W_k = G_c \frac{700}{R_з} (\frac{l_з}{l_c}), \qquad (2.9)$$

де $R_з$ - радіус закруглення шляху, $R_з$ = 55м;

$l_з$ - довжина криволінійної шляху, $l_з$ = 19м;

l_c - довжина складу з мульдами, l_c = 58м.

$$l_c = 12 \cdot 4,83 = 58 м ,$$

де 12 – кількість візків;

4,73 – довжина візків.

$$W_k = 5750 \frac{700}{55} (\frac{19}{58}) = 24000 kH$$

Опір пересуванню візків з мульдами:

$$W_C = G_C(\omega_c + \omega_H) + W_K, \qquad (2.10)$$

де G_c - вага мульдових візків, G_c = 5750 кН.

$$W_C = 5750(9{,}8 + 0{,}022) + 24000 = 80500 кН$$

Опору пересуванню однієї машини при штовханні мульдових візків без врахування тертя в ребордах:

$$W_u = G_u(\frac{fd + 2k}{D} + i_y), \qquad (2.11)$$

$$W_u = 1380(\frac{0{,}015 \cdot 22 + 2 \cdot 0{,}12}{100} + 0{,}0015) = 10900 H.$$

При пересуванні складу візків з мульдою до хобота завантажувальної машини прикладається зусилля W_C. Поворотний момент, що створюється W_c відносно вертикальної осі машини. Під дією цього моменту можливий перекіс машини з появою горизонтальних реакцій Н, прикладених до ребер ходових коліс.

З рівності моментів знаходимо:

$$W_c C = H_e, \qquad (2.12)$$

Отримаємо:

$$H = \frac{W_C C}{e},$$

$$H = \frac{80500 \cdot 6}{6{,}21} = 77800 кН.$$

Додаткові сили опору пересування машини від горизонтальних зусиль:

$$W_z = 2Hf, \qquad (2.13)$$

де f - коефіцієнт ковзання між ребордою і рейкою, f = 0,15.

$$W_z = 2 \cdot 77800 \cdot 0{,}15 = 234400 кН.$$

Сумарний статичний опір, які долає механізм пересування завантажувальної машини при штовханні мульд:

$$W_{об} = W_C + W_M + W_Г, \qquad (2.14)$$

$$W_{об} = 80500 + 10{,}9 + 23440 = 103950 кН$$

Швидкість пересування візків приймаємо менше, ніж номінальна швидкість пересування завантажувальної машини:

$$v_c = 0.7v,$$

$$v_c = 0,7 \cdot 1,66 = 1,16 м/с$$

Частота обертання двигуна:

$$\omega = \frac{V_{пер} V_р}{R_к}, \quad (2.15)$$

де $V_{пер}$ - стала швидкість машини, $V_{пер}$ = 1,66 м/с;

$V_р$ - передавальне число редуктора, $V_р$ = 30;

$R_к$ – радіус колеса машини, $R_к$ = 500 мм.

$$\omega = \frac{1,66 \cdot 30}{0,5} = 99,6 с^{-1}.$$

Статичний момент двигуна ненавантаженої машини:

$$M_{хх} = \frac{W_{об} D_к}{4 \eta V_р}, \quad (2.16)$$

де $D_к$ – діаметр колеса, $D_к$ = 1000 мм.

$$M_{хх} = \frac{103950 \cdot 1}{4 \cdot 0,94 \cdot 30} = 921,5 кНм.$$

Статичний момент двигуна розвантаженої машини:

$$M_{ср} = \frac{W_{підйом} D_к}{4 \eta V_р}, \quad (2.17)$$

$$M_{ср} = \frac{14,16 \cdot 10^3 \cdot 1}{4 \cdot 0,94 \cdot 30} = 1,25 кНм$$

Динамічний момент приводу навантажений під час розгону:

$$M_{дин} = I \frac{\omega}{t_р}, \quad (2.18)$$

де $t_р$ – час розгону навантаженої машини, $t_р$ = 13с;

I – момент інерції приводу;

$$I = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3, \quad (2.19)$$

де I_1 – момент інерції гальмівного шківа, муфти та якоря двигуна, I_1 = 48,54 кгм^2;

I_2 – момент інерції циліндричної передачі приведений до вала двигуна, I_2 = 6,46 кгм^2;

I_3 – момент інерції колес моста приведений до валу двигуна, $I_3 = 5{,}23$ кгм^2.

$$I = 48.54 + 6.46 + 5.23 = 60.23 кгм^2$$

Підставивши отримані дані в формулу (2.20) отримаємо:

$$M_{дин} = 60.23\frac{99{,}6}{13} = 461 Нм$$

Динамічний момент приводу навантажений під час гальмування:

$$M_{дин2} = I\frac{\omega}{t_г}, \qquad (2.20)$$

де $t_г$ – час гальмування, $t_г = 30$ с.

$$M_{дин2} = 60.23\frac{99{,}6}{30} = 200 Нм$$

Динамічний момент приводу розвантаженої машини під час розгону:

$$M_{дин3} = I\frac{\omega}{t_р}, \qquad (2.21)$$

де $t_р$ – час розгону розвантаженої машини, $t_р = 9$ с;

$$M_{дин3} = 60.23\frac{99{,}6}{9} = 666 Нм$$

Динамічний момент приводу розвантаженої машини під час гальмування:

$$M_{дин4} = I\frac{\omega}{t_г}, \qquad (2.22)$$

де $t_г$ – час гальмування, $t_г = 6$ с;

$$M_{дин4} = 60.23\frac{99{,}6}{6} = 1000 Нм.$$

За результатами проведених розрахунків вибираємо чотири електродвигуна постійного струму типа Д808 потужністю 37 кВт, число обертів 525 об/хв., з номінальним струмом I = 170 А, тривалість включення ПВ = 40%.

Будуємо навантажувальну діаграму (рис. 2.11).

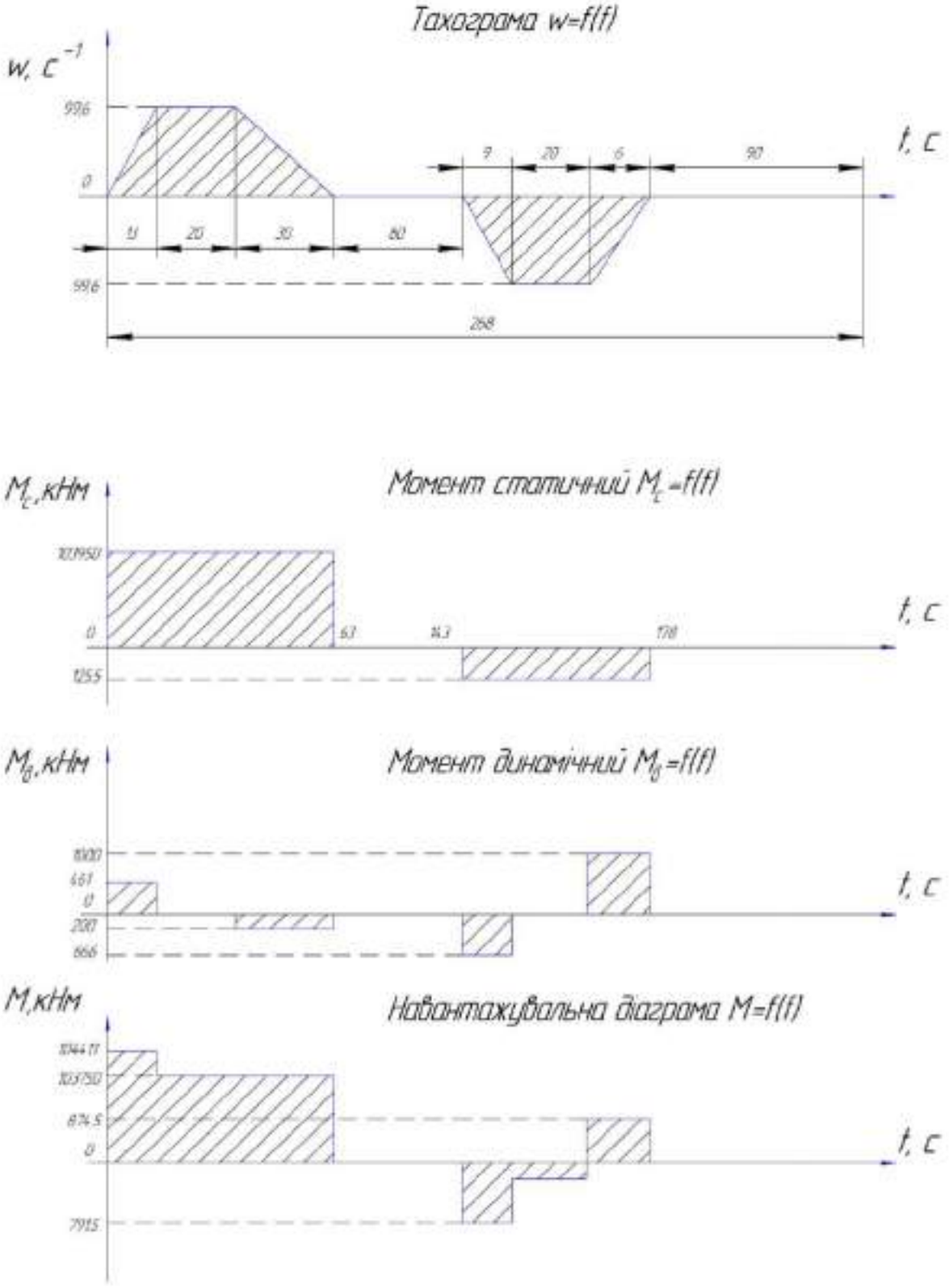


Рисунок 2.11 Навантажувальна діаграма

По діаграмі робимо висновок, що режим роботи повторно-короткочасний. Визначаємо тривалість включення:

$$ПВ_{ф} = \frac{\sum t_p}{\sum t_p + t_{пр}} 100\%, \quad (2.23)$$

$$ПВ_{ф} = \frac{13+20+30+9+6+20}{13+20+30+80+9+20+6+80} \cdot 100\% = 37{,}9\%$$

Визначаємо еквівалентний момент у період одного циклу:

$$M_E = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 t_i}{\sum t_i}}, \quad (2.24)$$

$$M_E = \sqrt{\frac{104411^2 \cdot 13 + 103.75^2 \cdot 50 + 791.5^2 \cdot 9 + 125.5^2 \cdot 20 + 874.5^2 \cdot 6}{13+50+9+20+6}} = 5857 Нм$$

Перевіримо двигун на перевантаження:

$$\frac{M_{max}}{M_E} = \frac{7010}{5857} = 1.19 < [\lambda] = 2.5, \quad (2.25)$$

Двигун задовольняє перевантаження.

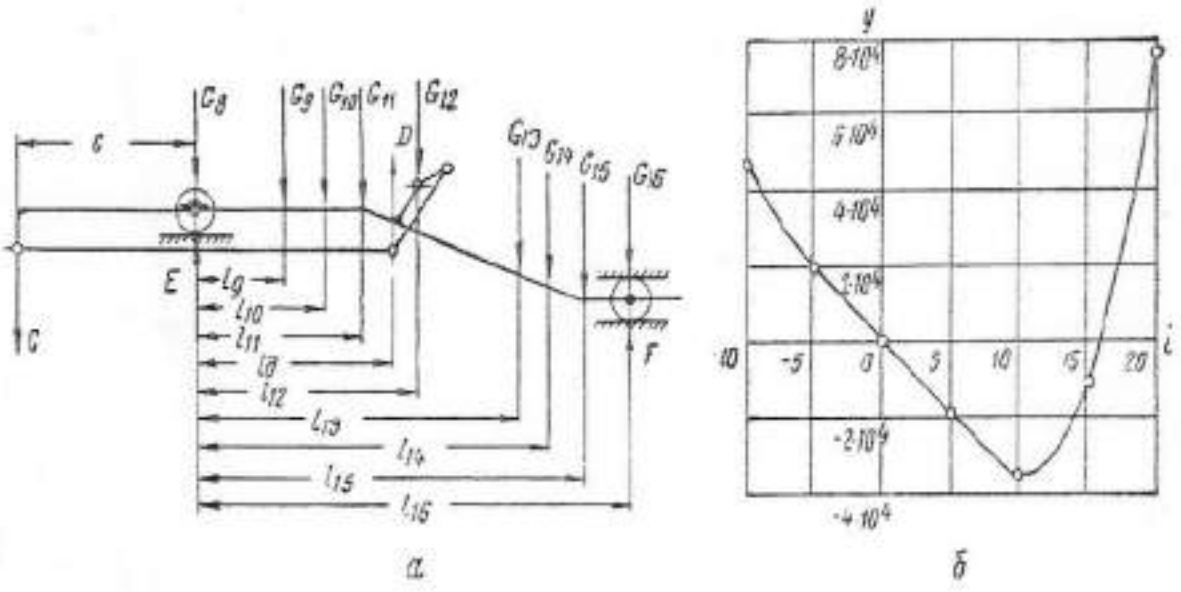
Як показали розрахунки, обраний двигун повністю підходить під режим роботи механізму переміщення завалочної машини.

2.5 Визначення потужності двигуна механізму пересування візка

Візок сприймає на себе такі навантаження (рис.2.3): реакції опор в шарнірі рами С, зусилля в шатуні гойдання хобота D (при навантаженій мульді С=526171Н; D=193630Н; при порожній мульді C_1=239500 Н; D_1=89000 Н) , вага переднього ската G_8 =52150 Н, вага редуктора механізму пересування візка G_9=73300 Н, вага рами візка G_{10}=209300 Н, вага редуктора механізму хитання хобота G_{11}=103600 Н, вага колінчастого вала G_{12}=17300 Н, вага кабіни і майданчики з електроустаткуванням G_{13}=93500 Н, вага електродвигуна, гальма і фундаментної плити механізму пересування візка G_{14}=31000Н, вага електродвигуна, гальма і фундаментної плити механізму хитання хобота G_{15}=47600 Н, вага заднього ската G_{16}=25250 Н. Тиск на передні Е і задні F колеса

візка визначаємо звичайним способом: складаємо рівняння моментів відносно кожної опори і прирівнюємо їх до нуля:

$\Sigma M_E = 0; \Sigma M_F = 0.$



а - схема дії сил; б- графік, побудований для визначення оптимального передавальнього числа

Рисунок 2.3 Розрахункова схема механізму пересування візка [5]

Тиск на колеса:

при навантаженій мульді:

E = 1480 кН; F = -315 кН.

при порожній мульді:

E = 950 кН; F = 870 кН.

З навантаженням в мульді реакція на задні колеса матиме від'ємний характер, що свідчить про відрив колеса від нижньої рейки. Тиск спрямований на верхню рейку. Силу, що долає опір руху через тертя ходових коліс, можна визначити за формулою (2.26).

для передніх коліс:

$$W'_{кр} = E(\frac{fd_1 + 2k_1}{D_1}) \cdot c = \\ = 1480 \cdot (\frac{0.015 \cdot 170 + 2 \cdot 0.0012}{800}) \cdot 1.8 = 8.499 кН \quad (2.26)$$

для задніх коліс візка:

$$W'_{пр} = F \cdot (\frac{fd_2 + 2k_2}{D_2}) \cdot c = \\ = 315 \cdot (\frac{0.015 \cdot 150 + 2 \cdot 0.01}{800}) \cdot 1.8 = 1.6 кН \quad (2.27)$$

де D_1 і D_2 - діаметри передніх і задніх ходових коліс;

d_1 и d_2 – діаметри шийок осей;

f– коефіцієнт тертя в підшипниках;

k_1, k_2 – коефіцієнти тертя-кочення передніх і задніх ходових коліс по рейках;

c – коефіцієнт, що враховує тертя в ребордах передніх ходових коліс.

Повний опір від тертя в ходових колесах:

$$W_{пр} = W''_{пр} + W'_{пр} = 8499 + 1600 = 10099 Н. \quad (2.28)$$

Сила опору пересуванню від тертя на направляючих моста з'являється в результаті бічних зсувів візка під час його руху. Силу притиснення візка до направляючих в розрахунках приймають залежно від загального навантаження на ходові колеса за формулою:

$$P = 0.1(E + F) = 0.1 \cdot (1480 + 315) = 179.5 кН. \quad (2.29)$$

Тоді сила опору пересуванню від додаткового тертя на повзунах буде:

$$W_H = P \cdot f_1, \quad (2.30)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя на бічних напрямляючих. При напрямляючих роликах:

$$W_H = P \cdot \frac{f \cdot r + k}{R_p} = 179.5 \cdot \frac{0.06 \cdot 25 + 0.003}{67.5} = 3.996 кН. \quad (2.31)$$

де f – коефіцієнт тертя в підшипниках;

k – коефіцієнт тертя роликів по напрямляючих;

R_p – радіус ролика;

r – радіус цапфи ролика.

З практики експлуатації завалювальних машин відомо, що механізм пересування візка працює в тяжких умовах, зазнаючи великих перевантаження, особливо в період проштовхування шихти хоботом в піч. Величина цих навантажень залежить від багатьох факторів і в першу чергу від стану шихтових матеріалів у печному просторі, величини шматків і ін. Тому аналітично визначити їх досить важко. Наближено можна знайти опір від сил тертя мульди об шихту в печі наступним чином:

$$W_{ш} = Q_1 \cdot f_з = 60 \cdot 0.5 = 30 кН, \qquad (2.32)$$

де Q_1 – тиск мульди на шихту, приймається як частину ваги завантаженої мульди, Q_1=(0.4…0.5) Q=0,5 120=60000 Н;

$f_з$ – коефіцієнт тертя мульди об шихту.

Загальна сила статичного опору:

$$W=W_{тр}+W_{Н}+W_{Ш}=10099+3996+30000=44,095 \text{ кН} \qquad (2.33)$$

Статична потужність електродвигуна за формулою визначається:

$$N_c = \frac{W \cdot v}{\eta} = \frac{44.1 \cdot 1.3}{0.9} = 67 кВт, \qquad (2.34)$$

де v – швидкість пересування візка;

η - к.п.д. механізму.

Обираємо двигун Д-812: номінільна потужність $Р_д$=75кВт, кількість обертів $n_д$= 750об$^{-1}$, момент інерції ротора $J_P = 1{,}21 \ кг \cdot м^2$, діаметр валу d-$_1$=65 мм, висота центрів h=280 мм.

Перевірка двигуна на нагрів

Статичний момент на валу двигуна при номінальному навантаженні:

$$T_1 = \frac{W_C \cdot D_K}{2 \cdot U_p \cdot \eta} = \frac{44.095 \cdot 800}{2 \cdot 20.45 \cdot 0.9} = 958.3 \text{ Н·м}. \qquad (2.35)$$

Коефіцієнт перевантаження двигуна:

$$\alpha = T_1 / T_H = 958.3 / 955 = 1{,}003; \qquad (2.36)$$

Перевантажувальна здатність двигуна:

$$\lambda = T_\partial / T_H = 1200/955 = 1.25. \quad (2.37)$$

Момент інерції рухомих мас, приведений до валу двигуна:

$$J = \delta \cdot \left(J_p + J_{M_1}\right) + 91.2 \cdot \frac{m \cdot V_{T\Phi}^2}{n_\partial^2 \cdot \eta} = 1.1 \cdot (1.2 + 0.8) +$$

$$+91.2 \cdot \frac{650000 \cdot 1.12^2}{750^2 \cdot 0.9} = 0.151 кг \cdot м^2$$

Середній час робочої операції:

$$t_p = S_1 / V_{T\Phi} = 5/1.12 = 4.46 \text{ с}; \quad (2.38)$$

де S_1- середній шлях пересування візка.

розрахунковий коефіцієнт:

$$\beta = t_\Pi / t_p = 8.5/4.46 = 1.9. \quad (2.39)$$

Еквівалентна по нагріванню потужність при ПВ = 60%:

$$P_{E60} = k_{60} \cdot \gamma \cdot W_C \cdot V_{T\Phi} / \eta = 0.75 \cdot 0.8 \cdot 44095 \cdot 1.12/0.9 = 32.9 \text{ кВт},$$

де k_{60}- коефіцієнт, що враховує відносну тривалість включення,

γ - коефіцієнт впливу пускового моменту на еквівалентну потужність;

приймаємо $k_{60} = 0.75$ [12] при важкому режимі роботи, $\gamma = 0{,}8$ при $\beta = 0{,}0008$ [12].

Виходячи з розрахункової потужності двигуна отримуємо, що $P_{E60} < P_{дв}$. Робимо висновок, що отриманий двигун задовольняє умови нагріву.

2.6 Розрахунок механізму пересування на міцність

Максимальне статичне навантаження на одне колесо P_{max}=144.4кН, швидкість пересування v=1,3м/с; матеріал колеса - сталь 65Г, твердість - НВ350, точність установки колеса а = 0,0005.

Визначаємо напругу в контакті обода колеса і рейки з випуклою головкою:

$$\sigma = 7500 \cdot k \cdot k_f \cdot \sqrt[3]{\frac{k_Д \cdot P}{D^2}}, \quad (2.40)$$

де k_f - коефіцієнт, який враховує вплив дотичного навантаження на напрямку в контакті;

$k_Д$ - коефіцієнт, що залежить від відношення радіуса заокруглення головки до діаметру колеса і визначається:

$$k_Д = 1 + a \cdot v = 1 + 0{,}15 \cdot 1{,}3 = 1{,}195 \quad (2.41)$$

де a - коефіцієнт, що залежить від жорсткості шляху крана; a =0,15;

k=0,119.

Одержуємо:

$$\sigma = 7500 \cdot 0{,}119 \cdot 1{,}05 \cdot \sqrt[3]{\frac{1{,}195 \cdot 144400}{800^2}} = 63 МПа \quad (2.42)$$

Визначаємо критичне напруження в контакті обода колеса з рейкою при даному числі оборотів за термін роботи колеса N:

$$[\sigma_в] = [\sigma_0] \cdot 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{N}}, \quad (2.43)$$

Визначаємо критичне напруження для кованих і штампованих коліс $[\sigma]$=890МПа. Наведене число обертів колеса за строк роботи визначаємо:

$$N = Q \cdot N_C \quad (2.44)$$

де Q- коефіцієнт наведеного числа обертів; Q=0,16 N_C – повне число обертів колеса за термін служби:

$$N_C = 360 \cdot 10^3 \cdot \frac{v_c}{\pi \cdot D} \cdot T_{кол.} \quad (2.45)$$

де $T_{кол.}$- термін служби колеса; $T_{кол.}$=12500 час, v_c- усереднена швидкість колеса:

$$v_c = \beta \cdot v$$

$$\beta = 0,6$$

$$v_c = 0.6 \cdot 1.3 = 0.78 м/с$$

$$N_C = 360 \cdot 10^3 \cdot \frac{0.78}{3.14 \cdot 800} \cdot 12500 = 1.39 \cdot 10^6$$

$$N = 0.16 \cdot 1.39 \cdot 10^6 = 0.2224 \cdot 10^6$$

$$[\sigma_N] = 890 \cdot 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{2.224 \cdot 10^5}} = 316 МПа,$$

$$\sigma = 63 МПа < [\sigma_H] = 316 МПа.$$

Для обраного колеса при заданих умовах буде забезпечений термін служби колеса $T_{кол.}$=12500 годину. При іншій нормі точності установки колеса, наприклад, при а=0,002 термін служби колеса буде визначатися зносом реборд.

3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Заходи по монтажу механізмів завантажувальної машини

Монтаж обладнання машини відбувається за допомогою заливного крану вантажопідйомністю 135/30 тон на робочому майданчику мартенівського цеха. Технологічний процес монтажу машини включає транспортування вузлів на монтажний майданчик за допомогою залізничного крану.

Машину доставляють у цех наступними крупними монтажними вузлами:

- головна балка права з приводом;
- головна балка ліва з приводом;
- балка кінцева передня;
- балка кінцева задня;
- візок;
- механізм хитання хобота;
- муфти;
- механізм хитання хобота з механізмом замикання;
- кабіна з головним токос'ємником машини;
- дрібні деталі, електричні круглі насоси для змащування, шланга та труби для змащування та прокладки електричних кабелів, сполучні фітінгі, дрібні кріпильні деталі в дерев'яних ящиках.

Після приведення рейок в проектне положення по яким переміщається завалочна машина приступають до її монтажу:

- заздалегідь сполучають між собою головні ліву і праву балки з приводами з кінцевими передніми і задніми балками;
- виробляють вивіряння паралельності підвізкових рейок розташованих на головної лівої і правої балки за допомогою діагонально натягнутих струн між собою;
- виробляють висотну геодезичну зйомку, різниця по висоті не повинна перевищувати 2мм, при перевищенні допуску його доводять до допустимого;

- монтаж 4-ох коліс переміщення моста, центрівка вихідних валів приводних коліс з редукторами, остаточне закріплення коліс, редукторів та з'єднання зубчатих муфт;

- монтаж візка з задніми ходовими колесами: регулювання зазору між направляючими та колесами, максимальний допуск зазору до 5мм;

- монтаж на візку механізма обертання хобота с закріпленням його до рами;

- монтаж на візку механізма хитання хобота і закріплення його до рами ;

- демонтаж кришки редуктора механізма хитання ;

- змонтувати зібраний шатун в редуктор з зубчатим колесом і двома підшипниками кочення, встановити у проектне місце кришку редуктора та закріпити її;

- змонтувати механізм переміщення візка, та закріпити його до рами;

- змонтувати кабіну;

- змонтувати електрообладнання в кабіні та провести розводку електричних кабілей до електромеханізмам;

- змонтувати траси жидкої та густої змазки та заправити її мастилом, залити мастило в редуктори механізмів;

- провести наладку механічного , електричного обладнання.

Загальна вага машини дорівнює 138 т. у тому числі:

- мост 63 т;

- візок 35,6 т.;

- механізм хитання хобота 18,8 т.;

- шатун 1,3 т.;

- механізм обертання хоботу з механізмом замикання 15 т;

- кабіна 9,3 т.

Монтаж основних вузлів машини починають з вивіряння положення бази – рейок по яких пересувається машина.

Результати оформляють у вигляді схеми, на якій вказують проектні і фактичні розміри, що характеризують положення рейок. Зсув голівок рейок на стику по координатах в і z повинне складати не більш ±2мм.

Надійність роботи машини чищення від якості монтажних і проектних робіт, від умов транспортування і зберігання деталей по цьому перед здачею в експлуатацію машина піддається контрольним випробуванням і технічному огляду. При недотриманні технічних умов транспортування, зберігання і монтажу в металоконструкціях моста можуть виникати деформації, які приводять до зміни геометричної форми, наприклад, до скручування головних балок. Це викликає нерівномірний розподіл навантажень на ходові колеса і швидкий їх знос.

3.2 Розрахунок стропів для монтажу

Строповка редуктора механізма хитання хобота

При підвісці редуктора до гака за допомогою кількох гілок чалочного канату максимальне розрахункове зусилля в кожній гілці визначається з виразу (рис. 3.1):

$$S = \frac{Q \cdot g}{m \cdot \cos\alpha} \cdot k_н = \frac{7150 \cdot 9.81}{4 \cdot \cos 30^\circ} \cdot 1.4 = 28347\,H$$

де:

Q = 7150кг - вага редуктора;

g = 9.81 м/с^2 - прискорення вільного падіння;

m = 4 - число гілок стропа;

$\alpha = 30^\circ$ -кут нахилу гілок стропа до вертикалі;

$k_в = 1{,}4$ - коефіцієнт нерівномірності навантаження на гілки стропа.

Розривне зусилля в гілці стропа:

$$P_P \le S \cdot k = 28347 \cdot 6 = 170084\,H,$$

де: S - максимальне розрахункове зусилля в гілці стропа;

k = 6 - коефіцієнт запасу міцності стропа.

Вибираємо канат подвійного звивання типу ЛК-Р конструкції 6х19 (1 +6 +6 / 6) +1 о.с. по ГОСТ 2688-80 діаметром d = 18мм, що має при маркувальної групі 1764 МПа розривне зусилля 181500Н.

Фактичний коефіцієнт запасу міцності каната:

$$k_{\phi} = \frac{181500}{28347} = 6.4 \; > \; k = 6 .$$

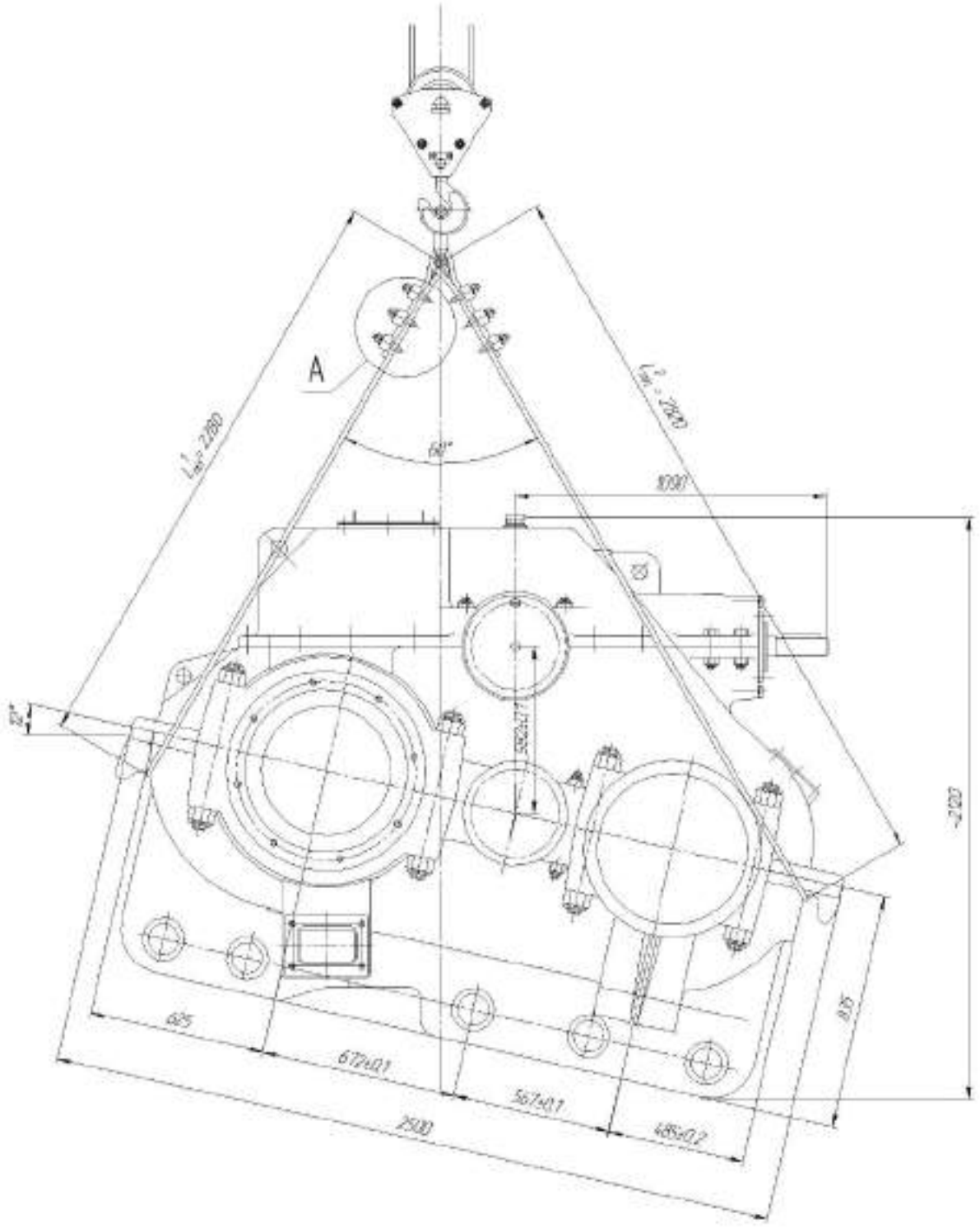


Рисунок 3.1 - Схема строповки редуктора

Розрахунок кількості затискачів для утворення й утримання петлі

При кріпленні кінця сталевого канату затискачами (Рис. 3.2) число затискачів визначається з умови:

$$S \le 2 \cdot F_{тр}.$$

Сила тертя між кінцями канатів:

$$F_{тр} = N_i \cdot n \cdot f,$$

де: f = 0,15 ... 0,20 - коефіцієнт тертя каната по канату;

Ni - нормальний тиск, що створюється одним затискачем, Н;

n - число затискачів.

Нормальний тиск створюване одним затискачем:

$$N_i = \frac{\pi \cdot {d_3}^2}{4} \cdot n_c \cdot [\sigma] = \frac{3{,}14 \cdot 16.933^2}{4} \cdot 2 \cdot 120 = 54019\,H$$

де: $n_c = 2$ – кількість стрижнів в затиску;

$[\sigma_p] = 120$ МПа – допустиме напруження матеріалу скоби на розтяг

d - діаметр стержня затискача;

$$d = (0{,}8...1{,}1) \cdot d_K = (0{,}8...1{,}1) \cdot 18 = 14.4...19.8\ мм.$$

З конструктивних міркувань вибираємо діаметр стрижня затискача рівний 20мм з різьбою М20 з кроком t = 2.5мм при цьому внутрішній діаметр стрижня по дну западини різьби буде d3 = 16.933мм.

Число затискачів:

$$n = \frac{S}{2 \cdot N_i \cdot f} = \frac{28347}{2 \cdot 54019 \cdot 0{,}15} = 1.7.$$

Так як $n \leq 3$, приймаємо число затискачів $n = 3$

Крок розташування затискачів:

$$t = 6 \cdot d_K = 6 \cdot 18 = 108 \text{ мм}.$$

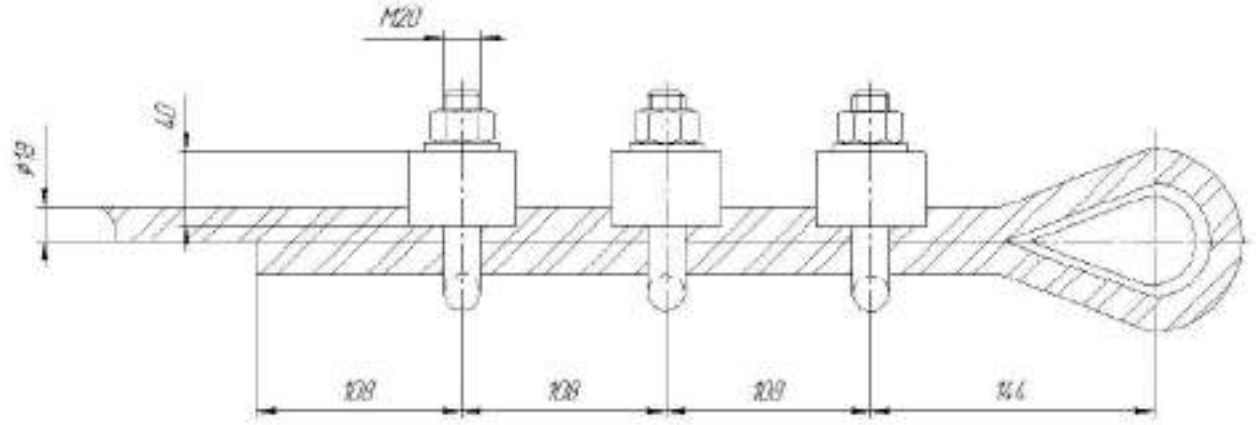


Рисунок 3.2 – Кріплення сталевого каната затискачами

Мінімальну довжину стропа визначаємо з креслення (виходячи з кута між стропами і відстанню між місцем стропування редуктора і підвісом стропа на вантажну петлю). Так як довга стропів неоднакова то виконаємо розрахунок довжини заготовки для кожного стропа при цьому з креслення знаходимо що:

$$L^1_{\min} = 2280 \text{ мм}$$

$$L^2_{\min} = 2820 \text{ мм}$$

$$L^1_{заг} = (L_{\min} + (108 + 108 + 108 + 144)) \cdot 2 = (2280 + (108 + 108 + 108 + 144)) \cdot 2 = 5496 \text{ мм}$$

$$L^2_{заг} = (L_{\min} + (108 + 108 + 108 + 144)) \cdot 2 = (2820 + (108 + 108 + 108 + 144)) \cdot 2 = 6576 \text{ мм}$$

3.3 Експлуатація та заходи підвищення строку служби деталей завантажувальної машини

В процесі експлуатації устаткування піддається фізичним, хімічним і механічним діям, в результаті яких деталі і вузли втрачають здатність виконувати робочі функції. Інтенсивність цих дій визначається запиленою і температурою довкілля, вібраціями, ударами, пластичними деформаціями і відносними рухами контактуємих деталей.

Механічні дії на деталі і вузли металургійного устаткування всілякі. Для цих машин характерні повторно-короткочасні режими роботи з важкими і вельми важкими режимами вантаження, високі значення сумарних навантажень ударного або вібраційного вигляду при частих пусках, реверсах і зупинках. Великі статичні навантаження приводять до зламів деталей, а циклічні – до їх втомного руйнування.

При експлуатації устаткування зустрічаються різні види фізичного зносу: пластичні деформації і злами, ерозійний–корозійних, корозійно-механічних і механічних пошкодження кавітацій.

Контактуємиє поверхні деталей машин характеризуються мікрорельєфом і хвилястістю, якими в початковий момент роботи вузлів тертя визначається площа фактичного контакту, величина питомого тиску і час приробления. В процесі експлуатації під дією робочих навантажень і деформацій утворюється робочий рельєф, що складається із западин і виступів. Їх розміри залежать від внутрішньої будови матеріалів деталей і процесів пластичної деформації. В період відносного руху в поверхневих шарах контактуємих деталей виникають пружно – пластичні деформації, які, у свою чергу, викликають появу вторинних процессів. Механічний знос - неминуче явище в процесі експлуатації устаткування, а величина його в першу чергу залежить від якості експлуатації і обслуговування.

Матеріал для виготовлення деталей слід вибирати, так щоб на поверхні утворювалися міцні плівки оксидів, що не руйнуються під дією робочих навантажень.

Межу текучості можна збільшити механічним зміцненням поверхонь: наплавленням твердими сплавами, термічною, хіміко-термічною (цементація, ціанування, азотування, барірованіє) і термомеханічною обробкою. Резервом підвищення стійкості і надійності роботи вузлів і деталей є вибір раціональних режимів роботи машини, вдосконалення змащувальних систем або додавання в змащувальні матеріали присадок. Особливо ефективні присадки дисульфіду молібдену, нітриду бору, органзолей.

3.4 Система змащування

Зубчасті зачеплення редукторів механізмів переміщення візка, хитання хобота і обертання хобота змащуються за допомогою системи циркуляційного рідкого мастила, насос якого працює від двигуна постійного струму типа П22, потужністю 1квт, кількість оборотів 1500, напругою 220 В.

Для рідкої змазки приміняємо індустріальне мастило І – 40А (ГОСТ 20799-75) з кінематичною в'язкістю t^0 = 50 С; 35…45.

Двигун працює постійно при роботі механізмів хитання та обертання хобота та переміщенні візка.

Редуктор механізмів переміщення змащується за допомогою масла що знаходиться у ванні редукторів марки ІС – 12 ГОСТ 8675-59. Густим мастилом змащують підшипники коліс переміщення моста, візка, кривошипа хитання хобота, зубчаті муфти, тип мастила ВНІІ – НП 209.

Для зменшення втрат потужності на тертя, запобігання значному зносу і нагріву деталей, тобто для забезпечення нормальної роботи складових робітника завалочної машини: редукторів привода механізма переміщення машини, візка, качання та обертання хобота, підшипників, зубчатих муфт.

У редукторах механізма переміщення моста змазка зубчатих зчеплень здійснюється шляхом опускання їх в масло, що заливається у всередину корпусу редуктора, т.з. мастило картера. Більш того, вживання примусового мастила з приводом конструктивно складна, оскільки локальна масляна станція з електроприводом встановлена на робочому органі, переміщуваному у вертикальному напрямі, - значно ускладнює ускладнить виконання очищення і понизить надійність роботи пристрою.

Мастило зануренням для зубчастих передач обмежується зазвичай окружною швидкістю коліс. V_{max}=12 м/с , т.к. при великих швидкостях масло скидається із змащуваних деталей відцентровою силою і зростає опір руху і нагрів редуктора.

При скоростях близких к предельным зубчатые колеса погружаются на высоту зуба.

Граничною глибиною занурення у разі потреби можна рахувати величину, рівну 1/6 радіусу занурюваного колеса, а для вельми тихохідного колеса допускати його занурення на 1/3 радіусу.

В конічних передачах механізм хитання хобота та переміщення візка слід занурювати зуби коліс по всій довжині.

В косозубих передачах масло зубами вичавлюється убік і зазвичай закидається в підшипники.

При обертанні валів кожен зуб шестерні зустрічається з різними зубами колеса число разів, рівне передавальному числу пари, тому зуби шестерні швидше зношуються, чим зуби зв'язаних коліс. Бічні поверхні зубів мають криволінійний, евольвентний профіль і при роботі зубчастих коліс перекочуються цими профілями один по одному. При перекочуванні зубів їх контактні майданчики безперервно змінюють свою величину і працюють одночасно на тертя кочення і на тертя ковзання у випадках граничного або напіврідинного тертя.

Дія мастила на роботу зубчастих передач і вибір змащувального матеріалу багато в чому залежить від того, наскільки надійно вони захищені від впливу

довкілля, тобто прагнуть не робити відкритих передач, а укладають їх в зварні або литі корпуси.

Рівень масла у ванні має бути такій, щоб при зануренні коліс не піднімалися з дна корпусу осідання; ємкість, її в основному залежить від передаваємої потужності і визначається з розрахунку 0,25…0,5л змащувального матеріалу на 1 кВт.

Рівень масла в редукторах необхідно перевіряти по маслоуказателю не рідше за один раз в тиждень і додавати через, 5…15 днів, залежно від умов експлуатації свіже масло. При цьому необхідно мати на увазі, що заливка масла у ванну в більшому, ніж потрібний, кількості викликає його нагрівання нагрівання і спінювання, а отже – зниження змащувальних якостей.

Виходячи із специфікації експлуатації механізму пересування машини завалення, можливі випадки упору хобота в нерухомі опори, що може привести до повної зупинки приводу і як результат відключення приводу системи завалення.

При нормальній роботі приводу переміщення машини з числом зворотів колеса 475 м/хв. з потужністю 75 кВт.

Механічна енергія, втрачена в передачі перетворюється в теплову енергію та нагріває передачу. Якщо відведення тепла недостатнє, передача нагрівається та виходить із строю.

При сталому режимі роботи редуктора що все виділяються тепло віддається через його стінки навколишньому повітрю, цьому відповідає певний перепад температур між маслом і навколишнім повітрям, визначуваний по формулі :

$$\Delta t = t_M - t_в = \frac{632 \cdot N \cdot (1-\eta)}{\kappa F}, \qquad (3.3)$$

де $t_м = 50°C$ – температура масляної ванни;

$t_в = 20°C$ – температура навколишнього повітря;

$N = 75$ кВт – підводима потужність до редуктора;

$K = 10..15$ ккал/м^2 *ч*°С- коефіцієнт тепловіддачі;

$\eta = 0,95$ ККД редуктора;

$F=12,04$ м^2 - площа тепловіддающей поверхні редуктора.

$$[\Delta t] = 50 - 20 = 30°C; \quad \Delta t = \frac{632 \cdot 75 \cdot (1 - 0,95)}{10 \cdot 12.04} \approx 19.6°C$$

Умова роботи редуктора без нагріву $[\Delta t] \geq \Delta t$

Визначаємо втрати потужності на тертя в зачепленні :

$$N_{Тр.зац} = N_{подв} \cdot \frac{\pi \cdot \varepsilon \cdot \mu}{\rho \cdot \cos\beta} \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}\right) = 75 \cdot \frac{3,14 \cdot 2,4 \cdot 0,1}{2 \cdot 1} \cdot \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{150} + \frac{1}{50} + \frac{1}{200}\right) = 1.8кВт$$

де $\beta=0°$- кут нахилу зубів;

$\mu=0,1$ – коефіцієнт тертя в передачі;

$\rho=2$ – коефіцієнт, що враховує форму і приробления зубів.

Кількість тепла, що виділяється при терті :

$$Q_{тр.зац} = N_{тр.зац} \cdot 860 = 1.8 \cdot 860 = 1548кВт, \qquad (3.4)$$

Кількість масла, необхідна для відведення тепла:

$$Q_{м.зац} = \frac{Q_{тр.зац}}{c \cdot \gamma \cdot \Delta t_м \cdot \eta} = \frac{1548}{1,8 \cdot 0,9 \cdot 21 \cdot 0,6} = 75,8 дм/ч, \qquad (3.5)$$

де $c=1,8$ кДж/кг – питома теплоємність масла;

$\gamma=0,9$ – питома вага масла;

$\Delta t=8°$ С – допустиме підвищення температури масла;

$\eta=0,6$ – коефіцієнт використання масла.

Визначення в'язкості масла при трикратному перевантаженні двигуна:

$$N_{вих} = 0,5 \cdot 3 = 1,5кВт.$$

Через зачеплення передачі (із запасом):

$$N_{пор} = 1,5 \cdot 0,7 = 1,05кВт \qquad (3.6)$$

Визначаємо частоту обертання першої супіні:

$$U_1 = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{62}{17} = 3.64 \text{ м/с},$$

Максимальна частота обертання 2-го валу:

$$N_2 = \frac{N_{об}^{max}}{U_1} = \frac{540}{3.64} = 148 \text{ м/с},$$

Окружна швидкість зубчастого колеса:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{3{,}14 \cdot 0.7 \cdot 148}{60} = 5.5 \text{ м/с}, \quad (3.7)$$

Визначення поверхні корпусу, спростивши його форму:

$$\begin{aligned} F_1 &= 2 \cdot 2.5 \cdot 1.7 = 8.5 м^2 \\ F_2 &= 2 \cdot 0.6 \cdot 1.7 = 2.04 м^2 \\ F_3 &= 2.5 \cdot 0.6 = 1.5 м^2 \end{aligned} \quad (3.8)$$

Визначимо загальну площу:

$$A = F_1 + F_2 + F_3 = 8.5 + 2.04 + 1.5 = 12.04 м^2 \quad (3.9)$$

Тиск на одиницю довжини зуба рівний:

$$q_0 = \frac{102 \cdot N_{перед}}{v \cdot B} = \frac{102 \cdot 187}{27.3 \cdot 300} = 2.3 кН / м \quad (3.10)$$

$$ВУ_{50} = \frac{q \cdot \mu_0}{20} = \frac{6{,}7 \cdot 1{,}6}{20} = 0{,}53 \quad (3.11)$$

де μ_0=1,6 – коефіцієнт, залежний від окружної швидкості зубчастого колеса.

Приймаємо умовну в'язкість масла при температурі 50° ВУ50=1,86°, що відповідає маслу індустріальне ІС-12 ГОСТ 8675-59.

Механічна енергія, втрачена в передачі, перетворюється на теплову і нагріває передачу. Якщо відведення теплоти недостатнє, передача нагрівається і виходить з буд. Кількість теплоти, відданої при цьому в секунду, або теплова потужність рівна :

$$\Phi = P_1 \cdot (1-\eta) = 75000 \cdot (1-0{,}95) = 3750 Вт, \qquad (3.12)$$

де P1 = 75000 Вт;

η – ККД = 0,95.

Через стінки корпусу редуктора теплота віддається навколишньому повітрю, відбувається природне охолоджування. Кількість теплоти, що віддається при цьому в секунду, або потужність тепловіддачі рівна:

$$\Phi_1 = K \cdot (t_1 - t_0) \cdot A = 10 \cdot (50-20) \cdot 12.04 = 3612 Вт, \qquad (3.13)$$

де A = 0,25 м^2 – площа поверхні охолоджування;

t_1 = 50° С - внутрішня температура редуктора або температура масла;

t_0=20° С – температура довкілля;

К=10 Вт/ м^2°С – коефіцієнт тепловіддачі.

Т.к. Ф<Ф$_1$ – це означає, що охолоджування вистачає.

Об'єм масла, що заливається, рівний:

$$G_1 = (h_1 + h_2) \cdot F_0 = (3+30) \cdot 1500000 = 49 л, \qquad (3.14)$$

де h_1 = 3 мм – глибина занурення зуба в масло;

h_2 = 30 мм – зазор між зубчастим колесом і основою корпусу;

F_3 = 1500000 мм^2 – площа основи корпусу.

Приймаємо об'єм масла, що заливається в корпус рівним 50л.

3.5 Особливості технічного обслуговування завантажувальної машини

В період експлуатації техніко – економічні параметри машин і механізмів погіршуються, а отже знижується якість їх роботи. Для збереження високої ефективності технологічних процесів необхідна наявність досить розвиненого і добре організованого ремонтного виробництва.

Однією з найважливіших умов рішення цієї задачі є впровадження системи планово – попереджувальних ремонтів, під якою розуміють, комплекс організаційних і технічних заходів за змістом устаткування в працездатному стані. До цих заходів відносяться: Розробка прогресивних методів обслуговування, засобів механізації, технології виготовлення і відновлення деталей, методики розрахунку трудомісткості ремонтних операцій і організація технічного обслуговування, креслярського змащувального і складового господарства. Розрізняють три види технічного обслуговування: внутрішньозмінне обслуговування, профілактичний огляд і ремонт.

Мета внутрішньозмінного обслуговування – запобігти аварійним простоям агрегатів із-за неправильної експлуатації, передчасного зносу деталей, порушення взаємного положення ланок і функціонуванню систем мастила. Черговий ремонтний і експлуатаційний персонал контролює під час роботи устаткування інтенсивність і тональність шумів в редукторах температуру вузлів тертя, надійність різьбових, шпон і інших з'єднань, подачу змащувальних матеріалів, величину навантажень і якість роботи устаткування. Результати внутрішньозмінного обслуговування фіксують бригадири, майстри – механіки в журналах приймання і здачі зміни.

Профілактичні огляди виконують інженерний – технічні працівники: помічник начальника цеху по устаткуванню один раз в місяць, а майстер ділянки не раніше одного разу в тиждень. Мета оглядів – виявити дефекти і визначити величину прихованих вузлів (підшипників, шийок валів, що направляють і ін.). Результати записують агрегатний журнал.

Ремонт – це процес відновлення визначальних параметрів машин, по яких оцінюють працездатність устаткування. Ремонти класифікують залежно від технічного стану устаткування і ділять їх на планових і аварійних. Для чорної металургії прийнятними виявилися планово - попереджувальні ремонти, при яких машини виводять на ремонт по графіку, але з врахуванням їх фактичного стану. Якщо ресурс деталей не вичерпаний, то міжремонтний період збільшують і навпаки.

По технічній складності ремонти ділять на поточних і капітальних. Основне призначення поточних – відновлення швидкозношувальних елементів. Залежно від кількості операцій розрізняють: індивідуальний, вузловий і агрегатний методи проведення поточних ремонтів. Індивідуальним називають такий метод, коли в технологічний процес включені всі операції аж до заміни і відновлення зношених деталей. Вузловою відрізняється тим, що заміну деталей, розбирання і збірку вузлів виконують в міжремонтний період. Вузловий і агрегатний методи проведення ремонтів сприяє скороченню простоїв устаткування, проте вимагають більшої номенклатури запасних частин.

Мета капітального ремонту – відновлення проектних характеристик машин і агрегатів (продуктивність, потужність, точність). Розрізняють зосереджений і розосереджений метод проведення капітальних ремонтів при зосередженому весь об'єм робіт виконується безперервно в перебігу заданого відрізання часу, що викликає великі простої устаткування. Розосереджений метод – ведення робіт по частинах поточних ремонтів – значною мірою знижує загальні простої.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика факторів безпеки процесу експлуатації обладнання мартенівського цеху

Мартенівський цех являє собою складний комплекс різних промислових споруджень, з'єднаних між собою залізничними коліями. До складу мартенівського цеху входять:відділення шихтових матеріалів; шихтовий двір;

міксерне відділення; приміщення, де розташовані мартенівські печі;відділення підготовки виливниць. Крім того, у складі цеху є й інші підсобні ділянки й відділення.

Мартенівський цех оснащений різноманітними механічним, електричним, підйомна-транспортним устаткуванням, завантажувальними машинами, обслуговування якими вимагає чіткого виконання норм виробничої санітарії й правил безпеки.

З гігієнічної точки зору мартенівський процес ставиться до 3-клау виробництв із забрудненнями 1й 2 ступеня небезпеки. Для правильної організації роботи персоналу встановлюється графік проведення робіт з розрахунком поділу в часі гарячих операцій. Гарячі операції варто проводити якнайшвидше. З торця основного будинку цеху перебуває міксерне відділення. Робота в цеху й у відділенні впливає на організм людини за рахунок високих теплових виділень. Основними напрямками правильної організації технологічних процесів і створення встаткування при їхній розробці й модернізації передбаченими нормативними документами, є безперервність технологічних процесів з усуненням ручних операцій, комплексна автоматизація теплового й технологічного процесу плавки й механізація основних і допоміжних операцій. В цеху виконуються роботи різного ступеню механізації (табл.4.1).

Таблиця 4.1 - Розрахунок рівня механізації праці для різних професій

№ п/п	Професія робітників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино-годин за добу			% механізованої праці	% ручної праці
			Вручну	За допомогою машин	Усього		
1	Електрогазозварник	1	6*1=6	2*1=2	8	25	75
2	Слюсар ремонтник	4	4*4=16	4*4=16	32	50	50
3	Оператор печі	1	7,5*1=7,5	0,5*1=0,5	8	93,75	6,25
4	Міксеровий	3	7*3=21	1*3=3	24	87,5	12,5

З цієї таблиці можна зробити висновок, що:

- електрогазозварник має 25% механізованої й 75% ручної праці;

- слюсар ремонтник 6-го розряду - 50% механізованої, 50% ручної праці;

- оператор печі - 93,75% механізованої, 6,25% ручної праці.

Праця електрогазозварника й міксерового відноситься до ручної праці, слюсаря до змішаної, а оператора -до механізованої.

Мартенівське виробництво нерозривно пов'язане з високими температурами, утворенням пилу, значних кількостей вибухонебезпечних й отруйних газів, рідких продуктів плавки, з пересуванням великих вантажів ; насиченістю механічним й електричним устаткуванням. Наведені небезпеки і шкідливості можуть привести до нещасних випадків і професійних захворювань.

За характером роботи мартенівське виробництво ставиться до категорії важких робіт, тому що витрати енергії більше 290 Вт, має місце систематична фізична напруга, постійний перенос ваги понад 10кг. Технологічні операції виконуються в несприятливих кліматичних умовах: висока температура, теплове випромінювання, запиленість, загазованість.

Теплові опромінення, якому піддається персонал у мартенівських печей і біля міксеру коливається в дуже широких межах (від 698 до 5220 Вт/м^2),а нормоване значення теплового опромінення становить 140 Вт/м^2.

Шкідливі фактори виробничого середовища представлені в табл.4.2.

Таблиця 4.2 Оцінка факторів виробничого середовища й трудового процесу (робоче місце – майданчик печі, професії – черговий слюсар)

№ п/п	Фактори виробничого середовища й трудового процесу	Норматив. значення	Фактич. величина	Характер праці			Час дії за зміну,%
				1ст	2ст	3ст	
	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3						
	1 клас небезпеки:						
	- ангідрид хромовий	0,010	0,013	1,3			85,4
	- нікель, його оксиди	0,05	0,13		2,6		85,4
	- оксиди Mn	0,05	0,29			5,8	85,4
	2 клас небезпеки:						
	- мідь	1,0	2,3	2,3			85,4
	3 клас небезпеки						
	- ангідрид сірчастий	10,0	15,93	1,59			85,4
	- вуглецю оксид	20,0	26,3	1,31			85,4
	- азоту діоксид	2,0	2,68	1,34			85,4
2	Пил фіброгенної дії - діоксид Si, мг/м^3	4,0	59,47			14,9	85,4
3	Шум, дБА	80,0	96,00			16,0	100
4	Мікроклімат у приміщенні,(тепл. пер.) -температура, ^{0}C	27	41			14	85,4
	- інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2	140	5220			5220	80,6
5	Вага праці, напруженість	Праця напружена і середньої важкості					
6	Кількість факторів			5	1	5	

Гігієнічна оцінка умов праці

Умови й характер праці ставляться до 3 класу 3 ступені.

Оцінка технічного й організаційного рівня: відповідає технологічному регламенту й проекту організації праці на робочому місці.

Атестація робочого місця:

Робоче місце має в наявності: 5фактора 1 ступеня, 1 фактор 2 ступеня, 5 факторів 3 ступені.

По показниках робоче місце варто вважати з особливо шкідливими й особливо тяжкими умовами праці, що відповідає показникам списку № 1, пункту 1:пенсія за списком № 1,надбавка до зарплати 24%,додаткова відпустка 18 днів і молоко.

4.2 Заходи щодо захисту від виявлених шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища

Для запобігання травматизму й професійних захворювань розроблені дві групи основних заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів: організаційні й інженерні.

Для зниження шкідливого впливу тепла на організм людини має обмеження виділення тепла у виробничому приміщенні. Із цією метою прибігають до термоізоляції печей, установлюють стаціонарні або пересувні вентиляційні установки. Здійснюють аерацію приміщень мартенівського цеху. З метою ізоляції працюючого від потоків променистого тепла встановлюють спеціальні, теплопоглинальні екрани (щити облицьовані азбестом).

Пульти керування варто розташовувати не ближче 5м від джерела теплового опромінення. Стіни печей рекомендується екранувати алюмінієвим аркушем товщиною 1,5-2,0мм. Постійні робочі місця (пости керування, кабіни кранів й інше) рекомендується виконувати у вигляді малих замкнутих обсягів. Обсяг приміщення на одного оператора (машиніста) повинен бути не менш 3м2.

Висота приміщення - 3м. Стіни постів керування виготовляють із цегли й сталі (швелер 200мм, з утепленням мінераловатними плитами з обшиванням зовні й усередині листовою сталлю (товщиною 3мм), цегельні стіни зовні й усередині офарблюються алюмінієвою фарбою.

Для захисту очей і шкіри особи від бризів розплавленого металу й шлаків, впливу ультрафіолетових й інфрачервоних променів, застосовують захисні окуляри з небиткого скла з бічним захистом і сітчасті маски. Для робітників у мартенівських печей використають стекла СС-14.

Для захисту рук застосовують брезентові рукавиці. Для вловлювання й видалення шкідливих газів і пилу в мартенівському цеху встановлюють витяжні зонти або козирки .

Для захисту органів подиху від пилу в мартенівському цеху застосовують безклапанний аерозольний респіратор ШБ-1. При високої запиленості повітря застосовують противопильні респіратори РУ-60.

Для захисту від виробничого шуму в умовах мартенівського цеху, застосовують противошумні вкладиші з матеріалу ФПП-Ш. Ці вкладиші розраховані на користування протягом одного дня. Застосовують також шумозахисні навушники НИОТ.

4.3. Технічні рішення по гігієні праці і виробничій санітарії

Згідно вимог санітарних норм мартенівський цех розташовується з підвітряної сторони стосовно цехів з меншою кількістю шкідливих виділень, а також стосовно населених пунктів. Крім того, між цехом і житловими районами встановлюється санітарно-захисна зона, ширина якої повинна бути не менш 1000м.

Розміри санітарно-захисної зони визначаються потужністю виробництва й характером шкідливих виділень. Санітарні норми передбачають п'ять класів виробництв із відповідними розмірами санітарно-захисних зон. Мартенівський цех ставиться до 1 класу виробництва. Тому що в мартенівському цеху можливий викид речовин 1-го й 2-го класів небезпеки, те допоміжні будинки не слід

розташовувати в зоні так називаної аеродинамічної тіні, створюваної будинками й спорудженнями.

Розташування будинків і споруджень мартенівського цеху забезпечує найбільш сприятливі умови аерації й природного висвітлення приміщень. Будинки й споруджения не повинні утворювати замкнуті й напівзамкнуті двори.

Розміри виробничих приміщень :

-площа виробничого приміщення на один працюючого - 4,8м2;

-обсяг виробничого приміщення на один працюючого - 15,3м3;

-висота одноповерхових будинків (від підлоги до низу горизонтальних несучих конструкцій на опорі)-3м;

-розміри пішохідних тунелів,галерей й естакад:

висота -2,1м, ширина -1,5м.

Центральний пост керування піччю розміщується в окремому звуко- і теплоізольованому приміщенні з подачею в нього кондиційного повітря.

Мікроклімат

У цеху і відділеннях використається механічна й природна вентиляція, тобто це організований обмін повітря між виробничим приміщенням й атмосферою. За допомогою вентиляції як додаткового оздоровчого заходу досягається нормалізація мікроклімату, а також усувається забруднення повітря робочої зони шкідливими речовинами .

Таблиця 4.3 - Значення пришустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні

Період року	Характеристика виробничих приміщень по надлишковим тепловиділенням	Категорія робіт з важкості	На постійні роб. місцях			Температура за постійним робочим місцем, ^{0}C
			Температура повітря, ^{0}C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря ,м/с	
Теплий Холодний	>23 Вт/м^3 >23 Вт/м^3	111 111	27 21	70 75	0,2-0,5 0,4	29 23

Природна вентиляція в цеху здійснюється за допомогою аерації - організованого регульованого природного повітрообміну, що підтримує в приміщенні задані параметри повітряного середовища . Значення прийнятих припустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні наведені в табл.4.3.

Для здійснення аерації влаштовуємо три ряди отворів у поздовжніх стінах будинку мартенівського цеху: перший ряд - на рівні 2м від підлоги, другий - на рівні 8м від підлоги й третій - на рівні підкранових балок. На даху влаштовуємо витяжний ліхтар. Таке розміщення отворів дозволяє збільшити повітрообмін улітку, а взимку, закривши нижні прорізи, зменшити його й забезпечити за рахунок тепла приміщення підігрів вступника через середній проріз холодного повітря перш ніж він дійде до робочих місць.

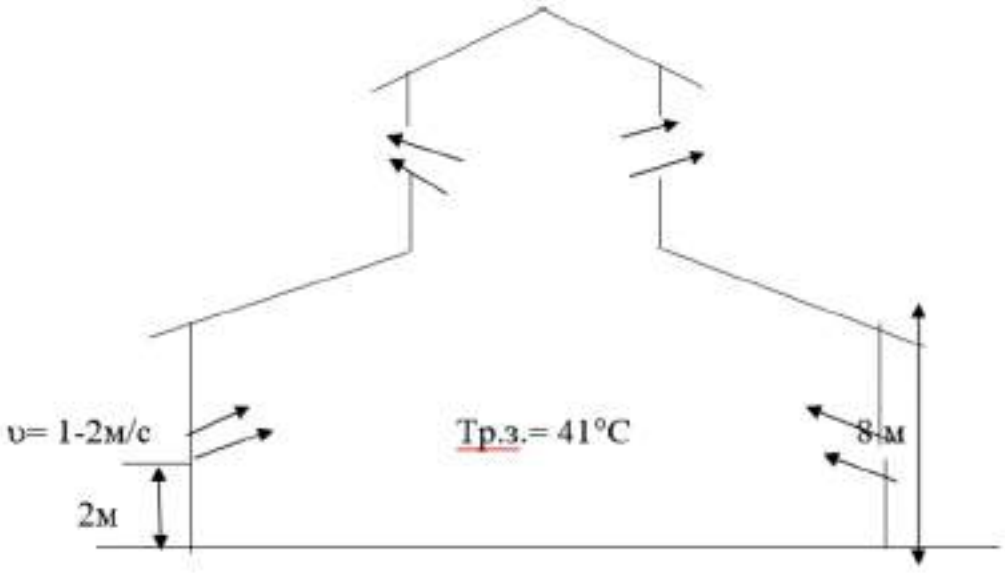


Рисунок 4.1 - Схема аерації будівлі цеху

Освітлення виробничих приміщень

До висвітлення виробничих приміщень пред'являють наступні вимоги: забезпечення достатньої освітленості на робочих поверхнях, висока якість, надійність, зручність й експлуатації, забезпечення пожежної й електричної безпеки.

Особливістю роботи в мартенівському цеху є те, що періодично в поле зору експлуатаційного персоналу перебувають розплавлені маси сталі, а також факели гарячого газу. Ці джерела мають високу яскравість, що різко відрізняється від навколишнього тла. Виходячи із цього, мартенівський цех можна віднести до 7 розряду зорової роботи.

Виділяють природне , штучне й сполучене висвітлення.

Природне висвітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КЕО- відношення природної освітленості усередині приміщення до освітленості зовнішнім, створюваним світлом повністю відкритого небозводу. Коефіцієнт природного висвітлення дорівнює 0,2.

Нормоване значення КПО, згідно:

$$Ln= e\cdot t\cdot c= 0,2\cdot 0,9\cdot 0,8= 0,144\%,$$

де e - значення КПО (%), обумовлене з урахуванням характеру зорової роботи;

t - коефіцієнт світлового клімату для 4 світлового поясу, t= 0,9;

c- коефіцієнт сонячності клімату при світлових прорізах,орієнтованих по сторонах обрію, c= 0,8.

Використаємо світильник – глибоковипромінювач, дугові ртутні лампи типу ДРЛ-800 потужністю 800 Вт.

Коефіцієнт запасу світильників залежно від запиленості, становить 1,5 для виробничих приміщень із повітряним середовищем у робочій зоні понад 5 мг/м? пилу, диму, кіптяви.

Для визначення використання світлового потоку освітлювальної установки знайдемо індекс приміщення по формулі:

$$i= a\cdot b/Hp\cdot(a+b),$$

де a,b- відповідно ширина й довжина приміщення, м;

Hp- висота підвішування світильників над робочою поверхнею, м.

$$i=20\cdot 166/8\cdot(20+166)= 2,2$$

Оскільки на ділянці грубного прольоту стіни й потовк бетонні брудні, то приймаємо коефіцієнт відбиття стелі й стін ,п1= 30%, п2= 10% відповідно.

Згідно з довідковими даними знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку η= 52%.

Знайдемо кількість ламп N, необхідне для забезпечення нормальної потужності:

$$N = E \cdot S \cdot K3 \cdot Z / F \cdot \eta,$$

де Е- мінімальне нормоване висвітлення,лк; S- площа приміщення, $м^2$;

К3- коефіцієнт запасу, К3= 1,7;

Z- поправний коефіцієнт, що характеризує нерівномірність висвітлення, Z= 1,2;

F- світловий потік однієї лампи, лм.

$$N = 20 \cdot 3320 \cdot 1,7 \cdot 1,2 / 0,52 \cdot 610 = 427 \text{ шт.}$$

Санітарно - побутові приміщення

До складу санітарно - побутових приміщень мартенівського цеху входять: гардеробні, душові, умивальні, кімнати гігієни, кімнати прийому їжі, приміщення для обігріву або охолодження, приміщення для обробки, зберігання й видачі спецодягу.

Побутові приміщення, якими робітники користуються в робочий час, розміщаються на площі цеху. До них ставляться: пункти питної води, санвузли, кімнати відпочинку.

Велике значення для нормалізації роботи персоналу в умовах значних тепловиділень має раціональний режим праці й відпочинку, що включає регламентований відпочинок, пристрій кімнат відпочинку з подачею кондиційованого повітря.

Період безперервного виконання операцій в умовах надлишкового тепла не більше 10 хв.

Після 2-го години роботи встановлюється 15-ти хвилинна перерва, що повинен проходити в кімнаті відпочинку.

Для забезпечення адаптації до умов мартенівського цеху в перші 2-3 тижні молоді робітники, а також робітники після перенесених захворювань і після відпустки повинні виконувати роботу легкої й середньої ваги з поступовим збільшенням навантаження. Кімнати відпочинку обладнаються в герметичному, звукоізольованому (рівень шуму не більше 50дБА) приміщенні з кондиційним повітрям.

Для підтримки балансу в організмі робітників рекомендується вітамінізований чай, молочнокислі напої.

4.4 Заходи пожежної безпеки та техногенна безпека

Ділянка цеху по пожежонебезпеці має категорію Г (негорючі речовини розпечені або розплавлені, і горючі речовини, що спалюються або утилізуються як паливо). Будівля цеху ставиться до I ступеня вогнестійкості (будівля з несучими конструкціями, що огороджені, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону й застосуванням листових і плитових негорючих матеріалів) згідно ДБН 1.1.-7.2002.

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

До первинних засобів пожежогасіння в цеху відносять: вогнегасники ВП-10 (15 шт.), ВВ-2 (24 шт.), ВВП-1Д (28 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 водогін з пожежними кранами й рукавами.

На території цеху забороняється:

- закривати й захаращувати проїзди, під'їзди й підходи до будинків, 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.

Техногенна безпека

В сталеплавильному виробництві можливі різноманітні аварії. Аварія –це пошкодження споруд чи технічних пристроїв ,які використають на небезпечному виробничому об'єкті , неконтрольований вибух або викиди небезпечних речовин . Ризик аварії – це міра небезпеки ,що характеризує можливість виникнення аварії на небезпечному виробничому об'єкті та важкість її наслідків. Прийнятий ризик аварій-ризик ,рівень якого припустимий та визначений в залежності від соціально - економічних причин. Аварії в мартенівському цеху можливі в наслідок морального та фізичного старіння обладнання ,низького технічного рівня виробництва,застарілих технологій. Більша частина аварій виникає в наслідок прогару кисневих фурм, горна, вибухів газу. Під час випуску металу із печі можливі вибухи при попаданні високотемпературного рідкого металу в недостатньо просушені ковші, або на вологу чи змерзлу рідину на днищі ковша, пошкодження системи охолодження безперервної розливки сталі. Аналізом нещасних випадків із смертельними випадками встановлено, що основні причини є: незадовільна організація та проведення робот (60%), несправність обладнання (30%), порушення технологічних інструкцій при проведенні металургійних процесів. Для зниження ризику аварій в мартенівському виробництві необхідно підвищити надійність системи охолодження кисневих фурм, підвищити герметичність газових горілок , системи перекидання клапанів. Стосовно виливниць та установок безперервного розливання сталі необхідно більше уваги приділяти системі охолодження. .

ВИСНОВКИ

У випускній роботі описано технологічний цикл та обладнанням мартенівського цеху заводу «Запоріжсталь». Описано технологію роботи завантажувальної машини. Проведено розрахунки на міцність і на витривалість найбільш навантажених деталей і вузлів основних механізмів машини.

Одним із недоліків рейкової підлогової заантажувальної машини є низька надійність механізму переміщення візка. Це обумовлено наявністю зазорів між колесами, рейками та контррейками, а також значними динамічними навантаженнями, які виникають під час взаємодії опорних коліс із рейковим шляхом під час вивантаження мульди. Коливальний процес має найбільш руйнівну дію на деталі та вузли машини. Перші коливання виникнуть після відриву мульди від платформи. Другі коливання виникають при розвантаженні вмісту мульди у склепіння мартенівської печі при різкій зміні маси. Зміна будь-якого параметра (маса, жорсткість) у механічних системах з пружними ланками та зв'язками викликає інтенсивний процес, що призводять до руйнування деталей та втрати стійкості системи механізмів.

Для зменшення впливу коливань та ударних навантажень що передаються на раму та опори, пропонується раму візка мульдозавантажувальної машини з'єднати з ходовими колесами через шарнір та встановити пружину для підтиснення роликів і коліс рейок.

В експлуатаційні частині випускної роботи описано технологія ремонту швидкозношуваних вузлів і деталей. Розроблені рекомендації по монтажу та ремонту завантажувальної машини металургійних печей. Розроблено схему строповки основних вузлів.

У розділі охорона праці та техногенна безпека проведено аналіз потенційних і шкідливих факторів виробничого середовища та запропоновано технічні заходу захисту від шкідливих факторів виробничого середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жук А. Я., Желябіна Н. К., Малишев Г. П. Основи наукових досліджень в сфері практичної механіки. Кн. 1. Теоретичні дослідження : навч. посіб. Київ : Кондор, 2012. 184 с.

2. Жук А. Я., Желябіна Н. К., Малишев Г. П. Основи наукових досліджень в сфері практичної механіки. Кн. 2. Експериментальні дослідження : навч. посіб. Київ: Кондор, 2012. 221 с.

3. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин : навч. посіб. Запоріжжя : видавництво ЗДІА, 1996. 145 с.

4. Гребінник В. М., Іванченко Ф. К., Ширяєв В. І. Розрахунок металургійних машин та механізмів. Київ: Вища школа, 1988. - 383 с.

5. Споруди та обладнання доменних цехів. Конспект лекцій з дисципліни для студентів денної форми навчання напряму 6.050401 – Металургія / Укл.: Крячко Г.Ю., Сафіна-Валуєва Л.О. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016. – 87 с.

6. Рабер Л. М., Єрмократьєв В. О., Мазур І. А. Несучі конструкції металургійних агрегатів: навч. посіб. для студентів спец. 133 «Галузеве машинобудування». Павлоград : АРТ Синтез-Т, 2023. 254 с.

7. Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук, Н. К. Желябіна, Г. П. Малишев, К.В. Таратута. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2017. 236 с.

8. Монтаж металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук, Н. К. Желябіна, Г. П. Малишев, К.В. Таратута. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2018. 330 с.

9. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій : навч. посіб. / О. І. Сідашенко, О. І. Тіхонов, С. О. Лузан та ін. Харків : ХНТУСГ, 2017. 361 с.

10. Машини і агрегати сталеплавильних цехів. ІІ частина. Електронне видання. URL:

https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/pidruchnuku13122023/Mahunu_i_agregatu_ztaleplavelnuh_cehiv/2_2/2_2.htm (дата звернення: 01.05.2025)

11. Машини і агрегати доменних цехів. Електронне видання. URL: https://sites.google.com/view/kravchenko— anna/ (дата звернення: 01.05.2025).

12. Заблонский К.І. Деталі машин: Підручник. – Одеса: Астропринт, 1999. 404с.

13. Кирилюк Ю.Є. Допуски та посадки. Довідник. Київ: Вища школа, 1999. 135с.

14. Технічне обслуговування металургійного обладнання/ А. Я. Жук, Н. К. Желябіна, Г. П. Малишев, К.В. Таратута. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2017. 288 с.

15. Технологія конструкційних матеріалів: навч. посіб. / П. І Літовченко, Л. П. Іванова. – Харків : НА НГУ, 2016. 306 с.

16. Напрями творчого проектування та його техніко – економічне обгрунтування. Книга 1. Навчальний посіб. / Жук А.Я., Желябіна Н.К., Таратута К.В., Коваль М.В. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2012.- 574с

17. Геврик Є. О. Охорона праці: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.

18. Напрями творчого проектування та його техніко – економічне обгрунтування. Книга 2: Навчальний посіб. / Жук А.Я., Бойко О.В., Таратута К.В., Коваль М.В. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2012.-542с.

19. Таратута К. В., Востоцький С. М. Оцінка надійності зубчастих муфт при неспіввісному з’єднанні валів. Геостратегічні трансформації та траєкторія національної безпеки в контексті відбудови і сталого розвитку України. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Запоріжжя, 25-26 травня 2023 р.). Одеса: Олді+, 2023. С. 617-618.

20. Обгрунтування економічної доцільності технічних рішень : навч.-метод. посіб. / А. Я. Жук, Н. К. Желябіна, К. В. Таратута, М. В. Коваль. – Запоріжжя : ЗДІА, 2011. – 364 с.

21. Taratuta K., Protsenko V., Vostotskyi S. Stability assessment of hydraulic

cylinders of equipment using CAD and CAE software. Information technologies: science, engineering, technology. Kharkiv: National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», 2024. C. 225-225. URL: https:/ndch.kpi.kharkov.ua/wp-content/uploads/2025/01/Zbirnik-tez-MicroCAD-2024.pdf.

22. Левченко О. Г. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях: рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації : навч. посіб. для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 30 с.

ДОДАТКИ

СПИСОК ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

№ п/п	Найменування	Кільк. листів	Формат
1	Креслення загального виду	1	А1
2	Складальні креслення	2	А1
3	Креслення експлуатаційної частини	1	А1
4	Деталювання	1	А3
5	Специфікації	1	А4