

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

кафедра металургійного обладнання  
(повна назва кафедри)

## **ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

На тему Удосконалення механізмів переміщення машин завантаження  
мартенівських печей

Виконав: студент групи 6.1331с

Борщевський Б.І.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

-

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Керівник

Таратуга К.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль

Гречаний О.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр

(перший (бакалаврський)рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація - \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру А.О.Власов

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

Завдання

**ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА**

**Борщевський Богдан Ігорович**

(прізвище,ім'я,по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських печей.

керівник кваліфікаційної роботи доцент, канд. Техн.наук Таратута К.В.

затверджені наказом вищого навчального закладу від 26 грудня 2023 року №2215-с.

2.Термін подання студентом роботи 30.05.2024.

3.Вихідні дані роботи: техніко-економічні показники роботи завалочної машини

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 значенням обов'язкових креслень):

1. Креслення загального виду – 1шт; 2. Складальні креслення – 2шт. 3. Деталювання - 2шт; 4. Специфікації – 3шт.

### Консультанти розділів роботи

| Розділ |                              | 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   | 01.01.2024-<br>20.01.2024 |          |
| 2     | Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдання | 20.01.2024<br>01.02.2024  |          |
| 3     | Виконання теоретичної частини роботи                         | 01.02.2024-<br>01.04.2024 |          |
| 4     | Виконання графічної частини                                  | 01.04.2024-<br>01.05.2024 |          |
| 5     | Оформлення роботи  | 01.05.2024-<br>20.05.2024 |          |
| 6     | Перевірка роботи консультантами                              | 20.02.2024-<br>30.05.2024 |          |
| 7     | Попередній захист  | 30.05.2024                |          |
| 8     | Переплітання роботи  | 05.06.2024                |          |
| 9     | Захист проекту у ЕК  | Згідно з графіком         |          |

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Борщевський Б.І.  
(прізвище та ім'я)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Таратута К.В.  
(прізвище та ім'я)

## АНОТАЦІЯ

Борщевський Б.І. Удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських 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, 2024р.

В роботі проведено огляд завалочної машини та аналіз її обладнання для підвищення експлуатаційних властивостей. Детально описано принцип роботи машини та її конструкцію. Проведено розрахунок механізму переміщення. Запропонована удосконалена конструкція ходових коліс машини для підвищення довговічності завантажувальної машини та її шляхів.

Ключові слова: МАРТЕНІВСКА ПІЧ, ХОДОВІ КОЛЕСА, ЗАВАЛОЧНА МАШИНА

## ABSTRACT

Borshchevskii B.I. Improvement of the mechanisms of movement of the loading machines of the March furnaces.

Graduation qualification work for obtaining a bachelor's degree in higher education, specialty 133 - Industrial mechanical engineering, supervisor K.V. Taratuta Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, department of metallurgical equipment, 2024.

The work includes an overview of the backfilling machine and an analysis of its equipment to improve operational properties. The principle of operation of the machine and its design are described in detail. The movement mechanism was calculated. An improved design of the running wheels of the machine is proposed to increase the durability of the loading machine and its tracks.

Key words: MARTENIVSKA PICH, TRAVEL WHEELS, PACKING MACHINE

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Вступ   | 6  |
| 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА   | 8  |
| 1.1 Структура мартенівського цеху та опис роботи його обладнання                                  | 8  |
| 1.2 Технічний опис завалочної машини  | 10 |
| 2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА   | 15 |
| 2.1 Удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських печей                   | 15 |
| 2.2 Розрахунок механізму переміщення завалочної машини  | 16 |
| 2.3 Розрахунок механізму переміщення моста  | 19 |
| 2.4 Розрахунок потужності привода механізму обертання хобота                                      | 25 |
| 3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА   | 30 |
| 3.1 Підготовка до капітального ремонту завалочної машини  | 30 |
| 3.2 Відомість дефектів на капітальний ремонт завалочної машини                                    | 31 |
| 3.3 Технічне обслуговування завалочної машини   | 33 |
| 3.4 Характерні види відмов завалочної машини і її ремонтпридатність                               | 35 |
| 3.5 Заходи щодо підвищення надійності й довговічності основних деталей і вузлів завалочної машини | 38 |
| 3.6 Вибір системи змащення й мастильного матеріалу для тертьових деталей завалочної машини        | 40 |
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА  | 45 |
| 4.1 Заходи по охороні праці при капітальному ремонті завалочної машини.                           | 45 |
| 4.2 Заходи по протипожежної безпеки   | 47 |
| 4.3 Заходи по промисловій санітарії   | 48 |
| 4.4 Заходи по охороні навколишнього середовища  | 51 |
| Висновки  | 53 |
| Література  | 54 |
| Додатки   | 55 |

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Під час експлуатації машини завантаження мартенівської печі спостерігається інтенсивне зношування ходових коліс механізму пересування, що призводить до скорочення міжремонтного періоду

**Мета роботи.** Для збільшення довговічності ходових коліс механізму пересування запропоновано провести модернізацію, шляхом зміни конструкції колеса.

**Отримані результати.** Існуючий механізми пересування завантажувальної машини містить попарно співвісно змонтовані ходові колеса з циліндричними контактними поверхнями. Однак при використанні механізму пересування відбувається інтенсивне зношування приводних коліс, що знижує термін їхньої служби та надійність в експлуатації.

В сучасних умовах сталого економічного розвитку та зростаючої конкуренції в металургійній галузі, забезпечення ефективного та безперебійного функціонування виробничих процесів набуває особливої важливості. Однією з ключових ланок цього процесу є мартенівське виробництво сталі, яке залишається основним методом виробництва сталі на багатьох підприємствах. Важливою складовою цього виробництва є системи завантаження мартенівських печей, від ефективності роботи яких залежить продуктивність всього технологічного циклу.

Механізми переміщення машин завантаження мартенівських печей відіграють вирішальну роль у забезпеченні стабільної роботи печей, мінімізації простоїв та оптимізації витрат на виробництво. Однак, як показує практика, багато діючих систем потребують удосконалення для підвищення їх надійності.

Актуальність даного дослідження полягає в необхідності розробки та впровадження нових технічних рішень і удосконалень існуючих механізмів, що дозволить підвищити ефективність роботи машин завантаження та забезпечити конкурентоспроможність підприємств металургійної галузі.

Метою даної дипломної роботи є аналіз існуючих механізмів переміщення, виявлення їх недоліків та розробка рекомендацій щодо їх удосконалення.

У процесі дослідження будуть розглянуті сучасні технології та інноваційні підходи до удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських печей, що включають використання передових матеріалів, автоматизації процесів та впровадження енергоефективних рішень. Одержані результати дозволять не лише підвищити продуктивність мартенівських печей, але й сприятимуть зниженню витрат на їх обслуговування.

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Структура мартенівського цеху та опис роботи його обладнання

Головна будівля мартенівського цеху комбінату ПАТ "Запоріжсталь" призначена для здійснення основного технологічного процесу виробництва сталі, що полягає у виплавці й розливанні металу.

В основі об'ємно-планувального рішення головної будівлі закладено поділ технологічного процесу виробництва сталі на два етапи: виплавку й розливання, кожний з яких сконцентрований у спеціалізованому відділенні – прогоні. У цех надходять всі вихідні матеріали, необхідні для виплавки сталі, і вивозяться продукти плавки й відходи.

Основними технологічними вантажопотоками є: подача твердих шихтових матеріалів, рідкого чавуну, виливниць для розливання сталі в зливки, вогнетривів і різних матеріалів для ремонтів, збирання сталі, шлаків, технологічних і ремонтних відходів. Перевезення всіх цих вантажів здійснюється переважно залізничним транспортом. Крім того, для виплавки сталі в мартенівських печах, потрібна велика кількість технологічного палива, води, кисню, які доставляються по трубопроводах, і електроенергії.

У мартенівську піч завантажують рідкий чавун, металевий брухт, флюси, залізню руду й легуючі домішки. Рідкий чавун у чавуновозах надходить із доменного цеху в міксерне відділення, де за допомогою міксерного крана його заливають у міксер. Для безперебійної подачі рідкого чавуну в піч встановлено два міксери. З міксерного відділення рідкий чавун у чавуновозах подається тепловозом на робочий майданчик пічного прогону. У піч рідкий чавун заливають через вікна по підвісній охолоджуваній ринві за допомогою заливного крана.

Холодну шихту (сипучі матеріали й металевий брухт) зберігають у шихтовому відділенні, розташованому в окремій будівлі. Із шихтового відділення шихту подають до мартенівських печей у мульдах, установлених



на спеціальних візках. Потяги з магнітними й сипучими матеріалами подають роздільно по естакадах з торців будівлі.

Потяги із шихтою надходять до мартенівських печей через шихтовий відкрилок, а потім по горизонтальній естакаді безпосередньо на робочий майданчик. Завантажують шихту в піч завалочними машинами. Феросплави подають у саморозвантажувальних контейнерах ємністю 4 м<sup>3</sup> на мульдових візках на лінію подрібнення розкислювачів і засипають у металеві бункери ємністю 60 м<sup>3</sup>. Заправні матеріали транспортують у переносних бункерах, пристосованих для установки на заправні машини. З мартенівської печі готову сталь випускають у розливний прогін по ринвах у сталерозливні ковші. Сталь із ковшів розливають розливним краном по виливницям. Потяг візків із залитими виливницями направляють у відділення роздягання зливків цеху підготовки потягів. Шлаки з робочого простору печей зливають через середні завалочні вікна в жужільні ковші ємністю 16 м<sup>3</sup>, установлені на візках під робочим майданчиком, заповнені ковші висувають штовхачем у розливний прогін, де краном установлюють на шлаковози.

Все устаткування цеху можна розділити на такі групи:

- підйомно - транспортне устаткування;
- устаткування для підготовки шихти;
- плавильне устаткування;
- устаткування для розливання металу.

До основного технологічного устаткування відносяться: мартенівські печі, установка випарного охолодження, міксер, підлогово–завалочна машина, заправна машина, бункери для підсипання порогів, устаткування шлакоуборки під печами, перекидні пристрої, вентилятор дмуховий, сталерозливочні ковші, шлаковози, машини для скачування шлаків, машини чищення й змащення виливниць, стаціонарні машини для виштовхування злитків. До допоміжного устаткування відносяться: торкрет – машина, установка для подачі феросплавів у сталерозливочний ківш, штовхач рейковий, конвеєри стрічкові,

окремо варті уваги змішувачі, розчинозмішувачі, лебідки для підйому заслінок і фурм.

Стопорний пристрій призначений для відкривання й закривання отворів розливочних стаканів під час розливання стали. Керування стопором ручне, на ньому передбачена установка гідроциліндра, що дозволяє здійснювати дистанційне керування. У нормальному положенні стопор щільно закриває отвір розливочного стакана за рахунок ваги деталей, що рухаються, стопора й пружини регулювання зусилля притиснення.

## **1.2 Технічний опис завалочної машини**

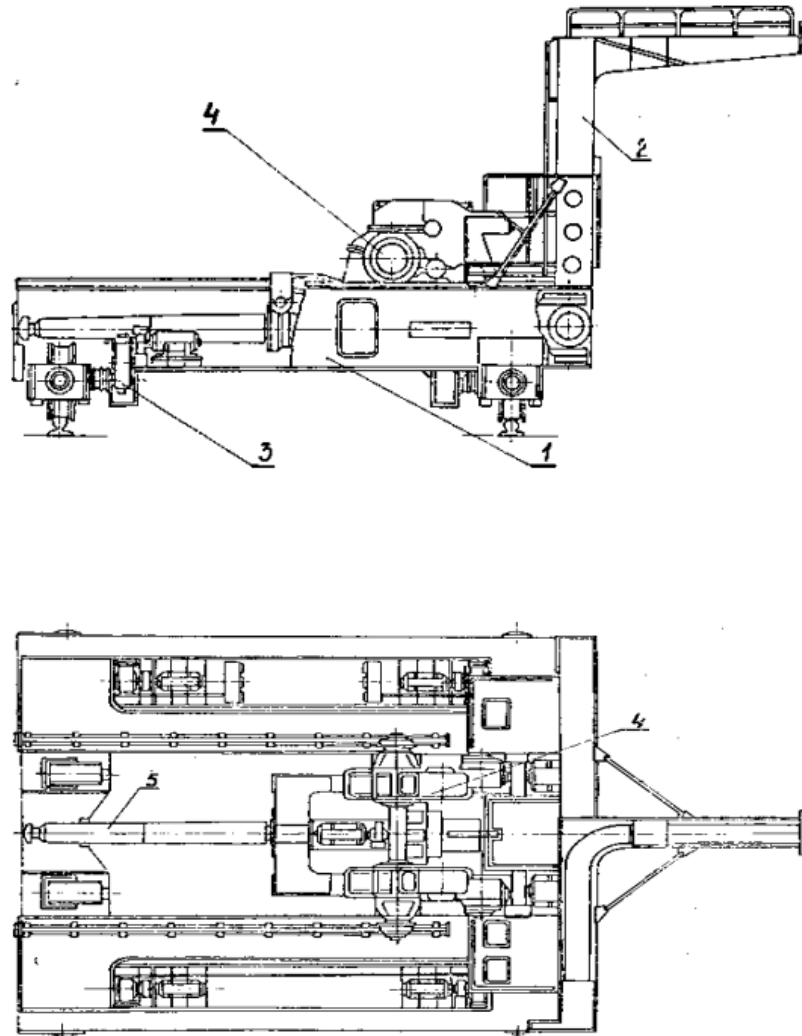
Завалочна машина (рисунок 1.1) призначена для мультимового завантаження холодних шихтових матеріалів і переміщення візків з мультимовими уздовж фронту печей.

Захоплення й підйом навантаженої мультимови, а також установку порожньої мультимови на візок і її розмикання здійснюють механізмами хитання хобота й замикавання мультимови, подачу навантаженої мультимови в грубий простір і виведення її з печі виконують механізмом пересування візка, перекидання й розвантаження мультимови в печі - механізмом обертання хобота. Переміщується завалочна машина по рейках уздовж фронту печей за допомогою двох симетрично розташованих механізмів.

У мультимовозавалювальній машині, таким чином, є п'ять механізмів: на мосту встановлені механізми її пересування, на візку досить компактно змонтовано чотири механізми: пересування візка, обертання хобота, хитання хобота й механізм замикавання мультимови.

Міст 1 підлогово-завалочної машини звареної конструкції складається із двох головних ходових балок коробчатого перетину, двох кінцевих балок і порталу струмознімача 4. Головні й кінцеві балки мосту з'єднуються за допомогою болтів і заклепок. Габарити порталу по висоті вибирають із умови проходження під ним рухливого залізничного складу. Одним з основних

вимог, пропорованих до конструкції мосту, є більша його твердість і міцність. Міст опирається на чотири приводні ходові колеса 3 через вкатні ролікопідшипникові букси вмонтовані в кінцеві балки.



1 - міст; 2 - механізм пересування; 3 – ходові колеса; 4 – портал струмознімача; 5 – кабіна машиніста

Рисунок 1.1 Підлогова – завалочна машина

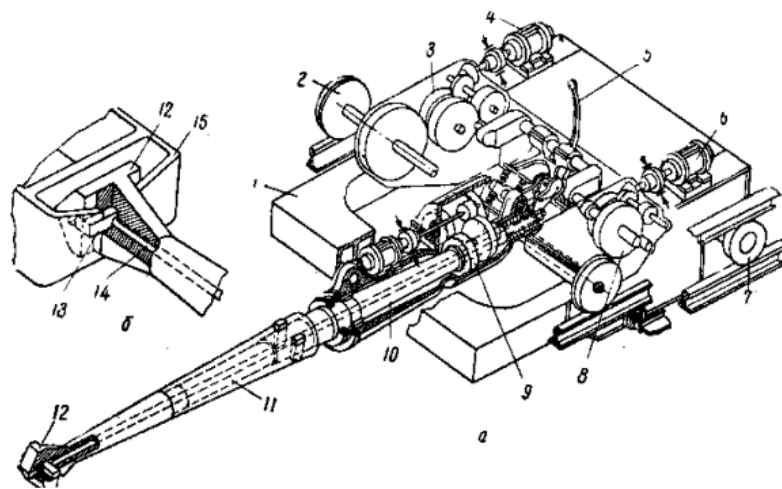
На головних ходових балках мосту покладені рейки, по яких пересувається візок машини 6 з кабіною машиніста 5. По обидві сторони мосту уздовж головних балок розміщено чотири однакові механізми пересування машини 2. На кінцевих балках мосту встановлене по два буфери для обмеження ходу візка. З кожної сторони мосту також є по два пружинні

буфери. Міст напольної завалочної машини пересувається по рейках з опуклою голівкою типу КР120.

Таблиця 1.1 Технічна характеристика завалочної машини

| Параметри                                 | Вантажопідйомність Q –<br>10тонн |
|---|----------------------------------|
| Проліт мосту (ширина колії)               | 8500                             |
| Режим роботи                              | Важкий ПВ-40%                    |
| Рід струму                                | Постійний                        |
| Напруга, в                                | 220                              |
| Швидкість, м/хв:                          |                                  |
| руху машини                               | 100                              |
| руху візка                                | 100                              |
| хитання хобота у хвилину                  | 16                               |
| обертання хобота, про/хв                  | 40                               |
| Відстань від підлоги до осі хобота,<br>мм | 1300                             |
| Виліт хобота від передньої рейки, мм      | 7100                             |
| Величина хитання хобота, мм:              |                                  |
| повне хитання                             | 1180                             |
| хід кінця хобота нагору                   | 930                              |
| хід кінця хобота вниз                     | 250                              |
| База машини, мм                           | 6080                             |
| Ширина машини по буферах, мм              | 7850                             |
| Вага машини, тонн                         | 138                              |
| Вага переміщуваного складу, тонн          | 300                              |

Механізм пересування візка (рисунок. 1.2). Обертання переднім ходовим колесам 2 візка передається від електродвигуна 4 через конічноциліндричний редуктор 3. Механізм оснащений короткоходовим гальмом типу ТКП-400. На відміну від інших гальмів машини, що діють автоматично при відключенні електродвигуна, гальмо механізму пересування візка працює в режимі аварійного гальмування. Котушка гальма увесь час включена, і гальмо спрацьовує тільки у випадку зникнення напруги. Гальмування приводу при роботі візка електричне й відбувається засобом проти ввімкнення.



а - схеми; б - вузол з'єднання голівки хобота з мульдою; 1 - рама візка; 2 - передні ходові колеса; 3 - триступінчастий конічно циліндричний редуктор; 4 - електродвигун механізму пересування; 5 - рукоятка механізму керування штоком; 6 - електродвигун механізму хитання хобота; 7 - задні ходові колеса; 8 - триступінчастий конічноциліндричний редуктор; 9 - механізм обертання хобота; 10 - мундштук; 11 - хобот; 12 - голівка хобота; 13 - сухар; 14 - шток; 15 - кишеня мульди.

Рисунок 1.2 – Механізм пересування візка

Механізм пересування машини. На мосту машини встановлено чотири однакові механізми пересування. Усі механізми працюють паралельно й синхронно. Кожний з механізмів складається з електродвигуна, гальма типу ТКП-300, триступінчастого циліндричного редуктора, установлених на

кінцевих балках мосту. Редуктори з ходовими колесами з'єднані зубчастими муфтами. Така кінематика механізму виключає установку відкритих зубчастих передач у ходових коліс, як у завалочних машинах інших конструкцій. Електродвигуни механізму пересування машини включені послідовно, що приводить до зниження швидкості. Завдяки цьому передаточне число редукторів, а отже, і їхні розміри менше.

## 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських печей

З метою збільшення довговічності машини, за рахунок забезпечення самоустановки машини при русі, контактна поверхня ходових коліс забезпечена конічною ділянкою, що звернена великим діаметром до середини машини, причому величина конусності становить 0,2-0,3, а довжина циліндричної поверхні, що примикає до меншого діаметра конічної поверхні, менша за ширину рейки.

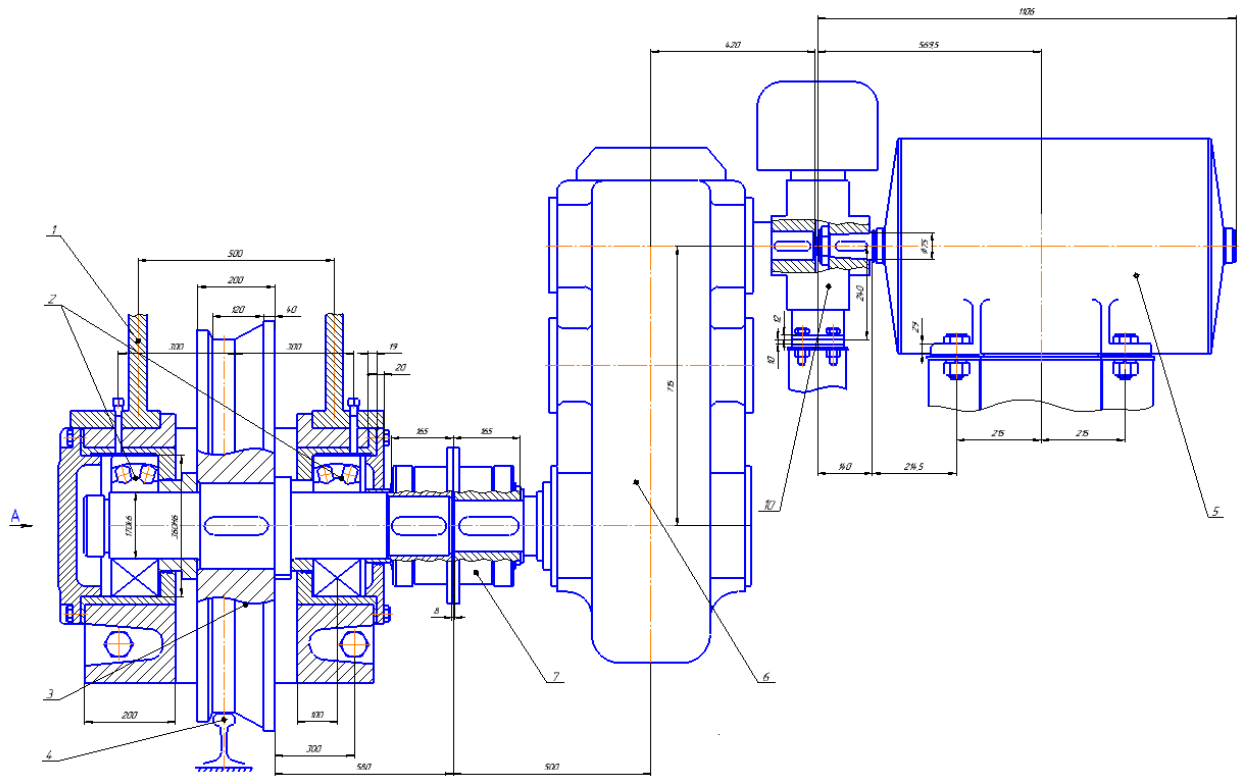


Рисунок 2.1 Схема механізму пересування

Металоконструкція, механізму переміщення містить дві поздовжні балки і дві кінцеві балки 1. На поздовжніх балках укріплені рейки, якими пересувається візок з механізмом завантаження. У кінцевих балках 1 встановлені чотири ходові колеса 3, за допомогою яких машина пересувається по коліях, що складаються з двох ниток рейок 4. Підшипники 2 ходових коліс

З можуть бути будь-якої конструкції. Кожне приводне колесо приводиться в рух окремим механізмом, кожен з яких складається з однакових за конструкцією, технічними параметрами та системою керування електродвигунів 5, зубчастих передач 6, муфт 7 та гальм 8.

Для усунення перекосу машини в процесі її експлуатації пропонується два приводні колеса з усіх чотирьох ходових коліс машини виготовити з конічно-циліндричною поверхнею кочення, причому конусність для роздільного приводу повинна дорівнювати 0,2-0,3. Конусно-циліндричні колеса встановлюються так, що вершина конуса спрямована поза прольотом машини.

Модернізований механізм переміщення працює наступним чином. Якщо в результаті перекосу механізму переміщення машини завантаження він зрушив, наприклад, до межі праворуч, і реборди коліс близько підійшли до голівки рейки, то ліве конусно-циліндричне колесо переміщається рейкою циліндричною поверхнею малого діаметра, а праве – конічною поверхнею великого діаметра. В результаті швидкість лівої сторони менше, ніж правої сторони, машина повертається в плані і центрується на коліях. На праве колесо діє горизонтальна осьова складова вертикального навантаження на колеса, а на лівому колесі такої сили немає, оскільки воно переміщується циліндричною поверхнею. Зусилля  $S$  за рахунок пружного ковзання коліс по рейках зміщує машину ліворуч, усуває силовий контакт реборд з рейками та загалом полегшує та прискорює вписування в нерівності шляху.

## 2.2 Розрахунок механізму переміщення завалочної машини

Вихідні данні:

|   |     |
|---|-----|
| Вага машини $G_M$ , т.                          | 138 |
| Вага навантаженої мурди $Q$ т.                  | 10  |
| Вага складу мурдових візків $G_C$ , т.          | 300 |
| Встановлена швидкість руху машини $u_M$ , м/хв. | 100 |



Опір пересування машини від сил тертя ходових коліс:

$$W_{\text{тр}} = (Q + G_M) \left( \frac{d\mu + 2k}{D} \right) k_p, \quad (2.1)$$

$$W_{\text{тр}} = (10000 + 138000) \left( \frac{0,02 + 2 \cdot 0,001}{1} \right) \cdot 1,1 = 6512 \text{ Н.}$$

Опір пересування машини від нахилу шляху:

$$W_y = (Q + G_M) a_y \quad a_y = 0,0015 \div 0,0020.$$

$$W_y = (10000 + 138000) \cdot 0,0015 = 222 \text{ Н.}$$

Загальна сила опору пересування машини

$$W_M = W_{\text{тр}} + W_y, \quad (2.2)$$

$$W_M = 6512 + 222 = 6794 \text{ Н.}$$

Максимальні навантаження в механізмі виникають при пересуванні складу з мульдами.

При розрахунку опорів пересування складу візків з мульдами слід мати на увазі поганий стан рейкового шляху на робочому майданчику печей: на рейках знаходяться шматки доломіту, руди, шлаку та ін. Це створює додаткові опори, які можна врахувати коефіцієнтом запасу  $\xi = 1,5 \div 2$  щодо основного коефіцієнта опору  $\omega$ . Тоді  $\omega_c = \xi \omega$ .

Розмір коефіцієнта опору руху складу візків від сил інерції  $\omega_i = 0,11$  а, де середніми значеннями прискорення вважатимуться  $a = 0,05 \div 0,25 \text{ м/с}^2$ . Опір руху складу на закругленнях колії:

$$W_K = G_c \frac{700}{R_1} \left( \frac{l_1}{l_c} \right), \quad (2.3)$$

$$W_K = 300 \cdot \frac{700}{50} \left( \frac{10}{100} \right) = 420000 \text{ Н,}$$

де  $R_1$  та  $l_1$  – радіус заокруглення та довжина криволінійного шляху;

$l_c$  – довжина складу візків з мульдами.

Сила, необхідна для переміщення складу візків з мульдами:

$$W_c = G_c (\omega_c + \omega_i) + W_K, \quad (2.4)$$

$$W_c = 300000 \cdot (100 + 0,11) + 420000 = 954000 \text{ Н.}$$

Сила супротиву переміщенню завалювальної машини без обліку тертя в ребордах:

$$W_M = G_M \left( \frac{d\mu + 2k}{D} + a_y \right), \quad (2.5)$$

$$W_M = 138000 \cdot \left( \frac{0,02 + 2 \cdot 0,001}{1} + 0,0015 \right) = 3243 \text{ т.}$$

При пересуванні складу до кінця хобота завалочної машини прикладається сила  $W_c$  що викликає поворотний момент  $W_c c$  відносно осі машини. Під дією цього моменту виникає перекіс машини з появою горизонтальних реактивних сил  $H$ , прикладених до ребордів діагонально розташованих ходових коліс.

З рівності моментів  $W_c = Hb$  знаходимо:

$$H = \frac{W_c c}{b}, \quad (2.6)$$

$$H = \frac{954000}{7,85} = 121518 \text{ Н.}$$

Додаткові сили опору пересування машини від горизонтальних сил  $H$ :

$$W_r = 2H\mu_1, \quad (2.7)$$

$$W_r = 2 \cdot (121518 \cdot 0,15) = 36455,5 \text{ Н,}$$

де  $\mu_1$  – коефіцієнт тертя ковзання реборд по рейці ( $\mu_1=0,15$ ).

Сумарна сила статичного опору, яку має подолати механізм пересування завалочної машини при штовханні складу:

$$W_{об} = W_c + W_M + W_r, \quad (2.8)$$

$$W_{об} = 954000 + 3243000 + 1380000 = 5177000 \text{ Н.}$$

Швидкість пересування складу мультискладових візків приймають дещо меншою, ніж номінальна швидкість пересування завалочної машини  $v_c = 0,80v_M$ .

Потужність електродвигуна визначають виходячи із статичних та інерційних навантажень під час пуску.

При пуску завалочної машини в момент штовхання складу візків мульдових повинна бути забезпечена стійка робота машини без порушення зчеплення ходових коліс з рейками (без пробуксовок). Величину припустимого прискорення при пуску машини можна визначити за формулою:

$$a_{II} = \frac{G_M(\mu_{сц} - k_{сц}\omega_M) + G_c\omega_c \left( \frac{2c\mu_{сц}}{b} - k_{сц} \right)}{G_M k_{сц} - G_c \left( \frac{2c\mu_{сц}}{b} - k_{сц} \right)} g, \quad (2.9)$$

$$a_{II} = \frac{138 \cdot 10^6 \cdot (0,2 - 1,1 \cdot 0,1) + 300 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot (2 \cdot 0,2 - 1,1)}{138 \cdot 10^6 \cdot 1,1 - 300 \cdot 10^6 \cdot (2 \cdot 0,2 - 1,1)} \cdot 9,8$$

$$= -11.16 \text{ м/с}^2,$$

де  $k_{сц}$  - припустимий запас зчеплення,  $k_{сц} \geq 1,1$ ;  $\mu_{сц}$  — коефіцієнт зчеплення провідних ходових коліс з рейками (для завалочних машин у 2-3 рази більше, ніж для кранів);  $\omega_M$ ,  $\omega_c$  - коефіцієнти опорів пересування відповідно машини та мульдового складу;  $b$ ,  $c$  - розміри.

Мінімально допустиме прискорення машини під час запуску  $a_{II} \cdot \min = 0,2 \text{ м/с}^2$ .

Статична потужність електродвигуна:

$$P_{ст} = \frac{\sum W_{v_c}}{\eta_M}, \quad (2.10)$$

$$P_{ст} = \frac{100}{76},$$

де  $v_c$  - швидкість переміщення состава, м/с;  $\eta_M$  - к.п.д. механізму.

### 2.3 Розрахунок механізму переміщення моста

Механізм переміщення моста. Міст завалочної машини спирається на чотири ходові колеса, які мають індивідуальний редукторний привід або наводяться попарно з поділом крутного моменту через трансмісійні вали. При

розрахунках механізму пересування завалочної машини враховують опір пересування машини та складу мульдкових візків, опір руху від можливого ухилу шляху.

Опір пересування машини від сил тертя ходових коліс:

$$W_T = (Q + G_M)\omega_M, \quad (2.11)$$

$$W_T = (10000 + 138000) \cdot 0,022 = 3256 \text{ Н.}$$

опір пересування машини від ухилу шляху:

$$W_y = (Q + G_M)a_{y,\Pi}, \quad (2.12)$$

$$W_y = (10000 + 138000) \cdot 0,0015 = 222 \text{ Н,}$$

де  $Q$  – вага навантаженої мульди;  $G_M$  = вага машини;  $\omega_M = (fd+2k) \cdot \frac{k_p}{D}$  – коефіцієнт опору руху моста;  $a_{y,\Pi} = 0,0015$  – нахил шляху.

Загальний опір пересування машини, кН:

$$W_M = W_T + W_y, \quad (2.13)$$

$$W_M = (3256 + 222) \cdot 1000 = 3,478 \text{ кН.}$$

Статична потужність приводу, кВт:

$$P_{\text{сф}} = \frac{W_M v_M}{\eta_M}, \quad (2.14)$$

$$P_{\text{сф}} = \frac{3478 \cdot 1,667}{0,85} = 6,822 \text{ кВт.}$$

де  $v_M$  – швидкість переміщення состава, м/с;  $\eta_M$  – к.п.д. механізму.

Максимальні навантаження в механізмі виникають при пересуванні складу візків з мульдами. При розрахунку опору пересування складу візків з мульдами враховують поганий стан рейкового шляху робочого майданчика печей. Шлях зазвичай покритий шаром пилу, на рейках знаходяться шматки доломіту, руди, шлаку та ін. Це створює додаткові опори, які позначаються на величині основного коефіцієнта опору руху  $\omega_c$ . За даними експериментальних досліджень, цей коефіцієнт становить  $\omega_c = 9,2 \dots 10,5 \text{ Н/кН}$ :

Коефіцієнт опору руху складу візків від сил інерції  $\omega_H = 0,11$  а, де  $a$  - прискорення при пуску, м/с<sup>2</sup>.

Коефіцієнт опору від кривизни шляху під час руху состава на закругленнях, за експериментальними даними,  $\omega_3 = 4,2\text{Н/кН}$ .

Загальний опір пересування візків із мульдами:

$$W_a = G_G(\omega_g + \omega_u) + G_c\omega_g, \quad (2.15)$$

$$W_a = 138(4.2 + 0.11) + 300 \cdot 1,667 = 1853 \text{ кН},$$

де  $G_g$  - сумарна вага складу;  $G_c$  - вага візків з мульдами, що знаходяться на заокругленні.

При пересуванні складу візків з мульдами до хоботу завалочної машини прикладається сила, яка створює момент щодо осі моста та викликає перекид машини. У ребордах діагонально розташованих коліс виникає сила реакції:

$$\sum F = \frac{W_c l}{0,5 \sin a}, \quad (2.16)$$

$$\sum F = \frac{1000 \cdot 5}{0,5 \cdot 0,087} = 115 \text{ кН},$$

де  $l$  - відстань від середини коліс мульдкових візків до центру ваги машини;  $a$  - кут відхилення сили тертя щодо осі рейки у горизонтальній площині.

Опір пересування машини від горизонтальних сил, що виникають при пересуванні складу:

$$W_r = \sum F f_c \sin a = 2 \cdot W_c l f_c \div 0,5 \cdot B, \quad (2.17)$$

$$W_r = 2 \cdot 1000 \cdot 5 \cdot 0,15 \cdot 6,08 = 4934 \text{ кН},$$

де  $f_c$  - коефіцієнт тертя ковзання між ребордою колеса та рейкою ( $f_c = 0,15$ );  $B$  - база машини.

Сумарний опір, який долає механізм руху завалочної машини при штовханні складу:

$$\sum W = W_m + W_c + W_r, \quad (2.18)$$

$$\sum W = 3478 + 1000 + 4934 = 9412 \text{ кН}.$$

Швидкість преміщення машини при штовханні состава зазвичай знаходиться в межах 0,7-0,9 від звичайної швидкості руху.

Статична потужність електродвигуна:

$$P_{ст} = \frac{\sum W_{v_c}}{\eta_m}, \quad (2.19)$$

$$P_{ст} = \frac{100}{0,85},$$

де  $v_c$  – швидкість переміщення состава, м/с;  $\eta_m$  – к.п.д. механізму.

Перевірка машини на перекоос та рівновагу руху без буксування виробляють як рішення однієї задачі. Рівняння граничного стану:

$$\sum F \cos a = W_c + P_{н.м.}, \quad (2.20)$$

$$B \sum F \sin a = 2W_c l,$$

де  $F$  – сила тертя між колесами та рейками;  $P_{н.м.}$  – сили інерції при запуску машини:

$$W_c = W_{cc} + W_{ис} = G_c \omega_o + G_c \omega_з + G_c \omega_{и}. \quad (2.21)$$

Виключая  $a$  за рівняння (2.21), отримуємо:

$$W_{cc} = G_m \frac{-a \left( G_m + \frac{G_c}{G_m} + 4 \frac{G_c}{G_m} \frac{l^2}{B^2} \right) + \sqrt{f_c \left( 1 + \frac{4l^2}{B^2} - 4 \frac{a^2 l^2}{g^2 B^2} \right)}}{1 + 4 \left( \frac{l}{B} \right)^2}, \quad (2.22)$$

$$W_{cc} = 34,8,$$

де  $G_m$  – вага машини;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $a$  – прискорення машини.

Формула (2.22) дозволяє визначити максимальний статичний опір переміщення состава, яке машина долає без перекоосу та буксування коліс.

$$W_{cc.max} = f_c G_m - (G_c + G_m) \frac{a}{g}, \quad (2.23)$$

$$W_{cc.max} = 0,15 \cdot 138 - (138 + 138) \frac{0,11}{9,8} = 20,7 \text{ т.}$$

Для встановленого руху, коли  $a/g=0$ ,

$$W_{cc} = \frac{f_c G_M}{\sqrt{1 + 4 \frac{l^2}{B^2}}}, \quad (2.24)$$

$$W_{cc} = \frac{0,15 \cdot 138}{\sqrt{1 + 4 \frac{7,85^2}{6,08^2}}} = 7,5 \text{ т.}$$

Гранична вага состава, не викликаючий перекося та пробуксовки при пуску:

$$G_c = G_M \frac{-\frac{a}{g} + \sqrt{f_0^2 \left(1 + 4 \frac{l^2}{B^2} - \frac{F_{a^2} l^2}{q^2 B^2}\right)}}{\left[\frac{a}{g} + (\omega_c + \omega_3)\right] \left(1 + \frac{4l^2}{B^2}\right)}. \quad (2.25)$$

$$G_c = 1,2 \text{ т.}$$

При встановленому русі:

$$G_c = \frac{f_c G_M}{(\omega_c + \omega_3) \sqrt{1 + 4 \frac{l^2}{B^2}}}. \quad (2.26)$$

$$G_c = \frac{0,15 \cdot 138}{(4,2 + 0) \cdot \sqrt{1 + 4 \frac{7,85^2}{6,08^2}}} = 1,5 \text{ т.}$$

Максимальне прискорення машини, не викликаюче перекося та буксування:

$$a = g \frac{f_c \sqrt{1 + \frac{4l^2}{B^2}} - G_c (\omega_c + \omega_3) \left(1 + \frac{4l^2}{B^2}\right) \frac{1}{G_M}}{1 + \frac{G_c l^2}{G_M B^2}}. \quad (2.27)$$

$$a = 0,3824 \text{ м/с}^2$$

Час пуску та гальмування машини визначають наступним чином. Момент інерції, приведений к валу електродвигуна, з урахуванням втрат при пуску та гальмуванні:

$$I_{пр} = \delta(I_{я} + I_T + I_M) + \frac{G_M v_M^2}{2g \omega^2 \eta_M}, \quad (2.28)$$

$$I_{\text{пр}} = 53,2$$

$$I_{\text{пр.1}} = \delta(I_{\text{я}} + I_{\text{т}} + I_{\text{м}}) + \frac{G_{\text{м}}v_{\text{м}}^2}{2g\omega^2} \cdot \eta_{\text{м}}$$

$$I_{\text{пр.1}} = 7,2.$$

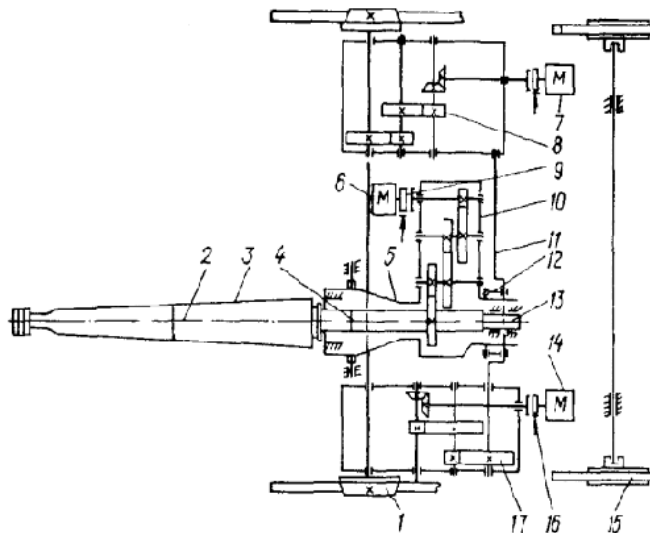
де  $\delta$  – коефіцієнт, урахувуючий вплив обертання мас передаточного механізму ( $\delta=1,15$ );  $I_{\text{я}}$  – момент інерції якоря електродвигуна;  $I_{\text{т}}$  – момент інерції гальмівного шківів;  $I_{\text{м}}$  – момент інерції муфти;  $\omega$  – кутова швидкість електродвигуна.

Статичний момент супротиву переміщення без урахування нахилу шляху:

$$M_{\text{ст}} = \frac{\sum WD}{(2 \cdot u \eta_{\text{м}})}, \quad (2.29)$$

$$M_{\text{ст}} = \frac{1 + 138}{2 \cdot 19,8 \cdot 0,85} = 2,958 \text{ кН},$$

де  $D$  – діаметр ходового колеса;  $u$  – передатне число редуктора.



1,15 - передні та задні колеса; 2 – шток; 3 – хобот; 4 – мундштук; 5 – хитаюча рама; 6 – електродвигун механізму обертання хобота; 7 – електродвигун механізму переміщення; 8,10,17 – редуктора; 9,16 – гальма; 11 – колінчастий вал; 12 – шатун; 13 – стопорний механізм; 14 – електродвигун механізму хитання хобота.

Рисунок 2.2 Схема механізму візка підлогово-завалювальної машини



## 2.4 Розрахунок потужності привода механізму обертання хобота

|   |      |
|---|------|
| Вага навантаженої мурди Q, кН                         | 100  |
| Вага хобота G1, кН                                    | 33,1 |
| Вага мундштука й деталей підшипникових вузлів G2 , кН | 31,2 |
| Вага приводного зубчастого колеса G3 , кН             | 3,2  |
| частота обертання хобота nх, об/хв                    | 40   |
| діаметр опор мундштука: dа, мм                        | 400  |
| dв, мм  | 170  |
| відстань від осі хобота до дна мурди R, м             | 0,45 |

Вага завантаженої мурди має бути двокрапка:

$$G_M = Q \cdot g, \quad (2.31)$$

$$G_M = 10 \cdot 10 = 100 \text{ кН.}$$

Знаходимо реакції опор R<sub>A</sub> і R<sub>B</sub>:

Схема навантажень показано на рисунку 2.3.

Рівняння моментів щодо опори А:

$$\sum M_A = 0;$$

$$G_M \cdot l + G_1 \cdot l_1 - G_2 \cdot l_2 - G_3 \cdot l_3 - R_B \cdot b = 0, \quad (2.32)$$

$$R_B = \frac{100 \cdot 5,35 + 33,1 \cdot 2 - 31,2 \cdot 1,5 - 3,2 \cdot 2,5}{3,25} = 163,1 \text{ кН.}$$

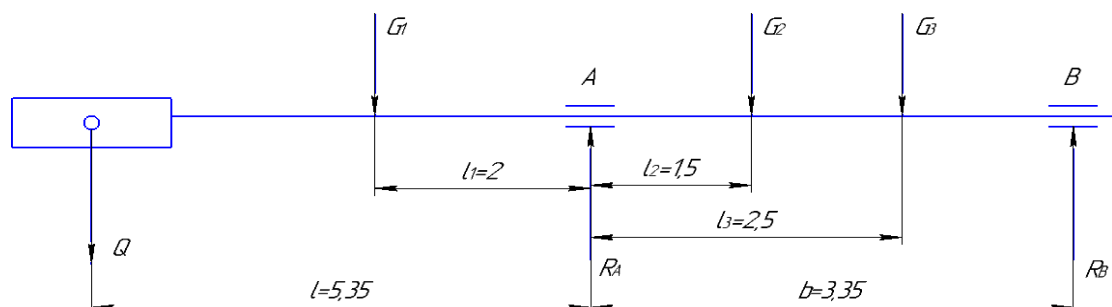


Рисунок 2.3 Розрахункова схема механізму обертання хобота

Рівняння моментів щодо опори В:

$$\sum M_B = 0;$$

$$G_M \cdot (l + b) + G_1 \cdot (l_1 + b) + G_2 \cdot (b - l_2) + G_3 \cdot (b - l_3) + R_A \cdot b = 0, \quad (2.33)$$

Підставивши числові значення в (2.11), одержимо

$$R_A = \frac{-100 \cdot (2 + 3,35) - 33,1 \cdot (5,35 + 3,35) - 31,2 \cdot (3,35 - 1,5) - 3,2 \cdot (3,35 - 2,5)}{3,35} = 263,7 \text{ кН.}$$

Момент тертя в опорах залежить від величини реакції і діаметрів цапф підшипників кочення:

$$M_{\text{ТР}} = R_A \cdot f \frac{d_a}{2} + R_B f \frac{d_b}{2}, \quad (2.34)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя в підшипниках опор  $f=0,0015$ ;

$$M_{\text{ТР}} = -263,7 \cdot 0,015 \frac{0,4}{2} + 163,1 \cdot 0,015 \frac{0,17}{2} = -0,58 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Сила тертя між дном мульди і матеріалом печі:

$$F_M = G_{M1} \cdot f_1. \quad (2.35)$$

де  $G_{M1}$  – тиск навантаженої мульди на шихту

$$G_{M1} = (0,4 \dots 0,5) \cdot G_M, \quad (2.36)$$

$$G_{M1} = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ кН.}$$

$f_1$  – коефіцієнт тертя мульди о шихту  $f_1=0,3$ ;

$$F_m = 50 \cdot 0,3 = 15 \text{ кН.}$$

Момент від сил тертя в опорах мундштука відносно осі обертання:

$$M_f = F_M \cdot R, \quad (2.37)$$

де  $R$  – відстань від осі обертання до дна мульди  $R=0,45$  м.

Підставивши числові значення в (2.16), одержимо

$$M_f = 15 \cdot 0,45 = 6,75 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Загальний момент опору:

$$M_M = M_{\text{тр}} + M_f, \quad (2.38)$$

Підставивши числові значення в (2.17), одержимо

$$M_M = -0,58 + 6,75 = 6,1 \text{ кН.}$$

Потужність електродвигуна

$$N = \frac{M_M \cdot n_x}{9550 \cdot \eta}, \quad (2.39)$$

де  $n_x$  – число обертів хобота у хвилину  $n_x=40$  об/хв;

$\eta$  – к.к.д. передавального механізму  $\eta \approx 0,94$ .

Підставивши числові значення в (2.18), одержимо

$$N = \frac{6100 \cdot 40}{9550 \cdot 0,94} = 48 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун:

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Тип електродвигуна              | Д -810 |
| потужність $P_d$ , кВт          | 50     |
| частота обертання $n_d$ , об/хв | 520    |

Обраний електродвигун відповідає паспортному, який використовується на завалочних машинах у цей час.

## 2.5 Основні силові і кінематичні параметри привода механізму обертання хобота

|  |     |
|--|-----|
| Вихідні данні:                         | 50  |
| Потужність електродвигуна $n$ , об/хв  | 520 |
| Частота обертання хобота $n_x$ , об/хв | 40  |

Загальне передаточне число привода:

$$U = \frac{n}{n_x}, \quad (2.40)$$

$$U = \frac{520}{40} = 13.$$

Розподіл загального передаточного числа:

$$U = U_1 \cdot U_2 \cdot U_3, \quad (2.41)$$

де  $U_1$  – передаточне число I ступеня,  $U_1 = 2,38$ ;

$U_2$  – передаточне число II ступеня  $U_2 = 3,56$ ;

$U_3$  – передаточне число III ступеня  $U_3 = 1,8$ ;

$$U = 2,38 \cdot 3,56 \cdot 1,8 = 7,74.$$

Частота обертання і кутова швидкість вхідного валу редуктора:

$$n_1 = n = 520 \text{ об/хв}$$

$$\omega_1 = \frac{n}{9.55} = \frac{520}{9.55} = 54.45 \frac{\text{рад}}{\text{с}}, \quad (2.42)$$

Частота обертання і кутова швидкість проміжного валу редуктора:

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1} = \frac{520}{2.38} = 218.5 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \quad (2.43)$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_1} = \frac{54.45}{2.38} = 22.89 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (2.44)$$

Частота обертання і кутова швидкість другого проміжного валу редуктора:

$$n_3 = \frac{n_2}{U_2} = \frac{218,5}{3,56} = 61,4 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \quad (2.45)$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{U_2} = \frac{28,89}{3,56} = 8,11 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (2.46)$$

Частота обертання і кутова швидкість вихідного валу редуктора-хобота:

$$n_4 = \frac{n_3}{U_3} = \frac{61,4}{1,8} = 34,1 \frac{\text{об}}{\text{хв}}. \quad (2.47)$$

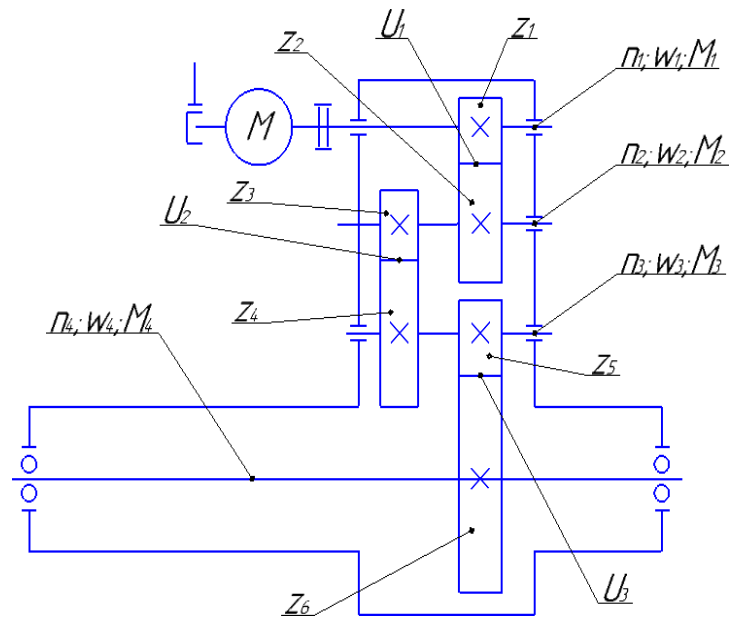


Рисунок 2.3 Кінематична схема механізму обертання хобота

$$\omega_3 = \frac{\omega_3}{U_3} = \frac{8,11}{1,8} = 4,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}. \quad (2.48)$$

Крутний момент, який передає вхідний вал редуктора:

$$M_1 = \frac{P}{\omega_1} = \frac{50}{54,45} = 0,91 \text{ кН}. \quad (2.49)$$

Крутний момент, який передає перший проміжний вал:

$$M_2 = M_1 \cdot U_1 = 0,91 \cdot 2,38 = 2,16 \text{ кН}. \quad (2.50)$$

Крутний момент, який передається другим проміжним валом:

$$M_3 = M_2 \cdot U_2 = 2,16 \cdot 3,56 = 7,7 \text{ кН}. \quad (2.51)$$

Крутний момент, який передається мундштуком:

$$M_4 = M_3 \cdot U_3 = 7,7 \cdot 1,8 = 13,86 \text{ кН}. \quad (2.52)$$

Бакалаврською роботою пропонується замінити болти М20 на М24, у результаті чого аварійні зупинки машини із за порушення цілісності кріплення практично будуть зведені до нуля.

### 3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Підготовка до капітального ремонту завалочної машини

У меті своєчасного та якісного проведення капітального ремонту проводяться:

- дефектно-кошторисна підготовка, до якої належить складання відомості дефектів та кошторису на обладнання, яке планують ремонтувати;
- конструкційна підготовка, яка включає в себе розроблення методів проведення запланованого ремонту, підготовку робочої території, виробництво або замовлення на інших підприємствах | необхідних запасних частин та вузлів;
- матеріальна підготовка проводиться з метою виділення коштів на ремонт, а також на необхідне допоміжне обладнання, запасні частини та на оплату праці працівників;
- організаційна підготовка полягає в розробці операційного графіку виконання ремонту, розподілу робіт у часі, що забезпечує їх виконання у заданий строк, а також у визначенні необхідної кількості працівників.

На підставі дефектно-кошторисної та конструкційної підготовки ремонту, що складає подетальний організуючий документ: Проект організації проведення капітального ремонту (ПОР).

ПОР на капітальний ремонт розробляється для рішення технічних, господарських і інших питань, зв'язаних з виконанням капітального ремонту.

В склад цього проекту входять наступні питання:

- відомість дефектів на капітальний ремонт;
- план майданчика на котрому будуть виконуватись ремонтні роботи;
- опис раціональних способів ведення ремонтних робіт з урахуванням застосування ефективних механізмів і механізація збірних і

слюсарних робіт; відомість виробів, заготовок, деталей і матеріалів, котрі потрібно виготовити силами цеху, або придбати на стороні;

- перелік механізмів, такелажних засобів і пристосувань інструменту і засобів транспорту, необхідних для виконання ремонтних робіт;

- рекомендації по виконанню робіт безпечними методами; Для складання ПОР необхідно:

- настановні креслення димового клапану;

- план ремонтного майданчика з нанесенням на ньому схем енергопостачання, водопостачання, повітропостачання, паропостачання, залізничних шляхів, автомобільних під'їздів;

- схема фундаменту з геодезичним його обґрунтуванням, якщо намічається - знімання обладнання фундаменту;

- технічні умови на збір і монтаж механізмів, машин та ін;

### **3.2 Відомість дефектів на капітальний ремонт завалочної машини**

Відомість дефектів є базовим документом, на основі якого встановлюється об'єм ремонтних робіт і потреба в матеріалах, металоконструкціях, запасних частинах, допоміжному обладнанні. Відомість дефектів включає в себе перелік деталей і вузлів обладнання з вказівкою необхідних ремонтних робіт. Відомість дефектів складає заступник начальника виробничого цеху по обладнанню, механіком цеху за участю ремонтного і експлуатаційного персоналу, котрий забезпечує щомісячне обслуговування і профілактичні огляди.

Відомість дефектів складається не менш, ніж за 6 місяців до початку ремонту, а якщо необхідно робити замовлення на інші підприємства, то відомість дефектів складається не менш, ніж 12-18 місяців до початку ремонту.

Дефектна відомість складається в 5 екземплярах: для цеху, для управління ремонтами підприємства, коштористого відділу, виконавця роботи і планового відділу. На основі відомості дефектів конструкторське бюро або

проектний відділ виконують підбір всіх креслень, деталей і вузлів, вказаних у відомості, уточнюють їх номери, перевіряють і, при необхідності, виправляють робочі і ремонтні креслення. На запасні частини (вузлів і деталей), виготовлені заздалегідь за попередніми розмірами і збережені на складі, підготовлюють ескізи за уточненими розмірами на кінцеву обробку, а на поновлювальні деталі - видають ескізи або додаткові ремонтні креслення. При проведенні капітальних ремонтів розроблюються технічні проекти на реконструкцію або модернізацію.

Після узгодження і затвердження відомості дефектів кошторисний відділ на основі діючих преїскурантних цін на матеріали, металокопструкції, допоміжне обладнання і з урахуванням фактичної собівартості металокопструкцій, виготовлених в ремонтно-механічних цехах підприємства, урахуванням деталей, вузлів запасних частин, здійснюють розрахунок витрат на ремонт і складають кошторис на виконання ремонтних робіт. Кошторисно-фінансові розрахунки узгоджують із замовником і виконавцем і затверджуються технічним директором (головним інженером).

Відомість дефектів, технічний проект, робочі креслення передаються виконавцю - ремонтній організації, котра розроблює детальний ПОР і відомість дефектів на капітальний ремонт завалочної машини додається (додаток А).

Відомість допоміжного обладнання, інструменту і засобів для проведення капітального ремонту завалочної машини приведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Відомість обладнання

| № | Найменування                           | Одиниця виміру | Кількість | Примітка              |
|---|--|----------------|-----------|-----------------------|
| 1 | Електролебідка Q = 10 тонн             | Шт.            | 1         | Монтаж і демонтаж     |
| 2 | Канат сталевий ГОСТ 26889-80<br>ø9,6мм | П.м.           | 400       | Розвантаження, монтаж |



Продовження таблиці 3.1

|    |   |           |   |                          |
|----|---|-----------|---|--------------------------|
| 3  | Лебідка ручна монтажна Q = 1<br>тонн              | Шт.       | 2 | Відтяжка                 |
| 4  | Зварювальний апарат                               | Шт.       | 2 | Зварювальні роботи       |
| 5  | Гідравлічна ручна станція                         | Шт.       | 2 | Розжим                   |
| 6  | Домкрат гідравлічний Q = 50<br>тонн               | Шт.       | 4 | Розжим                   |
| 7  | Різак газовий                                     | Шт.       | 2 | Газова різка             |
| 8  | Кабель зварювальний, щиток<br>електрозварювальний | Ком<br>п. | 2 | Зварювальні роботи       |
| 9  | Строп СКП-0,63 L = 2000                           | Шт.       | 4 | Розвантаження,<br>монтаж |
| 10 | Строп СКП-0,4 L = 3000                            | Шт.       | 2 | Розвантаження,<br>монтаж |
| 11 | Клин монтажний                                    | Шт.       | 4 | Слюсарні роботи          |
| 12 | Ключі ріжкові, торцеві                            | Ком<br>п. | 2 | -                        |
| 13 | Кувалда   | Шт.       | 2 | Слюсарні роботи          |
| 14 | Молоток   | Шт.       | 4 | -                        |
| 15 | Зубило слюсарне                                   | Шт.       | 4 | -                        |
| 16 | Окуляри захисні                                   | Шт.       | 2 | Захисні засоби           |

### 3.3 Технічне обслуговування завалочної машини

Технічне обслуговування - це виробничий процес відновлення заданого рівня експлуатаційної надійності устаткування.

Розрізняють три види технічного обслуговування: внутрішнє обслуговування, профілактичний огляд і ремонт.

Ціль внутрішнього обслуговування-попередити аварійні простой агрегатів через неправильну експлуатацію, передчасне зношування деталей, порушення взаємного положення ланок і функціонування систем змащення.

Черговий, ремонтний і експлуатаційний персонал контролює під час роботи устаткування інтенсивність і тональність шумів у редукторах, температуру вузлів тертя, наявність різьбових, шпонкових і інших з'єднань, подачу мастильних матеріалів, величину робочих навантажень і якість продукції. Результати внутрішнього обслуговування фіксують бригадири, змінні механіки й начальники змін у журналах приймання й здачі змін.

Профілактичні огляди виконують інженерно-технічні працівники: помічник начальника цеху по устаткуванню один раз на місяць, а майстер ділянки не рідше одного разу на тиждень. Мета оглядів виявити дефекти й визначити величину зношування схованих вузлів (підшипників, шийок валів, направляючих і ін.) Результати оглядів записують в агрегатні журнали.

Ремонт — це процес відновлення визначальних параметрів (зазорів, зусиль попереднього затягування, ресурсу деталей), по яких оцінюють працездатність устаткування. Головною причиною погіршення визначальних параметрів є зношування деталей.

Для прибування устаткування в справному робочому стані необхідно: ретельно оглядати устаткування при прийманні змін і усувати

виявлені при цьому дефекти й несправності;

проводити обслуговування устаткування протягом зміни;

періодично інженерно-технічному персоналу робити перевірку стану устаткування;

періодично проводити ревізії й ремонти устаткування. Приймання змін повинно проводитися в такому порядку:

той що здає зміну робить запис у журналі змінних рапортів про стан устаткування, що обслуговується їм, про несправності, виявлені під час роботи, і про заходи, прийняті для їх усунення, а також сповіщає про це тому, хто ухвалює зміну;

той що приймає зміну разом з, тим що здає оглядають устаткування, що обслуговується й перевіряють записи, зроблені в журналі змінних рапортів

при прийманні зміни, той що приймає, і той що здає зміну розписуються у журналі змінних рапортів, після чого зміна вважається прийнятою

Приймаючий зміну обов'язково повідомляє свого майстра про те, що зміна прийнята, і в якому стані перебуває устаткування. У випадку виявлення несправностей, при яких робота устаткування забороняється, той хто ухвалює зміну робить про це запис у журналі змінних рапортів і повідомляє

майстра. Устаткування може бути пущене в роботу тільки після усунення несправностей і одержання дозволу майстра (бригадира) на пуск.

При технічному обслуговуванні приводу завалочної машини необхідно перевіряти:

роботу вузлів і приводів на слух і візуально;

з появою витоків мастила з гідросистеми — зупинити привод, виявити й усунути несправності.

Забороняється:

робота вузлів при незадовільному змащенні вузлів привода;

у всіх випадках виявлення якої-небудь несправності вмикати привод завалочної машини.

Ревізії й ремонти завалочної машини проводити не рідше двох раз на місяць, при цьому:

### **3.4 Характерні види відмов завалочної машини і її ремонтпридатність**

Найважливішим поняттям у теорії надійності є працездатний стан і відмова.

Працездатність - це такий стан об'єкта при якому він здатний виконувати задані функції зберігаючи значення заданих параметрів, у межах зазначених нормативно-технічною документацією (НТД).

Відмовою називається подія, що полягає в порушенні працездатності об'єкта. Стан при якому об'єкт відповідає всім вимогам НТД, називається справним. Порушення справності об'єкта називається ушкодженням.

Надійність - це властивість об'єкта виконувати задані функції, зберігаючи в часі експлуатаційних показників у заданих межах, відповідних до заданих режимів і умов використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання й транспортування.

Основними властивостями, що характеризують надійність, є безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність.

Безвідмовність - властивість об'єкта безупинно зберігати працездатність протягом деякого часу. Під наробітком розуміють тривалість або обсяг роботи об'єкта, виражений у циклах, тонах або інших одиницях.

Довговічність - властивість об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування й ремонтів. Під граничним станом мають на увазі стан об'єкта, при якому його подальша експлуатація повинна бути припинена через непереборне порушення вимог безпеки, непереборного виходу заданих параметрів за встановлені межі, непереборного зниження ефективності експлуатації нижче припустимої або необхідності проведення капітального ремонту. Довговічність характеризується ресурсом і терміном служби

Термін служби - календарна тривалість експлуатації об'єкта.

Ремонтпридатність - властивість об'єкта, що полягає в пристосуванні до попередження й виявленню виникнення причин його відмов, ушкоджень і усуненню їх наслідків шляхом проведення ремонтів і технічного обслуговування.

Об'єкти діляться на відновлювані й не відновлювані залежно від того, яке ухвалено рішення у випадку відмови об'єкта.

Відмови металургійного устаткування класифікують по декільком ознакам. Залежно від швидкості зміни заданих параметрів об'єкта розрізняють раптові й поступові відмови.

По характеру виникнення відмови діляться на конструктивні, виробничі (виниклі в результаті порушення встановленого процесу виготовлення або ремонту об'єкта) і експлуатаційні, пов'язані з порушенням правил експлуатації.

При вмиканні механізму хитання хобота, підйом та опускання його не виконується. Причини та методи усунення відмови:

- поламався колінчастий вал механізму. Необхідно колінчастий вал замінити. Хобот не піднімається чи не опускається на повний хід. Причини та методи усунення відмови:

- неправильно відрегульовано положення гонка шайбами. Необхідно покласти регулюючі шайби під гумові кільця необхідної висоти;

- вийшли з ладу гумові кільця в гонку. Необхідно замінити гумові кільця.

Електродвигун механізму обертання хобота працює, хобот не обертається. Причини та методи усунення відмови:

- спрацювали зубці триби мундштука. Необхідно замінити трибу;

- спрацювалось шліцьове з'єднання триби чи мундштука, зірвало гайку кріплення триби на мундштуку. Необхідно трибу замінити, шліцьове з'єднання та різьблення мундштука відремонтувати, гайку замінити.

Зруйновані підшипники механізму повороту хобота. Причини та методи усунення відмови:

- забруднення підшипників через погане ущільнення. Необхідно за щільним приляганням кришок рами хобота, ущільнення замінити, підшипники очистити від бруду;

- недостатня кількість мастила в підшипниках, мастило забруднене. Необхідно своєчасно проводити змащення підшипників, мастило повинне бути чистим.

Головка хобота не заходить у замок мульди. Причини та методи усунення відмови:

-зігнутий хобот. Необхідно слідкувати за роботою перегрітого хобота під час транспортування мульдогового потягу більшою вагою, ніж вказано у технічній характеристиці. Зігнутий хобот відремонтувати;

-зруйнований замок мульди. Необхідно замінити мульду.

Не відбувається обмеження ходу візка пружинними буферами.

Причини та методи усунення відмови:

-вийшли з ладу болти з'єднання буфера з рамою моста. Зруйнована зварка утримуючої планки буферів. Необхідно замінити болти, кріплення планок відновити. Слідкувати, щоб натискання візком на пружинні буфери було одночасним на обидва буфери.

### **3.5 Заходи щодо підвищення надійності й довговічності основних деталей і вузлів завалочної машини**

Надійність – це властивості об'єкта виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників в заданих межах, відповідним заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування.

Довговічність - це властивість об'єкту зберігати працездатність по настанню граничною стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів.

Надійність завалочної машини визначається досконалістю конструкції та технологією виготовлення деталей, багато в чому залежить від умов експлуатації.

В процесі експлуатації поверхні, що труться, зношуються, доки не наступить момент, коли погіршується робота пов'язаних деталей: виникає шум, збільшується нагрів, порушується рівномірність ходу, з'являються вібрації, збільшуються проміжки, порушується форма поверхонь та інші ознаки несправності.

Деталі, як правило, можуть бути відновлені декількома способами. З них вибирають той, який найбільш вигідний в умовах данного підприємства для даних деталей, і при цьому виходять з величини та характеру зносу, матеріалу деталі. Відновлена деталь повинна бути достатньо довговічною і надійною в експлуатації. Вона повинна мати якості, які є у новій деталі.

До таких заходів по підвищенню довговічності і надійності основних деталей та вузлів завалочної машини відносять:

- застосування операцій термічної обробки деталей, які піддаються інтенсивному спрацюванню;-дотримання належного режиму змащення механізмів, оптимальний вибір мастильних матеріалів;

- дотримання відповідної шорсткості поверхонь деталей, які піддаються фрикційному спрацюванню;

- контроль за складом мастильних матеріалів застосування спеціальних присадок.

Термічна обробка металів і сплавів проводиться з метою поліпшення їх властивостей. Серед основних видів термічної обробки слід зазначити:

- відпал. Метою є отримання однорідної мікроструктури і розчинення включень. Подальше охолодження є повільним, таким, що перешкоджає утворенню нерівноважних структур;

- дисперсійне твердіння(старіння). Після проведення відпалу проводиться нагрів на більш низьку температуру з метою виділення частинок зміцнюючої фази. Іноді проводиться ступеневе старіння при декількох температурах з метою виділення зміцнюючих частинок;

- загартування проводять з підвищеною швидкістю охолодження з метою отримання нерівноважних структур типу мартенсита. Критична швидкість охолодження, необхідна для загартування залежить від матеріалу;

- відпуск необхідний для зняття внутрішньої напруги, внесеної при загартуванні. Матеріал стає еластичнішим при деякому зменшенні твердості.

Цементация сталі-поверхнєве дифузійне насичення маловуглецевої сталі вуглецем з метою підвищення твердості та зносостійкості.

Хіміко-термічною обробкою є термічна обробка, що полягає в поєднанні термічного та хімічного впливу з метою зміни складу, структури і властивостей поверхневого шару сталі.

Рама механізму обертання хобота є важливим механізмом завалочної машини. Під дією великих навантажень та температур деталі рами обертання швидко піддаються зношуванню та виходять з ладу. Такими деталями є: пальцова муфта, зуби зубчастих коліс, шпонки та посадочні місця валів. З метою підвищення надійності і довговічності пальцевої муфти доцільно виконати цементацію.

Для шпонок доцільно використовувати термічну обробку. Посадочні місця валів доцільно піддати хіміко-термічній обробці.

Для підвищення зносостійкості поверхневого шару зубчастих коліс доцільно виконати загартування. Після загартування, поверхневий шар зубців матиме велику твердість, а серцевина залишиться в'язкою.

Для змащення зубчастого зачеплення редуктора механізму обертання хобота та приводної триби вузла мундштука, доцільно використати суміш мастил 2/3 ІІ-1 та 1/3 Ц-24, що виключає можливість витоків мастила через вузол мундштука.

### **3.6 Вибір системи змащення й мастильного матеріалу для тертьових деталей завалочної машини**

Основними функціями мастильних матеріалів є зменшення опір тертю й підвищення зносостійкості тертьових поверхонь деталей, відвід тепла від вузлів тертя й захист вузлів, від корозії й іржавіння, а також видалення продуктів зношування з вузлів тертя. Для змащення металургійного устаткування застосовують наступні види мастильних матеріалів: рідкі (мінеральні мастила): пластичні (мастила); тверді мастила й мастильні покриття; металоплакуючі мастила. Вузли тертя металургійного устаткування працюють у важких умовах, викликаних значними



навантаженнями, підвищеними температурами, обводнюванням або забрудненням абразивними частками з навколишнього середовища. Тому до застосовуваних мастильних матеріалів пред'являються наступні вимоги:

для мінеральних мастил:

- забезпечення мінімального зношування й мінімальних втрат на тертя при роботі вузлів тертя;
- ефективний відвід тепла з вузлів тертя;
- гарна рідко текучість в інтервалі температур  $+40/-15^{\circ}\text{C}$  для забезпечення вільного прокачування по трубопроводах і вільного зливу з вузлів тертя в резервуари мастильних систем;
- висока опірність термо окисленню, що забезпечує термін служби мастила без заміни в циркуляційних системах не менш 2-х років;
- здатність легко відділятися від води без утвору з водою стійких емульсій в умовах можливого обводнювання вузла тертя: берегти від корозії тертьові поверхні, а також не спінюватися при зберіганні, заливанні й у процесі експлуатації.

Для пластичних мастил:

- забезпечення мінімального зношування й мінімальних втрат на тертя при роботі вузлів тертя;
- гарна прокачуємість по трубопроводах довжиною до 150 м при температурі навколишнього середовища  $-10/+180^{\circ}\text{C}$ ;
- здатність не зазнати розкладання при нагнітанні під тиском до 20МПа; незначно змінювати свої властивості в процесі зберігання й експлуатації, не розчинятися у воді й мати мінімальну випаровуваність.

За принципом підведення мастильних матеріалів до поверхонь та вузлів тертя розрізняють наступні заходи змащення.

При змащенні мінеральними мастилами: змащенням під тиском, індивідуальний, зануренням обертових деталей у масляну ванну.

Індивідуальний спосіб - застосовують для змащення окремих вузлів тертя, коли підключення їх до централізованих систем неможливе. Здійснюється за допомогою маслянок.

Змащення зануренням застосовується в основному в редукторах при окружних швидкостях коліс до 10 м/с, коли тепло, що виділяється в зачепленнях, повністю відводиться в навколишній простір через стінки картера й кришку. У зону зачеплення мастило подається зубчастим колесом за рахунок сил молекулярного зчеплення.

Змащення під тиском - є найбільш ефективним, його застосовують у відповідальних машинах і механізмах і здійснюють за допомогою циркуляційних систем змащення. Мастило подається до тертьових поверхонь із резервуара за рахунок перепаду тиску створюваного насосами й вертається в резервуар самопливом.

При змащенні пластичними матеріалами розрізняють індивідуальний заставний і централізований способи мащення.

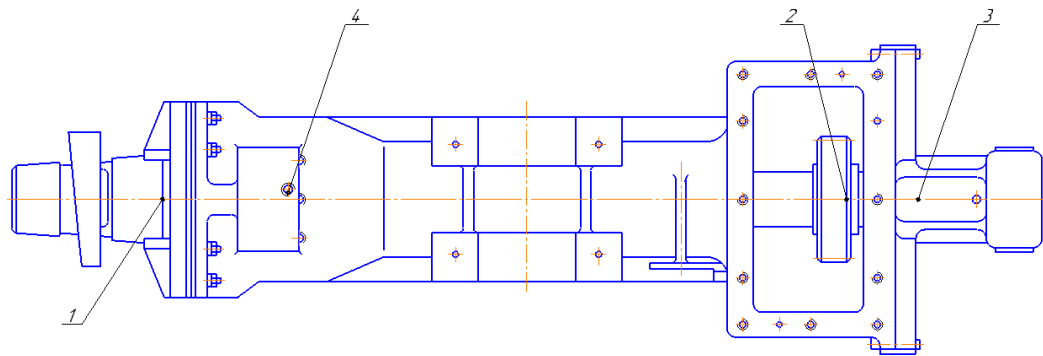
При індивідуальному способі змащення до вузлів тертя подають періодично за допомогою ручних шприців через маслянки, установлені в мастильних отворах вузлів тертя.

Заставний спосіб полягає в заповненні вузла тертя мастилом при складанні або ремонті й неможливості змащувати вузол в процесі експлуатації. Відпрацьоване мастило заміняють при ремонтах.

Централізований спосіб (ручний або автоматичний) для одночасного змащення великої кількості вузлів тертя (до 1000), розташованих на великій відстані від насосної станції. Цей спосіб реалізують за допомогою централізованих систем пластичного мащення (ЦСПЦ). У залежності від виду й стану мастильних матеріалів розрізняють системи рідкого, пластичного й аерозольного змащення. По характеру циркуляції мастильного матеріалу системи мащення ділять на проточні й циркуляційні. У проточних системах мастильний матеріал подається до тертьових поверхонь періодично невеликими порціями, використовується в роботі один раз і в резервуар

системи більше не вертається. Усі системи пластичних змащень є проточними. У циркуляційних системах застосовують тільки рідкі мастильні матеріали, що циркулюють багаторазово між вузлом тертя й резервуаром без зупинки охолоджуючись і фільтруючись перед повторною подачею до вузла тертя .

Для змащення вузлів тертя завалочної машини вибираємо змащувальні матеріали й методи змащення представлені в карті змащення.



Карта змащення механізму обертання завалочної машини

Рисунок 3.1 –Точки змащення механізму обертання завалочної машини

Таблиця 3.2 –Карта змащення механізму обертання завалочної машини.

| № | Найменування місця змащення | Мастильний матеріал | Періодичність змащення | Кількість змащення, що подається | Періодичність заміни змащення |
|---|-----------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 2                           | 3                   | 4                      | 5                                | 6                             |
| 1 | Підшипники хобота           | Циатім 203          | 1 раз в 2 міс.         | 0,1 кг                           | 1 раз в 6 міс.                |
| 2 | Зубчасті колеса             | Циатім 221          | 1 раз в 6 міс.         | 0,1 кг                           | 1 раз в 6 міс.                |

## Продовження таблиці 3.2

| 1 | 2                     | 3          | 4                   | 5       | 6                 |
|---|-----------------------|------------|---------------------|---------|-------------------|
| 3 | Підшипники<br>корпуса | Циатім 221 | 1 раз на<br>тиждень | 0,05кг  | 1 раз в 6<br>міс. |
| 4 | Втулки                | Циатім 221 | 1 раз на<br>тиждень | 0,05 кг | 1 раз в 6<br>міс. |

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

### 4.1 Заходи по охороні праці при капітальному ремонті завалочної машини.

Безпека роботи в цехах вимагає, щоб приміщення були просторими, світлими, теплими і були обладнані необхідною вентиляцією. Існують норми виробничої площі і об'єму приміщення на одного працівника. Природна освітленість виробничих приміщень створюється тим, що відношення площі вікон і площі підлоги має бути не менше 1 : 8.

Пола в приміщеннях має бути рівною і твердою. Матеріал підлог повинен дозволяти видаляти пролите мастило і інші матеріали, які збільшують небезпеку отримання травм через підсковзування і падіння робітників.

У приміщеннях, де повітря постійно забруднюється шкідливими газами, пилом, додатково до загальної системи вентиляції встановлюють місцеву(відсмоктування у пересипних пристроїв, бункерів і тому подібне).

При митті машин, вузлів і деталей мийники мають бути забезпечені спецодягом. Під час використання розчинів, що містять їдкі і отруйні речовини, необхідно дотримуватися особливих запобіжних заходів. Для укладання у ванну і витягання деталей слід користуватися щипцями, крюками, сітками. Розчин, що потрапив на шкіру робітника, потрібно негайно змивати чистою водою. При промиванні деталей бензином, гасом або іншими розчинниками має бути забезпечена місцева витяжна вентиляція і дотримані заходи протипожежної безпеки.

При складально-розбірних роботах має бути приділена особлива увага стану інструментів і пристосувань.

Ключі повинні відповідати розмірам болтів і гайок, не мати сточених і зношених граней. Нарощувати ключ ключем забороняється. При "заїданні" гайки забороняється відвертати її ударами молотка по ключу або за допомогою зубила і молотка. Щоб легше відверталися гайки, їх змащують гасом.

Найбільш безпечні в роботі торцеві і накидні ключі. Не дозволяється застосовувати для роботи знімачів з тріщинами і зношеною робочою поверхнею. Електрифіковані інструменти мають бути надійно заземлені. При перерві в роботі і перенесенні електроінструменти вимикають.

Шланги пневмоінструментів можна приєднувати і від'єднувати лише при відключенні повітря. Подання повітря дозволяється тільки в робочому положенні інструменту, а в холостому положенні допускається лише його опробування. Порядок зняття і установки деталей і вузлів повинен забезпечити максимальну зручність і безпеку монтажних робіт.

При підйомі і переміщенні деталей і вузлів за допомогою вантажопідйомного устаткування особлива увага приділяється надійності їх закріплення. Підйом і переміщення вантажів, що перевищують вантажопідйомність вживаного устаткування, забороняється. Перенесення вантажу над людьми і приміщеннями дозволяється лише у випадках, обумовлених спеціальними правилами. Не допускається підтягування і відтягування вантажу при підйомі і вирівнювання його руками.

Зварювальні роботи при використанні газового зварювання і різачка виконують на відстані не менше 5 м від вогнебезпечних матеріалів.

Особливої обережності слід дотримуватися при поводженні з кисневими балонами. Не допускається зіткнення балона з струмопровідними частинами, його нагрів. Забороняється знімати захисний ковпак з балона ударами молотка. Газорізальник має бути одягнений в спецодяг, захисні окуляри.

Для безпечної роботи устаткування електрозварювання слід заземляти. Зварювальник повинен працювати в спецодягу і масці або в шоломі із захисним склом. Місце зварювання необхідно захищати непрозорими щитами для захисту оточення від шкідливої дії електричної дуги.

Безпечна і продуктивна робота залежить від хорошої організації робочого місця. Робоче місце має бути чистим і незахараченим сторонніми предметами. Інструменти мають бути очищені від бруду і мастила. Для

кожного інструменту і пристосування має бути відведене певне місце, щоб можна було швидко і безпечно узяти його і укласти назад.

## 4.2 Заходи по протипожежній безпеці

Мартенівський цех по пожежонебезпеці має категорію Г (негорючі речовини розпечені або розплавлені, і горючі речовини, що спалюються або утилізуються як паливо). Будівля цеху відноситься до I ступеня вогнестійкості (будівля з несучими конструкціями, що огорожені, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитових негорючих матеріалів) згідно ДБН В 1.1.7-2002.

Межі вогнестійкості конструкцій

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

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 водопровід з пожежними кранами й рукавами.

На території цеху забороняється:

- закривати й захаращувати проїзди, під'їзди й підходи до будинків, водопровідним і пожежним гідрантами;
- виключати окремі ділянки водогінної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск у мережах;

- допускати до вогневих робіт осіб, що не пройшли інструктаж пожежного технімуму;
- користуватися водою з пожежних водойм і засобами пожежогасіння не по прямому призначенню;
- застосовувати відкритий вогонь при огляді встаткування й комунікацій.

Створення оптимальних метеорологічних й екологічних умов у виробничому приміщенні є складним завданням, рішення якого йде в наступних напрямках:

- раціональне розміщення джерел теплоти, при охолодженні гарячих виробів, у спеціальних приміщеннях маючих потужну вентиляційну систему;
- механізація й автоматизація виробничих процесів шляхом впровадження механічного розвантаження;
- для захисту від викиду пилу застосовувати герметичні укриття обладнання та місць пересипки;
- впровадженні транспортних трубопроводів, та більш раціональних технологій й устаткування.

### **4.3 Заходи по промисловій санітарії**

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 робочих 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 листом товщиною 1,5–2,0мм. Постійні робочі місця (пости керування, кабінки кранів й інше) рекомендується виконувати у вигляді малих замкнутих об'ємів.



Об'єм приміщення на одного оператора (машиніста) повинен бути не менш 3м<sup>3</sup>. Висота приміщення – 3м. Стіни постів керування виготовляють із цегли й сталі ( швелер 200мм, з утепленням мінераловатяними плитами з обшиванням зовні й усередині листовою сталлю (товщиною 3мм), цегельні стіни зовні й усередині фарбуються алюмінієвою фарбою.

Для захисту очей і шкіри робітників 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 використовують скло марки СС–14.

Для захисту рук застосовують брезентові рукавиці.

Для вловлювання й видалення шкідливих газів і пилю в мартенівському цеху встановлюють витяжні парасолі або козирки.

Для захисту органів подиху від пилю в мартенівському цеху застосовують безклапанний аерозольний респіратор ШБ–1. При високій запиленості повітря застосовують противопильні респіратори РУ–60.

Тривалий вплив шуму на організм людини приводить до професійних захворювань органів слуху, пов'язаний із частковою або повною втратою слуху, різними захворюваннями центральної нервової системи й серцевосудинних систем. Виробничі інтенсивні шуми діють на психіку людини й викликають швидке стомлення.

Захист від шуму здійснюється як колективними методами, так й індивідуальними.

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 НІОТ.

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. В зв'язку з тим, що в мартенівському цеху можливий викид речовин 1-го й 2-го класів небезпеки, допоміжні будівлі не слід розташовувати в зоні так називаної аеродинамічної тіні, створюваної будівлями й спорудженнями.

Розташування будівель і споруджень мартенівського цеху забезпечує найбільш сприятливі умови аерації й природного освітлення приміщень. Будівлі й спорудження не повинні утворювати замкнуті й напівзамкнуті двори.

Розміри виробничих приміщень:

- площа виробничого приміщення на одного працюючого - 4,8м<sup>2</sup> ;
- обсяг виробничого приміщення на одного працюючого - 15,3м<sup>2</sup> ;
- висота одноповерхових будівель (від підлоги до низу горизонтальних несучих конструкцій на опорі) – 3м;
- розміри пішохідних тунелів, галерей й естакад – висота - 2,1м, ширина - 1,5м.

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.

Будівлі побутових приміщень мартенівського цеху розташовують із боку завантажувального прольоту. Будівлі санітарно - побутових прибудов з'єднані з головною будівлею цегельними утепленими переходами.

Душові розміщують у приміщеннях, суміжних з гардеробами. Вони відокремлюються друг від друга вологостійкими перегородками або висотою 1,6м і не доходять дна 0,2м до підлоги.

Умивальники розміщують у гардеробах. Частина вмивальників розташовують на вільних ділянках цеху поблизу робочих місць.

Відповідно до санітарних норм проектування підприємств, відстань до санвузлів не повинна перевищувати 100м від найбільш вилученого робочого місця. Поза будівлею ця відстань повинна бути не більше 200м.

Відстань від робочих місць до пункту живлення повинна становити при обідній перерві тривалістю 30 хв. не більше 200м.

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-гої години роботи встановлюється 15-ти хвилинна перерва, що повинна 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 обладнуються в герметичному, звукоізолюваному (рівень шуму не більше 50 дБА) приміщенні з кондиціонуванням повітря.

Для підтримки вітамінного балансу в організмі робітників рекомендується вітамінізований напій на чайній основі, молочно-кислі напої.

#### 4.4 Заходи по охороні навколишнього середовища

Для очищення забрудненого повітря застосовуються апарати різних конструкцій, що використовують різні методи очищення від шкідливих речовин.

Основними параметрами газоочисних апаратів і систем очищення є ефективність і гідравлічний опір. Ефективність визначає концентрацію шкідливої домішки на виході з апарату, а гідравлічний опір - витрати енергії на пропуск газів, що очищаються, через апарати. Чим вище ефективність і нижче гідравлічний опір, тим краще.

Пиловловлювачі, для очищення газів, що відходять, від пилу є широкий вибір апаратів, які можна розділити на дві великі групи: сухі і мокрі (скрубери) - зрошувані водою. Циклони, найбільш широке поширення в практиці пулеулавливання отримали циклони різних видів: поодинокі, батарейні.

Фільтри. У техніці пиловловлювання широко застосовують фільтри, які забезпечують високу ефективність уловлювання дрібних часток. Процес відчистки полягає в пропусканні повітря, що очищається, через пористу перегородку або шар пористого матеріалу. За типом фільтрувального матеріалу фільтри діляться на тканинні волокнисті і зернисті.

Промислова вода також використовується на охолодження і промивання устаткування.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра на тему "Удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських печей" було визначено ключові проблеми та розроблено конкретні пропозиції щодо удосконалення ходових коліс, які є важливою складовою механізмів переміщення.

Було проведено детальний аналіз існуючих механізмів переміщення машин для завантаження мартенівських печей. Виявлені основні недоліки, такі як швидке зношування ходових коліс, недостатня стійкість до високих температур і механічних навантажень.

Проведено розрахунки: Розрахунок механізму переміщення завалочної машини; Розрахунок механізму переміщення моста; Розрахунок потужності привода механізму обертання хобота; Основні силові і кінематичні параметри привода механізму обертання хобота.

Визначено вимоги до удосконалених ходових коліс. Виходячи з аналізу, були сформульовані основні вимоги до нових ходових коліс: підвищена зносостійкість, термостійкість, механічна міцність і здатність працювати в умовах високих температур і агресивного середовища мартенівських печей.

Запропонована конструкція ходових коліс: Нова конструкція ходових коліс механізму пересування забезпечує самоустановку машини при русі, що дозволить збільшити довговічність завантажувальної машини та її шляхів.

Таким чином, удосконалення механізмів переміщення машин завантаження мартенівських печей, зокрема шляхом розробки і впровадження нових ходових коліс, дозволяє значно підвищити надійність та ефективність роботи цих машин. Запропонована конструкція ходових коліс, що забезпечує самоустановку машини при русі, є ключовим фактором у підвищенні довговічності завантажувальної машини та її шляхів, що є важливим для підвищення продуктивності та економічності всього виробничого процесу в металургійній промисловості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гребеник К.М., Іванченко Ф.К., Ширяєв В.І. Розрахунок металургійних машин і механізмів. Навчальний посібник для вищів. Київ.: Вища школа, 1988. 410с.
2. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С. Основи охорони праці. Львів, Афіша, 2000. 351с.
3. Левін М.З., Седуш В.Я. Механічне обладнання сталеплавильних цехів. Київ: Вища школа, 1985. 165 с.
4. Жук А.Я., Желябіна Н.К., Механічне устаткування цехів по виробництву металів та сплавів. Навчальний посібник./Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 1998. 210с.
5. Жук А.Я., Желябіна Н.К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник./ Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 1996. 145с.
6. Владіміров А.М. Охорона навколишнього середовища Л.: Гидрометіо видавництво, 1991. 120с.
7. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С. Основи охорони праці. Львів, Афіша, 2000. 351с.
8. Одарченко М. С., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорони праці. Харків, 2017. 334с.
9. Мархель І.І. Деталі машин. Навчальний посібник./ Київ.: Алерта, 2005. 368с.
10. Писаренко Г. С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів. Київ: Вища школа, 2004. 655с.
11. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів. Київ: 2016. 407с.
12. Арендаренко В.М., Дудніков І.А. Теорія механізмів і машин. Навчальний посібник./ Полтава. 2020. 176с.
13. Горбатюк А.П., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. Навчальний посібник./Львів.: 2000. 358с.

## ДОДАТКИ

## СПИСОК ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

| №<br>п/п | Найменування              | Кількість<br>листів | Формат |
|----------|---------------------------|---------------------|--------|
| 1        | Креслення загального виду | 1                   | A1     |
| 2        | Складальні креслення      | 2                   | A1     |
| 3        | Деталювання               | 2                   | A2     |
| 4        | Специфікації              | 3                   | A4     |