

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 Модернізація вузла механізму переміщення зливкового ділянки
приймального рольгангу обтискного стана в умовах прокатного цеху ПАТ
«Запоріжсталь»

Виконав: студент групи 6.1330

Бондаренко О. Г.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Керівник Гречаний О.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру А.О. Власов

“ _____ ” _____ 20__ року

Завдання

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Бондаренка Олексія Георгійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема бакалаврської роботи: Модернізація вузла механізму переміщення зливковогоз ділянки приймального рольгангу обтискного стану в умовах прокатного цеху ПАТ «Запоріжсталь»
керівник бакалаврської роботи ст.викладач, Ph.D. Гречаний О.М.
затвердені наказом вищого навчального закладу від “26” грудня 2023 року № 2215-с.
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 14 червня 2024 року.
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи прокатного цеху
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки та рекомендації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Зливковоз приймального рольгангу обтискного стану – 2А1; 2. Механізм переміщення – 2А1; 3. Строровка приводного скату зливковозу – 1А1; 4. План кабіни спостереження та дистанційного керування – 1А1.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Гречаний О.М., Ph.D., ст. викладач		
2	Гречаний О.М., Ph.D., ст. викладач		
3	Гречаний О.М., Ph.D., ст. викладач		
4	Гречаний О.М., Ph.D., ст. викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Бондаренко О. Г. Модернізація вузла механізму переміщення зливковоза ділянки приймального рольгангу обтискного стана в умовах прокатного цеху ПАТ «Запоріжсталь»

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

Проаналізовані переваги та недоліки наявних технічних рішень спрямованих на підвищення ефективності роботи зливковозів. Запропонований варіант модернізації механізму переміщення зливковозу. Виконані необхідні для впровадження модернізації розрахунки. Приділено увагу питанням техногенної безпеки та екології в прокатному виробництві.

Ключові слова: зливкок, зливковоз, обтискний стан, амортизатор, пружина

ABSTRACT

Bondarenko O.H. Modernization of the Assembly of the Mechanism for Moving the Chutes of the Receiving Roller Gang of the Crimping Mill in the Conditions of the Rolling Shop of Zaporizhstal PJSC

Qualifying thesis for obtaining a bachelor's degree in higher education, specialty 133 - Industrial engineering, adviser O.M. Hrechanyi. Zaporizhzhia National University, Engineering Educational and Scientific Institute them. Yu.M. Potebni, Department of Metallurgical Equipment, 2024.

The advantages and disadvantages of the available technical solutions aimed at increasing the efficiency of ingot carriers are analyzed. The proposed option of modernization of the mechanism of movement of the dump truck. Calculations necessary for the implementation of modernization have been completed. Attention is paid to issues of man-made safety and ecology in rolling production.

Key words: ingot, ingot truck, crimping mill, damper, spring

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Загальні відомості про підприємство	8
1.2 Устрій ділянки обтискного стану та її вантажопотоки	9
1.3 Коротка технічна характеристика устаткування обтискного цеху	21
1.4 «Вузькі» місця ділянки обтискного стану	24
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	26
2.1 Огляд устаткування для транспортування і кантування зливків	26
2.2 Загальні відомості про зливковоз приймального рольгангу Слябінг 1150	32
2.3 Опис проєкту модернізації зливковоза	34
2.4 Розрахунок основних параметрів приводу механізму пересування зливковозу	37
2.5 Розрахунок ходових коліс	39
2.5.1 Вибір ходових коліс	39
2.5.2 Розрахунок вала ходових коліс на витривалість та статичну міцність	41
2.5.3 Визначення довговічності підшипника	44
3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	46
3.1 Технологічна карта по заміні редукторів механізму пересування зливковоза	46
3.2 Розрахунок стропів	53
3.3 Розрахунок зусилля та температури напресування підшипника на вал	58
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	62
4.1 Виявлення та оцінка шкідливих факторів виробничого середовища	62
4.1.1 Розрахунок рівня механізації й автоматизації дільниці обтискного стану	62
4.1.2 Аналіз потенційних і шкідливих факторів виробничого середовища	63
4.2 Заходи щодо захисту від виявлених шкідливих та небезпечних чинників виробничого середовища	64

	2
4.3 Технічні рішення по гігієні праці та виробничій санітарії	65
4.3.1 Мікроклімат	65
4.3.2 Освітлення виробничих приміщень	65
4.3.3 Виробничий шум, виробнича вібрація	66
4.3.4 Виробничі випромінювання	67
4.4 Техногенна безпека	68
4.4.1 Електроустаткування й заходи щодо його безпечної експлуатації	68
4.4.2 Заходи пожежної безпеки	69
4.5 Розрахунок теплоізоляції кабіни спостереження й дистанційного керування	70
Висновки	77
Список використаної літератури	78
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Через прокатні цехи металургійних заводів походить практично вся сталь, виплавлена в сталеплавильних цехах, і тільки невелика її кількість – через ливарні й ковальські цехи. Технологічний процес одержання готового прокату є завершальною стадією металургійного виробництва.

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

Устаткування поточкових технологічних ліній прокатного цеху, що не входять у лінії робочих клітей прокатних станів, призначені для подачі злиwkів металу від печі або нагрівальних колодязів до прийомного рольганга, повороту зливка, а також транспортування його відповідно до технологічного процесу.

До устаткування зливкоподачі відносяться наступні машини й агрегати:

- кліщові крани колодцесвого типу;
- зливковози;
- стаціонарні перекидачі та поворотні столи.

Одним з найбільш важливих агрегатів зливкоподачі є зливковоз, який застосовується для подачі злиwkів з прольоту нагрівальних колодязів до приймального рольгангу обтискного стану. Для подачі злиwkів використовують різні типи зливковозів, тому важливою задачею конструкторів-механіків є вибір оптимального конструктивного виконання, або оптимізації існуючої конструкції з усуненням недоліків виявлених під час довгострокової експлуатації.

Пояснювальна записка до дипломного проєкту містить 90 сторінок, з яких 18 рисунків, 6 таблиць, 9 додатків. Бібліографічний список має 28 найменувань літературних джерел.

Об'єкт проєктування – вузли ходової частини зливковоза, прокатного цеху ПАТ «Запоріжсталь».

Ціль роботи – усунення конструктивних недоліків існуючої конструкції й вибір електродвигуна привода зливковоза.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про підприємство

Датою заснування комбінату вважається 16 листопада 1933 р., коли задута доменна піч №1.

Передумовами для будівництва комбінату стали:

- дешева електроенергія із Дніпрогесу;
- близькість кам'яного вугілля (Донбас), залізної руди (Кривбас), води (Дніпро).

У березні 1934 р. була задута доменна піч №2. Ці дві печі були об'ємом по 950 м³.

21 вересня 1935 р. на мартенівській печі №1 була зварена перша плавка, а через 8 днів видала плавку піч №2. До кінця 1935 р. були запуснені ще дві печі: №3 й №4.

Усього за 5 років було введено 10 печей. Споруджено мартенівські печі “Стальстрой”.

1-го квітня 1937 р. був пущений тонколистовий стан гарячої прокатки. 1-го травня 1938 р. він видав продукцію. 1-го травня 1938 р. була задута надпотужна доменна піч №3.

У квітні 1939 р. вступив в дію цех холодної прокатки.

Під час війни всі цехи були зруйновані. На схід країни було вивезено 12 тисяч вагонів демонтованого устаткування.

Після війни гостро постало питання про постачання народного господарства країни сталевим листом. У зв'язку із цим були кинуті всі сили на відновлення “Запоріжсталі”. У той час це був єдиний завод, що робив тонкий сталевий лист.

Січень 1944 р. – початок відбудовних робіт. У серпні 1945 р. до відновлення заводу приступив трест “Запоріжстрой”. У березні 1946 р. почався монтаж стана “Слябінг”.

30 серпня 1947 р. пущений безперервний стан гарячої прокатки 1680. Пуск цеху холодної прокатки відбувся 27 вересня 1947 р.

11 квітня 1948 р. видана перша плавка на мартенівській печі №1 (на той час працювало вже 6 печей). 14 червня 1948 р. задута доменна піч №34 (суцільнозварна).

Грудень 1950 р. – довоєнний рівень виробництва перекрытий в 1,6 рази по всьому металургійному циклу.

7-го серпня 1951 р. починають працювати дві перші машини аглофабрики, 30 грудня 1951 р. пуск цеху по випуску жерсті.

Червень 1952 р. – пуск доменної печі №5, 1962 р. – пуск цеху гнутих профілів.

Грудень 1963 р. – пуск цеху холодної прокатки №3.

У квітні 1972 р. уведений в експлуатацію 20–ти валковий стан для холодної прокатки нержавіючої сталі [1].

На сьогодні «Запоріжсталь» є одним з найбільших виробників металевого прокату. В умовах викликів сучасності оновлюється не тільки структура самого підприємства, а й його виробничих потужностей. З огляду на те, що основне виробниче обладнання було сконструйовано та запущене в дію ще в минулому сторіччі, актуальним постає питання модернізації основних виробничих фондів з метою як покращення його технологічних властивостей, так і підвищенням надійності в умовах безперервного підвищення продуктивності основних виробничих ліній.

1.2 Устрій ділянки обтискного стану та її вантажопотоки

Слябінги призначені для прокатки гарячих зливків в сляби різних розмірів [2].

Схеми розташування механічного обладнання слябінгів показані на рис. 1.1 і 1.2.

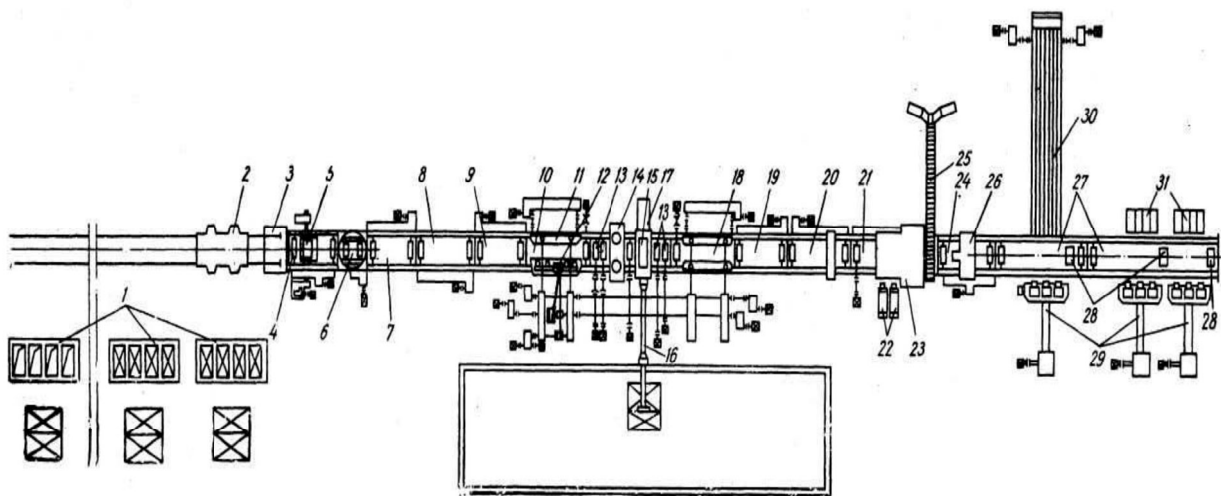
На стані з однорядним розташуванням нагрівальних колодязів (рис. 1.1) нагріті зливки виймають з колодязів 1 за допомогою кліщових кранів і встановлюють в люльку зливковоза 2, яка при підході зливковоза до упору 3 укладає зливки на приймальний рольганг 4. Зливки, що виймаються з поблизу розташованих до стану колодязів, встановлюють за допомогою крана в люльку стаціонарного перекидача 5 для передачі їх на приймальний рольганг. З приймального рольганга зливки надходять на поворотний стіл 6, на якому вони розвертаються в горизонтальній площині на 180° . Таким чином, зливки задають в кліть вузьким кінцем, що ослабляє удар злиwkів об робочі валки і забезпечує краще захоплення їх валками. Потім зливки по рольгангам 7, 8, 9 прянують до універсальної робочої кліті з вертикальними 14 і горизонтальними валками 15 [3].

Прокатка злиwkів в універсальній робочій кліті ведеться за допомогою робочих рольгангів 10, 18, розташованих перед і за кліттю, маніпулятора 11 і кантувальника 12.

Після прокатки на стані розкат по рольгангам 19, 20 подається на рольганг 21 перед ножицями, центрується направляючими лінійками цього рольганга по осі ножиць, клеймиться клеймачами 22 в бічну грань і задається в ножиці 23 для обрізання переднього кінця, різки на мірні довжини і обрізання заднього кінця. Відрізаний задній кінець розкату зіштовхується з ножиць черговим розкатом.

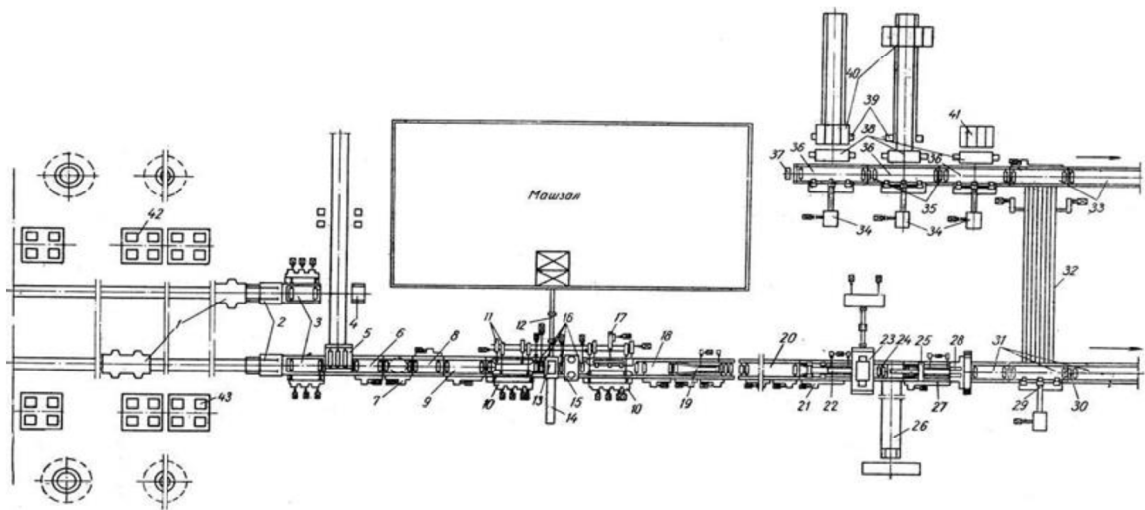
Обрізь від ножиць забирається за допомогою транспортера коливального столу 24 і конвеєром 25 передається в скраповий проліт, де скидається в спеціальні ями і охолоджується водою. З ям обрізь виймається за допомогою електромагнітного крана і вантажиться на залізничні вагони.

Різання розкату на мірні довжини забезпечується пересувним упором 26.



1 – нагрівальні колодязі; 2 – зливковоз; 3 – упор зливковоза; 4 – приймальний рольганг; 5 – стаціонарний перекидач; 6 – поворотний стіл; 7, 8, 20, 27 – транспортні рольганги; 9, 19 – розкатні рольганги; 10, 18 – робочі рольганги; 11 – маніпулятор; 12 – кантувач; 13 – станинні ролики; 14 – робоча кліть з вертикальними валками; 15 – робоча кліть з горизонтальними валками; 16 – шпіндельний пристрій робочої кліть з горизонтальними валками; 17 – механізм для заміни горизонтальних валків; 21 – рольганг перед ножицями; 22 – клеймич слябів; 23 – ножиці; 24 – коливальний стіл за ножицями; 25 – конвейер уборки обрізі; 26 – пересувний упор біля ножиць; 28 – опускні упори; 29 – зіштовхувач слябів; 30 – транспортер слябів; 31 – штабелюючі столи

Рисунок 1.1 – Схема розміщення механічного обладнання слябингу 1150 з однорядним розміщенням нагрівальних колодязів



1 – зливковоз; 2 – упор зливковоза; 3 – приймальний рольганг; 4 – стаціонарний упор; 5 – рольганг-візок; 6, 8, 19, 20 – транспортні рольганги; 7 – поворотний стіл; 9, 18 – розкатні рольганги перед та за станом; 10 – робочі рольганги перед та за станом; 11 – маніпулятор; 12 – шпindelний пристрій робочої кліти з горизонтальними валками; 13 – робоча кліть з горизонтальними валками; 14 – механізм для заміни горизонтальних валків; 15 – робоча кліть з вертикальними валками; 16 – станинні ролики; 17 – кантувач; 21 – рольганг перед ножицями; 22 – зіштовхувач обрізі; 23 – ножиці; 24 – відсувний рольганг; 25 – пересувний упор біля ножиць; 26 – конвеєр уборки обрізі; 27, 31, 33, 36 – рольганги уборочних пристроїв; 28 – клеймич слябів; 29, 34 – зіштовхувач слябів; 30, 35 – опускні упори; 32 – транспортер слябів; 38 – пакувальні столи; 40 – візки для перевезення гарячих зливків; 41 – стаціонарний стелаж

Рисунок 1.2 – Схема розміщення механічного обладнання слябінгу 1150 з дворядним розміщенням нагрівальних коледжів

Готові сляби по рольгангу столу, що коливається, 24 і рольгангу 27 забираються від ножиць і подаються або безпосередньо без проміжного нагріву до тонколистового стану, розташованого за слябінгом в одну лінію, або до ланцюгового транспортера слябів 30 і штабелюючим столам 31, на яких вони подаються зіштовхувачами 29. Зупинка слябів біля транспортера або потрібного штабелюючого столу здійснюється упорами, що опускаються, 28. З транспортера і штабелюючих столів сляби забираються за допомогою пратцен – кранів і укладаються в штабеля в прольотах складу готової продукції або подаються на рольганг, що підводить до нагрівальних печей тонколистового стану.

На відміну від попереднього стану на станах з дворядним розташуванням нагрівальних колодязів (рис. 1.2) нагріті зливки, що виймаються з поблизу розташованих до стану нагрівальних колодязів, укладаються за допомогою кліщових кранів безпосередньо на приймальні рольганги 3 [4].

При видачі з колодязів бічної групи зливки з приймального рольганга поступають на рольганг-візок 5, який підвозить їх до лінії стану, а потім передає на транспортний рольганг 6. Стаціонарний упор 4 оберігає зливки від падіння з рольганг – візків при передачі на них зливків. При видачі зливків з колодязів, розташованих в одній лінії із станом, рольганг-візок працює як стаціонарний рольганг.

За ножицями встановлений рольганг, що відсовується, 24, який при обрізанні переднього і заднього кінців розкату відсовується від ножиць, утворюючи отвір, через який обрізь падає на конвеєр прибирання обрізі 26, і по ньому передається в скраповий проліт безпосередньо на залізничні платформи.

Внаслідок великої відстані між осями примикаючих роликів рольгангів 21, 24 перед і за ножицями коротка задня частина розкату протягається зіштовхувачем обрізі 22. Задній відрізок після обрізання останнього мірного сляба зіштовхується в отвір між ножицями і рольгангом, що відсовується, або черговим розкатом або зіштовхувачем обрізі. Сляби клеймляться в передній торець клеймачом 28.

Від ножиць сляби можуть передаватися по трьом напрямам:

а) по рольгангам 31 безпосередньо на тонколистовий стан, розташований за слябінгом в одну лінію, для подальшого плющення без підігріву;

б) до нагрівальних печей тонколистового стану за допомогою рольгангів 31, упору, що опускається, 30, рейкового або ланцюгового транспортера слябів 32 і рольгангів 33;

в) до прибиральних пристроїв, розташованих на складі слябів. При цьому з рольганга 33 сляби передаються на рольганги 36, з яких зіштовхувачами 34 зіштовхуються на столи пакування 38; за допомогою цих же зіштовхувачів пакети слябів зіштовхуються із столів пакування на візки для гарячих слябів 40 і стаціонарний стелаж 41. Візки для гарячих слябів під час їх завантаження утримуються біля столів пакування стаціонарними упорами 39.

Пакети слябів з візків і стаціонарного стелажу забираються за допомогою електромостових кранів.

Схему вантажопотоків обтискного цеху наведено на рисунку 1.3.

Метал зі сталеплавильних цехів у прокатні надходить у вигляді зливків, відлитих у виливниці.

У сталеплавильному цеху рідку сталь із ковша ємністю 150–200 т розливають у виливниці, установлені на піддонах на спеціальні (низькі, відкриті) залізничні платформи. Состав таких платформ (візків) зі зливками у виливницях подається в так зване стріперне відділення цього цеху, розташоване перед цехом слябінга.

У стріперному відділенні передбачено кілька мостових стріперних кранів, призначених для зняття виливниць із гарячих (1000—1100°C) зливків.

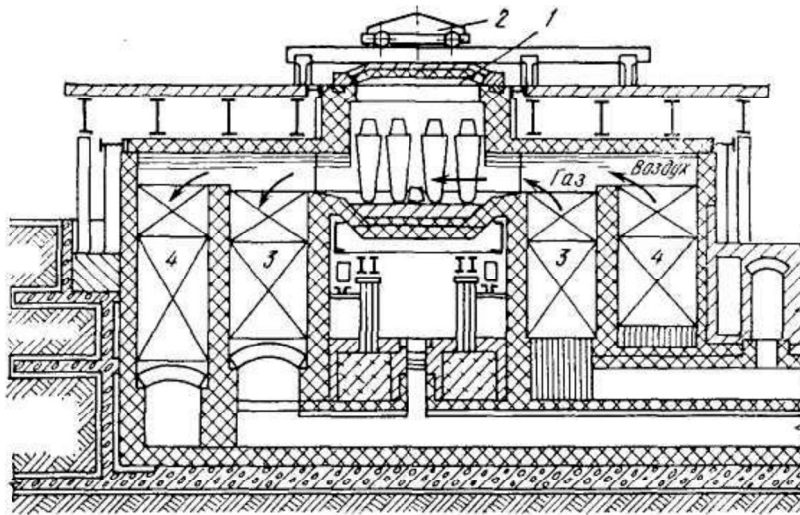
Потяг візків з гарячими («роздягненими») зливками подається у відділення нагрівальних колодязів відділення слябінга. При цьому кожний візок зі зливками зважується на залізничних вагах; таким чином, фіксується маса металу (зливків), що надходить у прокатний цех. Зливки для прокатки слябів нагрівають у нагрівальних колодязях.



Рисунок 1.3 – Вантажопотоки обтискного цеху

Нагрівання металу в обтискному цеху здійснюється в регенеративних колодязях (рис. 1.4).

Камера представляє собою самостійну нагрівальну піч, що має регенератори для підігріву газу й повітря, причому найближчий до робочого простору регенератор обов'язково газовий. Колодязі опалюють доменним газом або сумішшю доменного й коксового газів. Істотним недоліком колодязів є неоднакове розташування зливків щодо потоку тепла, а, отже, неоднакове їхнє нагрівання.



1 – кришка; 2 – механізм для переміщення кришки; 3 – газовий регенератор; 4 – повітряний регенератор

Рисунок 1.4 – Регенеративні нагрівальні колодязі

Для економії палива необхідно в колодязі завантажувати Зливки з температурою 800–900°C. Для додаткового підігріву їх до температури 1260–1360°C й витримки (томління) при цій температурі буде потрібно 2,5—3,5 год. Якщо ж у колодязі завантажувати холодні зливки (з температурою 200—300°C), то для нагрівання їх буде потрібно час в 2–2,5 рази більше.

Схема розташування зливків в осередках представлена на малюнку 1.5.

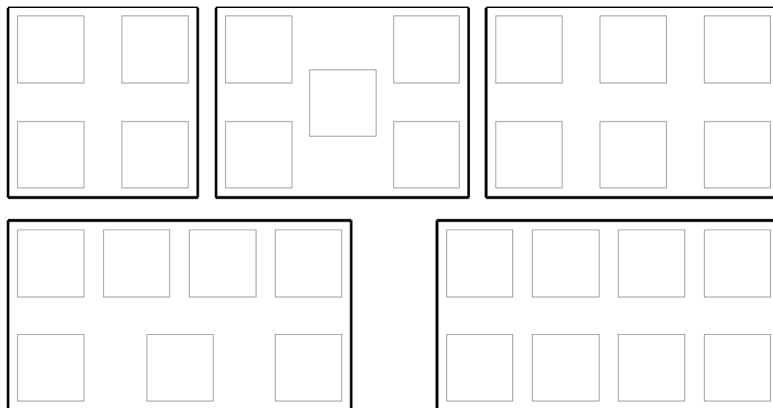


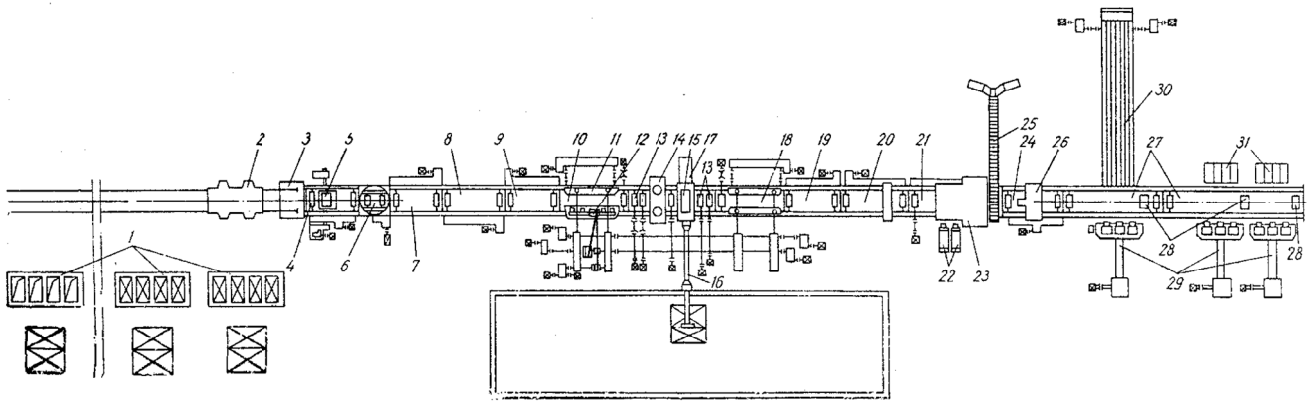
Рисунок 1.5 – Схема розміщення зливків в осередку

На рис. 1.6 представлена схема розташування устаткування слябінга 1150, призначеного для прокатки слябів товщиною 150–300 мм, шириною 750–1850 мм і довжиною 2500–10 500 мм (масою до 32 т) зі злиwkів масою 17,4–37,7 т зі швидкістю до 5 м/с. До складу стану входять зливкоподача, приймальний рольганг, універсальна робоча кліть 1150 з маніпуляторами, кантувачем і робочими рольгангами, ножиці гарячого різання, ваги для слябів, клеймач і пристрої для збирання слябів на склад і передачі до безперервного товстолистового стану гарячої прокатки.

Зливки завантажують колодязними кранами в колодязі для нагрівання до температури 1250–1280°C й потім за допомогою тих же колодязних кранів зливки виймають із колодязів і завантажують на зливковоз із причіпним візком, що транспортує гарячі зливки до прийомного рольганга стана зі швидкістю 0,44–6,7 м/с. Після зупинки зливковоза біля прийомного рольганга зливок у горизонтальному положенні зіштовхують на рольганг. Передбачена також можливість подачі злиwkів до стана колодязним краном. У цьому випадку зливок устанавлюють у колиску стаціонарного перекидача, розташованого перед прийомним рольгангом. Час перекидання колиски 8 с.

Із прийомного рольганга зливок передають зі швидкістю до 1,2 м/с на поворотний стіл, де при необхідності повертають на 180° (для завдання зливка у валки кліті вузьким кінцем) у горизонтальній площині. Механізм повороту зливка розташований під рольгангом. Тривалість циклу повороту зливка на 180° становить 25 с. По рольгангу зливка надходить до робочої кліті, де ведуть прокатку при заданому режимі температури й обтиснень. Прокатка ведеться як по одному, так і по два зливка одночасно: ритм прокатки в першому випадку становить близько 100–140 с, у другому 150–200 с.

Робоча кліть (рис. 1.7) має горизонтальні валки діаметром 1150 мм і довжиною бочки 2000 мм; кожний валок приводиться в обертання від індивідуального електродвигуна постійного струму. Вертикальні валки діаметром 700 мм і довжиною бочки 1150 мм розташовані перед горизонтальними (по ходу прокатки) [5].



1 – нагрівальні колодязі; 2 – зливковоз; 3 – упор зливковоза; 4 – прийомний рольганг; 5 – стаціонарний перекидач; 6 – поворотний стіл; 7, 8, 20, 27 – транспортні рольганги; 9, 19 – розкатні рольганги; 10, 18 – робочі рольганги; 11 – маніпулятор; 12 – кантувач; 13 – станинні ролики; 14 – робоча кліть із вертикальними валками; 15 – робоча кліть із горизонтальними валками; 16 – шпindelний пристрій робочої кліті з горизонтальними валками; 17 – механізм для зміни горизонтальних валків; 21 – рольганг перед ножицями; 22 – клеймич слябів; 23 – ножиці; 24 – хитний стіл за ножицями; 25 – конвеєр збирання обрізі; 26 – пересувний упор біля ножиць; 28 – упори, що опускаються; 29 – зіштовхувач слябів; 30 – транспортер слябів; 31 – штабелюючі столи.

Рисунок 1.6 – Схема розташування механічного встаткування слябінга 1150 з однорядним розташуванням нагрівальних колодязів

По обидві сторони робочої кліті встановлені робочі й розкатні рольганги з діаметром роликів 600 мм і кроком 900–950 і 800 мм відповідно, що забезпечують швидкістю прокатки до 5 м/с. Привод всіх роликів рольгангів здійснюється від індивідуального електродвигуна через зубчасту муфту.

Маніпулятор оснащений чотирма лінійками зі сталевого лиття, розташованими перед робочою кліттю й за нею. Кожна із чотирьох лінійок має дві штанги, які опираються з боку рольганга на опорні ролики, а з іншого боку – на бандажі шестірень привода. Синхронізація лінійок перед і за кліттю механічна, за допомогою проміжного вала із зубчастими муфтами. Розчин лінійок становить 750–1800 мм, а швидкість пересування їх 0,6–1,2 м/с.

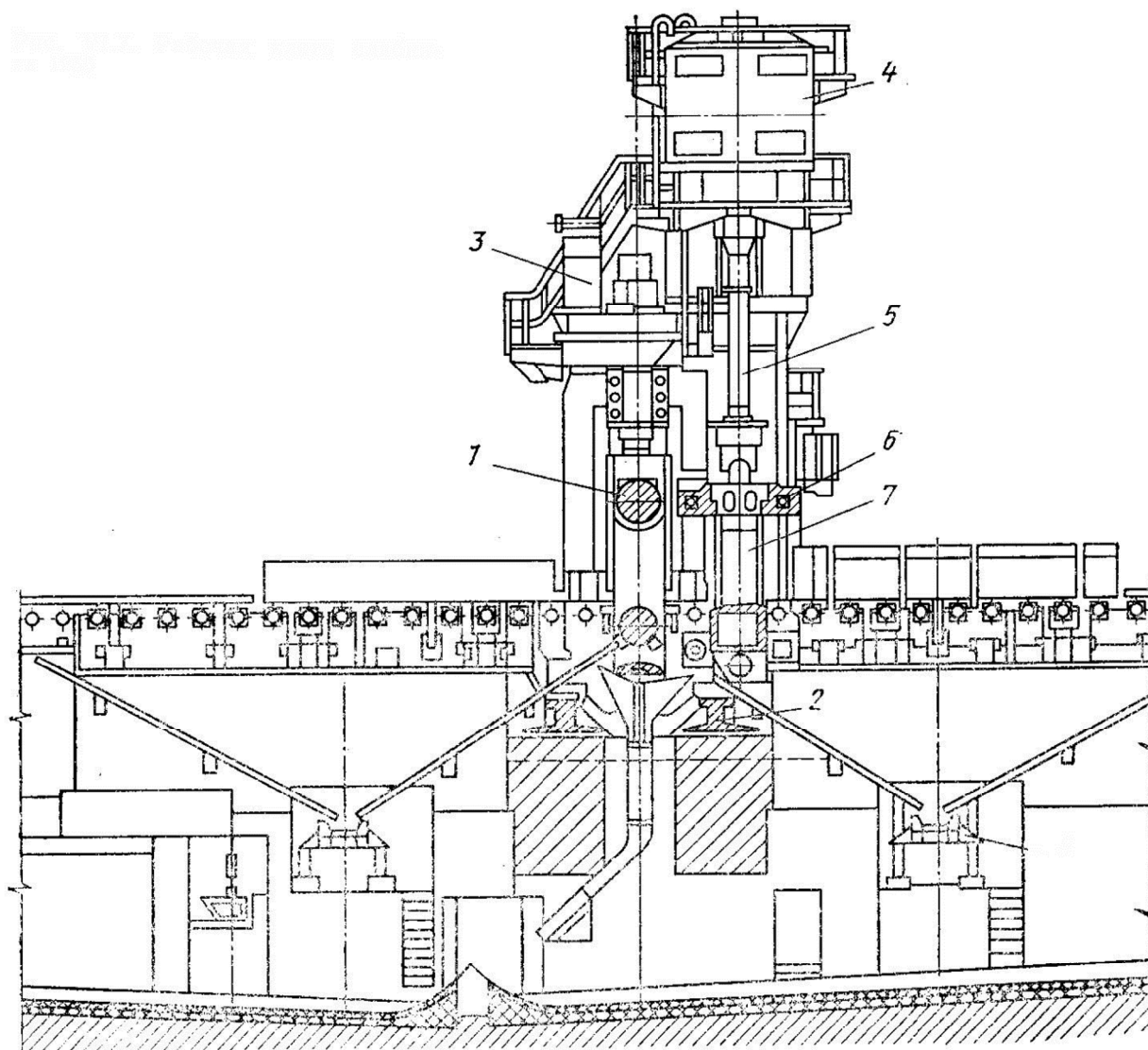
Кантувач установлений тільки за горизонтальною кліттю й призначений для кантування зливка на 90° навколо його поздовжньої осі за допомогою чотирьох гаків, вмонтованих у лінійку маніпулятора.

Розкат по рольгангу надходить до ножиців гарячого різання, на яких обрізають кінці розкатів, а також здійснюють різання розкату на мірні сляби. Ножиці обладнані зіштовхувачем обрізі; рольгангом, що відсувається; скребковим похилим конвеєром для збирання обрізі довжиною до 700 мм, масою до 2 т (швидкість транспортування до 0,1 м/с); пересувним упором, установленим за ножицями й призначеним для зупинки розкату, що переміщається зі швидкістю 0,5 м/с, при порізці його на мірні довжини (2500–10500мм).

За ножицями сляби таврують у його передню торцеву грань як із зупинкою, так і без зупинки сляба. Пристрій складається із двох клеймачів, розташованих на загальній площадці над рольгангом. Число таврувань 10 у хв; максимальне число клейм у комплекті 12. Зміна клейм ручна.

Після таврування готові сляби зважують на важільних вагах верхнього виконання вантажопідйомністю 40 т (число зважувань до 300 у годину) і передають по рольгангу до збиральних пристроїв, де сляби зіштовхувачем з рольганга зіштовхують на стіл, що штабелює, для укладання слябів у пакет.

Сляби по рольгангу можуть транспортуватися (без проміжного підігріву) і безпосередньо до чорнових клітей толстолистого стану.



1 – горизонтальні валки; 2 – плитовини; 3 – станини; 4 – електродвигуни; 5 – універсальні шпинделі; подушки; 7 – вертикальні валки.

Рисунок 1.7 – Робоча кліть слябінга 1150

На слябінгу передбачені засоби для збирання скрапу й окалини. Стан обладнаний також системами змащення й охолодження механізмів і машин, гідро– і пневмопристроями, електроприводами й системами комплексної автоматизації по окремих ділянках.

1.3 Коротка технічна характеристика устаткування обтискного цеху

Нагрівальні колодязі.

Нагрівання металу в обтискному цеху здійснюється в регенеративних нагрівальних колодязях. Усього 14 груп колодязів: групи 1–11, 13, 14 складаються з 4–х осередків і для зручності розміщення плавок і видалення рідких шлаків зблоковані за схемою 2–2 і 3–1. Група 12 з рідким шлаковидаленням складається з 6 осередків і зблокована за схемою 3–3. Зазначені групи призначені для нагрівання вуглецевих, низьколегованих і високовуглецевих, легованих і спеціальних марок сталі.

У відділенні нагрівальних колодязів є один загальний газовий колектор і 3 повітряних: у перший колектор нагнітають повітря вентилятори груп 1–6, у другий – вентилятори 7–11, у третій – 12–14.

Колодязі опалюються доменно–коксовою сумішшю калорійністю 880–930 кКал/м³ з додаванням природного газу до калорійності 91 кКал/м³. Вищевказана калорійність суміші забезпечується роботою вузла збагачення, встановленого на газопроводі доменного газу. Бригадир на ділянці основного виробництва підтримує шляхом зміни витрати коксового й природного газів на вузлі збагачення необхідну калорійність за завданням старшого нагрівальника.

Кожний осередок має індивідуальні перекидні пристрої: клапан золотникового типу на газовому тракті й клапан бабкового типу на повітряному тракті.

Для збирання продуктів згоряння кожна група має свій димар, на групах 1–11 висота труби – 50 м, на 12, 13 і 14 групах – 80 м.

У кожному осередку тяга регулюється шибером встановленим в димовому кабани.

Осередку груп 1–14 обладнані шиберами похилого типу.

Кожний осередок обладнаний системою теплового контролю й автоматичного регулювання, що складається з наступних вузлів:

– виміри й регулювання температури в робочому просторі осередків;

- виміру витрати газу й повітря й регулювання співвідношення газ–повітря;
- виміру розрідження перед димовим шиббером;
- автоматичного перекидання клапанів.

Крім, того групи обладнані автоматизованою системою керування нагріванням зливків і кожна має локальний пульт керування.

Питома продуктивність колодзя при нагріванні зливків зі середньовуглецевої сталі (за практичним даними) становить 15–18 т/год. для гарячих і 8–10т/год. для холодних зливків.

Стан слябінг

Стан має 2 кліті:

- горизонтальних валків;
- вертикальних валків, розташовану перед кліттю горизонтальних валків.

Відстань між осями горизонтальних і вертикальних валків – 2250мм.

Кліть горизонтальних валків закритого типу, реверсивна з діаметром валків 1150 мм і довжиною бочки 2000 мм. Привод кожного горизонтального валка від електродвигуна ТИП МШС 9000–66, 750В, 10200А, потужністю 7200 кВт через шпіндель без шестеренної кліті. Розчин валків 80–900 мм, швидкість підйому горизонтальних валків 150 мм/с, оберти валків регулюються в межах ± 0 –80 об/хв.

Кліть вертикальних валків: діаметр валків 700 мм і довжина бочки 1150 мм. Привод вертикальних валків від 4–х електродвигунів ПВ2 800.175 – 8УЗ, 750 У, 1775 А, потужністю 1250 кВт кожний через циліндричний редуктор з передаточним числом – 3,744. Розчин валків 1800 – 720мм; швидкість переміщення валків – 64,8 мм/с; оберти валків регулюються в межах ± 0 – 78 об/хв. (78 об/хв – холостий хід).

Регулювання співвідношення обертів горизонтальних і вертикальних валків виконується по спеціальній електричній схемі.

Стан обладнаний маніпулятором і кантувачем. Максимальний розчин лінійок маніпулятора – 1800 мм, робочий хід лінійок – 1500 мм. Довжина лінійок

перед і за станом – по 8 м. Призначення кантувача – кантувати зливки на 90 і 180°. Швидкість підйому гаків кантувача – 1,05 м/с.

Нагріті зливки масою до 20 т транспортуються до прийомного рольганга стана за допомогою зливковоза із причіпним візком. Швидкість пересування зливковоза 0,44 – 6,7 м/с, час опускання злитка на рольганг – 6 секунд.

У головній частині стана встановлений прийомний рольганг зі стаціонарним перекидачем і поворотним столом. Окружна швидкість роликів – 1,5 м/с. Діаметр поворотної платформи – 3370мм. Найбільша довжина зливка, що повертається – 3100мм. Найбільша маса зливка – 20 тонн. Число обертів поворотного стола – 2 – 6 об/хв.

Ножиці для вирізки слябів

Ножиці з верхнім різом 20000 кН з електромеханічним приводом.

Привод ножиць здійснюється від 2-х електродвигунів (Г 800–175–8УЗ, потужність 1250 кВт, частота обертання 210 об/хв, тривалість включення ПВ=100%) через циліндричний редуктор, з передаточним числом 26.14, і шпиндельний пристрій.

Найбільше зусилля різання, кН – 20000. Найбільший крутний момент на ексцентриковому валу кНм – 4700. Режим роботи – круговий, хитний:

- круговий режим– 5 різ/хв.
- хитний режим– 9 різ/хв.

Хід верхнього ножа – 320 мм. Перекриття ножів – 20мм. Розкриття ножів – 300 мм. Горизонтальний зазор між ножами – 0,8–0,4мм. Врівноважування супорта – гідравлічне. Кількість циліндрів – 2 шт. Діаметр плунжера – 280мм. Робочий хід – 320мм. Робочий тиск, МПа (атм.) – 10 (100). Притиск має 2 гідроциліндри. Діаметр плунжера – 250мм. Хід плунжера – 320мм. Робочий тиск 10 МПа.

Устаткування для збирання слябів

Для зрушування слябів з рольганга, що відводить, на похилий транспортер (у складі транспортера є підйомно–поворотний стіл) установлений зіштовхувач, а при укладанні їх у стропи – два зіштовхувача обладнані 8-ю пальцями кожний.

Робочий хід зіштовхувача – 4400 мм. Швидкість – 0,56 м/с, максимальне зусилля, що штовхає, – 40тонн. Привод – від двох електродвигунів потужністю 96 кВт через черв'ячний редуктор і зубчасті рейки. Збірні столи розташовані на складі слябів біля зіштовхувачів і служать для укладання слябів у стопи. Максимальний робочий хід стола – 1200мм. Швидкість підйому – 0,022 м/с. Піднімальна сила – 25т. Привод – від електродвигуна МП–72 потужністю 75 кВт через черв'ячний редуктор і два піднімальні гвинти діаметром 250мм. Максимальна вага стопи із траверсою 20 т.

Проектна продуктивність слябінга 1150 становить 5 млн. т у рік (по зливках), маса механічного технологічного встаткування 8850 т і сумарна встановлена потужність електроустаткування 40400 кВт.

1.4 «Вузькі» місця ділянки обтискного стану

Подальше зростання виробництва слябінга в цей час обмежується:

- недостатньою потужністю нагрівальних засобів, що викликає крім обмеження обсягу виробництва, затримку злиwkів перед посадкою в колодязі, а отже – перевитрата палива, затримку охолодження виливниць;
- наявністю чотирьох колодязних кранів з малою вантажопідйомністю $Q=20$ т не дозволяє збільшувати розважування зливка. Один із чотирьох кранів більшу частину часу зайнятий на обслуговуванні ремонтів нагрівальних колодязів. Кран № 62 через велике фізичне зношування систематично перебуває на ремонтах;
- конструкція клітей стана не дозволяє забезпечити прокатку злиwkів «на ребро» для збільшення обсягу виробництва й забезпечення ТЛС 95% гарячого садження;
- двигуни головного привода стана не дозволяють інтенсифікувати режим обтискень у горизонтальній кліті стана;

- кантувач має ряд конструктивних недоліків і не забезпечує нормальну роботу;
- високим ступенем зношеності й недостатньої потужності ножиців для різання розкату високоміцних сталей;
- низькою продуктивністю засобів для збирання обрізі від ножиць у скрапний проліт;
- недостатньою продуктивністю існуючого устаткування складу слябів (штабелюючих пристроїв і кранів);
- недостатня міцність і твердість корпусу редуктора вертикальних валків;
- недостатньою продуктивністю засобів для подачі зливків від нагрівальних колодязів до стана. Зливковоз тільки один. Він рухається уздовж фронту всіх нагрівальних колодязів зі швидкістю до 8,0 м/с, не забезпечує максимальну годинну продуктивність стана.

Зливковоз через ряд конструктивних недоліків не забезпечує нормальну роботу й викликає часті простої стана. Вирішення даної проблеми розглянуто у другому розділі даної кваліфікаційної роботи.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Огляд устаткування для транспортування і кантування злиwkів

Злиwки, нагріті до температури плющення, з нагрівальних колодязів кліщовим краном подаються на злиwковоз, який підвозить їх до приймального рольгангу слябінгу і укладає на ролики. Потім злиwок по рольгангу подається до робочої кліті стану.

За останні роки продуктивність слябінгів значно зросла і для одноклітьового дуо-реверсивного стану складає 3,5-6,0 млн. т і більше в рік. При такій продуктивності час плющення злиwка дорівнює 40-90 с. Число груп колодязів блюмінга складає 12-16, а довжина будівлі нагрівальних колодязів 150-180 м. Щоб забезпечити вказану ритмічність прокатки, злиwковоз повинен мати швидкість пересування до 5 м/с.

На рис. 2.1 приведений загальний вигляд злиwковоза слябінгу 1150 конструкцій НКМЗ. Масивна рама злиwковоза встановлена на чотирьох ходових колесах діаметром 1000 мм. Щоб збільшити зчеплення з рейками, приводними зроблено усі колеса. Привід коліс здійснюється від двох електродвигунів типу ДП-82А потужністю по 140 кВт кожен, $n=475/900 \text{ хв}^{-1}$, розташованих за задньою віссю з обох боків візка, через зубчасті муфти і конічні редуктори, ($i=10$), змонтовані на приводних осях. У двигунів передбачено повітряне охолодження від вентилятора типу «Сироко» ЦС-ПЗ, приведенного від двигуна $N=4,2 \text{ кВт}$, $n=2200 \text{ хв}^{-1}$. На передній частині рами візка на двох цапфах встановлена масивна лита люлька масою 15 т. Поворот люльки і перекидання злиwка здійснюються шатуново-кривошипною передачею з приводом від окремого електродвигуна типу МП-71 потужністю $N=60 \text{ кВт}$; $n=540 \text{ хв}^{-1}$, встановленого позаду візка, через черв'ячний редуктор ($i=60$). Діаметр цапфи люльки 320 мм. Живлення двигунів здійснюється троллейними приводами, встановленими уздовж шляху візка.

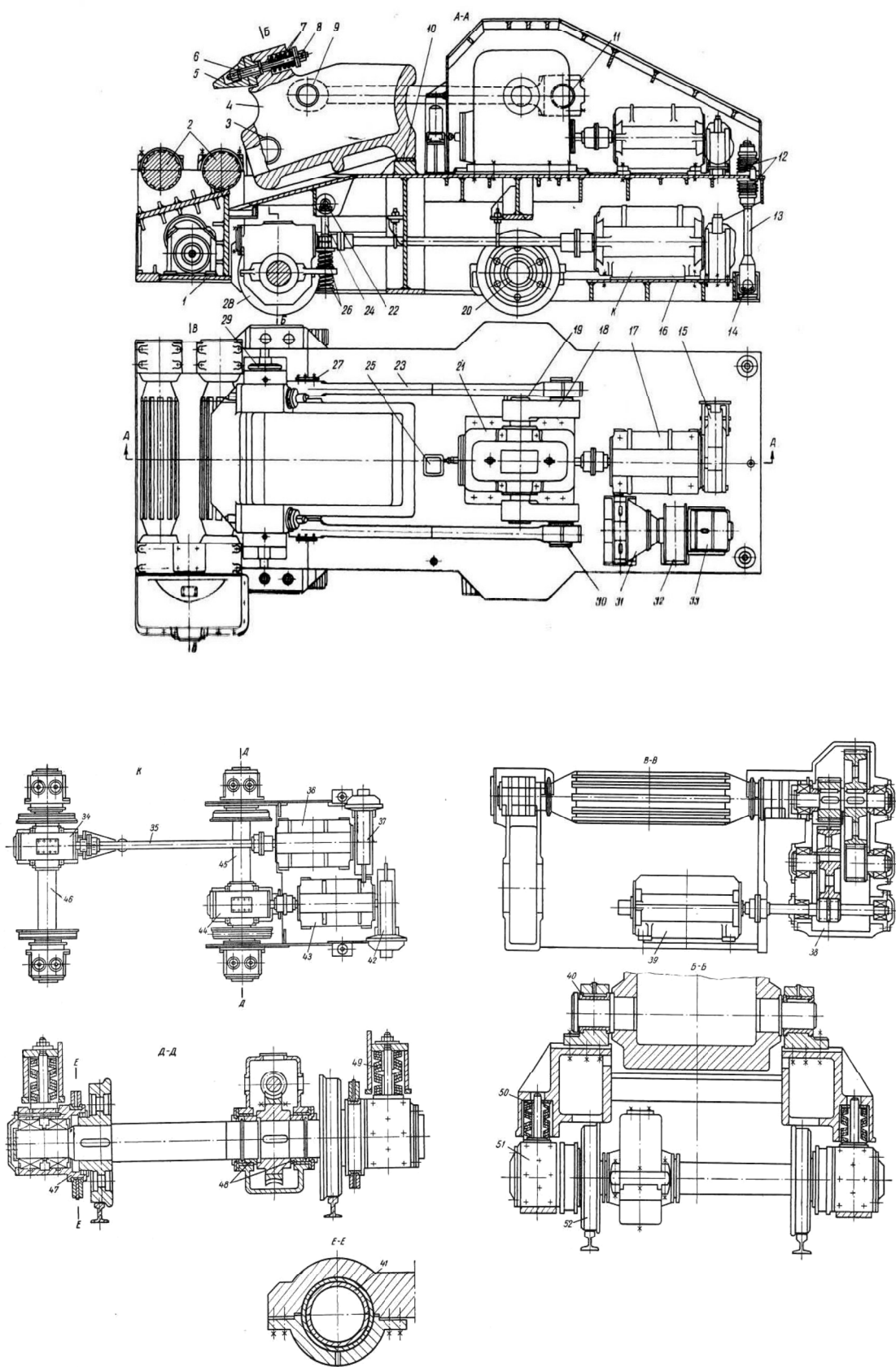


Рисунок 2.1 – Зливковоз Слябінгу 1150 конструкцій НКМЗ (позиції приведені в тексті)

У зливковозі привод механізму переміщення візка складається з електродвигунів 36, 43, сполучного валу 35, глобоїдальних редукторів 34, 44, встановлених на осях 45, 46 скатів 20, 28, і гальм 37, 42. Електродвигуни і установка для їх охолодження електродвигун 33, вентилятор 32 і очисник повітря 31 змонтовані на підмоторній плиті 16, яка з одного боку спирається на опори 47 заднього ската, а з іншої – підвішена на рамі за допомогою осей 14, тяги 73 і пружин 72.

Зливковоз масою до 25 т виймається з камери нагрівальних колодязів за допомогою колодцевого кліщового крану і в похилому положенні встановлюється в люльку зливковоза. Після цього візок-перекидач зі швидкістю від 2,75 до 4,7 м/с рухається до приймального рольгангу слябінгу.

При підході до рольгангу швидкість зливковоза автоматично знижується; до моменту зіткнення з упором включається кінцевий вимикач і зливковоз зупиняється. У цей же період автоматично включається двигун повороту люльки. Зливковоз плавно укладається на ролики і потім приймальним рольгангом транспортується до стану.

Зливковоз пересувається на двох ведучих скатах, тому маса зливковоза із зливком розподілена на ходові колеса більш рівномірно.

Для забезпечення прийнятого ритму прокатки зливковоз, як вже сказано, повинен рухатися з великими швидкостями, тобто і з великими прискореннями.

Заходом, що полегшує роботу зливковоза, являється введення у будівлю нагрівальних колодязів приймального рольганга слябінгу з установкою на нім стаціонарного перекидача, вбудованого в рольганг і укладаючого зливки на ролики рольганга по осі прокатки.

Зливки подаються на перекидач за допомогою кліщового крану, минувши зливковоз.

Введення приймального рольганга у споруду нагрівальних колодязів зменшує пробіг зливковоза, а установка на рольганг стаціонарного перекидача дозволяє здійснити подання злиwkів з перших груп колодязів на приймальний рольганг кліщовими кранами, що також полегшує роботу зливковоза.

Управління зливковозом є дистанційним (з пульта управління) і напівавтоматичним.

Останніми роками продуктивність слябінгів значно зросла. Так, продуктивність одноклітьового двохвалкового реверсивного слябінга 1150 дорівнює 3,0-3,5 млн. т в рік, а автоматизованого слябінгів 1300 5,0 - 6,0 млн. т в рік. При такій продуктивності довжина будівлі нагрівальних колодязів значно збільшується, а зливки повинні подаватися до стану через 45-60 с. Щоб забезпечити такий ритм плющення, зливковоз повинен рухатися з великими швидкостями. Нині швидкість пересування зливковоза складає 6,7-7,7 м/с.

Слід зазначити, що для збільшення швидкості руху зливковоза в деяких випадках застосовують канатний привід від барабанів, розташованих по кінцях шляху руху.

Для полегшення роботи зливковоза у будівлю нагрівальних колодязів вводять приймальний рольганг блюмінга (іноді до третьої групи колодязів) з установкою на нім стаціонарного перекидача. В цьому випадку зменшується пробіг зливковоза, а застосування стаціонарного перекидача дозволяє здійснити подання злиwkів з перших груп колодязів на приймальний рольганг кліщовими кранами, що також полегшує роботу зливковоза. Перекидач використовують для підйому у вертикальне положення злиwkів і недоката, повернених із стану, для захоплення їх кліщовим краном.

На нових великих блюмінгах і слябінгах 1300 конструкцій УЗТМ продуктивністю 5,0-5,5 млн. т/рік застосовують так звану кільцеву зливкоподачу, при якій по замкнутому витягнутому кільцю безперервно рухаються чотири зливковоза. За допомогою колодцевого кліщового крану нагрітий злиwk укладається на раму зливковоза в горизонтальному положенні; у цьому ж положенні у закругленої ділянки рейкового шляху, розташованого збоку від приймального рольганга, злиwk за допомогою стаціонарного бічного штовхальника стикається, а рами зливковоза і подається на ролики приймального рольганга. На рис. 2.2, представлений загальний вигляд зливковоза слябінга 1300 конструкцій УЗТМ.

Зливковоз призначений для транспортування нагрітих злиwkів масою до 13 т від нагрівальних колодязів до приймального рольгангу блюмінга. Зливковоз рухається по замкнутому так званому кільцевому рейковому шляху. Прямі ділянки шляху розташовані один уздовж фронту нагрівальних колодязів, інший на протилежній гілці шляху, що знаходиться зовні будівлі нагрівальних колодязів. Закруглені (радіальні) ділянки шляху розташовані один збоку від приймального рольганга, інший — за останнім нагрівальним колодязем.

Зливковоз є самохідним візком масою 26,5т і більше з горизонтальною зварною платформою. На відміну від зливковозів, які використовували раніше на блюмінгах, на зливковозі немає вертикальної люльки з перекидачем і злинок укладається колодязним кліщовим краном на поперечні бруси платформи в горизонтальному положенні уздовж рами візка. Платформа зливковоза спирається на чотири ходові колеса діаметром 900 мм, які стикаються з важкими рейками спеціального профілю, ширина колії 1600 мм. Задня вісь з насадженими на неї колесами наводиться від розташованого під платформою електродвигуна постійного струму типу ДП-82А потужністю $N=140$ кВт, $n=900$ хв⁻¹ (ПВ=100%) через циліндричний двоступінчатий редуктор ($i=10,9$). Базова відстань між осями скатів дорівнює 2200 мм. На прямих ділянках шляху зливковоз може рухатися зі швидкістю до 5,4 м/с.

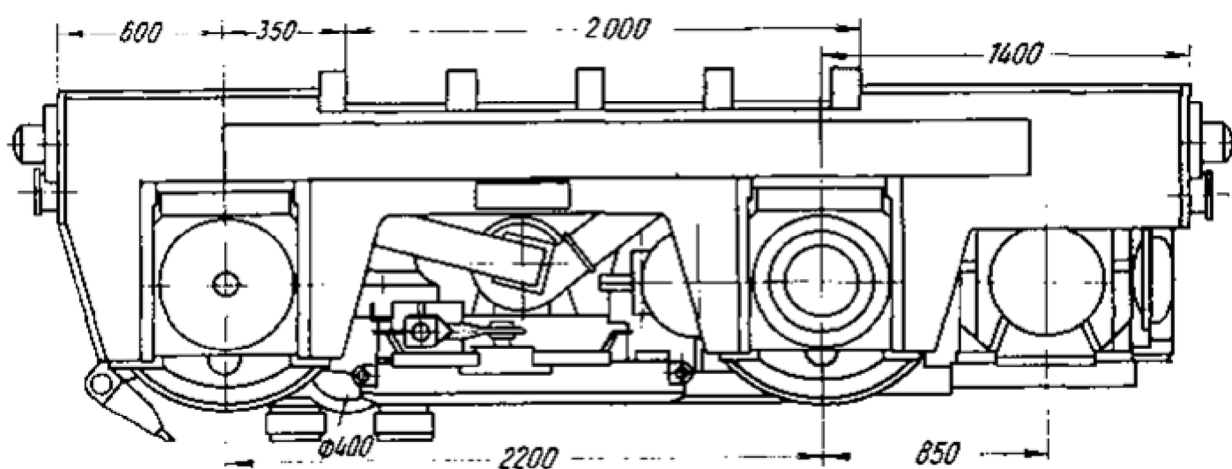


Рисунок 2.2 – Зливковоз слябінга 1300 конструкцій УЗТМ

Зварна рама (платформа) візка спирається на чотири підшипникові букси ходових коліс через пакети сталевих прокладень.

Для повітряного охолодження обмоток тягового електродвигуна внизу під рамою візка встановлений вентилятор, приведений в роботу електродвигуном ДП-21 потужністю $N=1,3$ кВт, $n=1460-2920$ хв⁻¹ (ПВ=25%).

Для очищення полотна шляху зливковоза від окалини перед переднім скатом зроблений скребок. З обох боків візка під рамою розташовані електромагнітні гальма, якорі яких замикаються із зусиллям до 70 кН при зіткненні з рейками. Живлення електродвигунів здійснюється за допомогою шарнірно-телескопічного з'єднання із струмознімачем троллейних дротів, що йдуть збоку уздовж кільцевого шляху зливковоза.

При підході до закругленої передньої ділянки шляху зливковоз зупиняється, і зливоч за допомогою бічного стаціонарного штовхальника стикається на ролики приймального рольганга стану.

Переваги описаного зливковоза :

1) простота конструкції (відсутність люльки-перекидача із складним шатуново-кривошипним механізмом для перекидання зливка) і надійність в експлуатації, необхідні для безперебійної роботи;

2) невелика маса зливковоза (26,5 т) і невелика витрата енергії на його пересування;

3) можливість включення в автоматичний цикл кільцевого подання зливків декількома зливковозами, що забезпечує високу продуктивність блюмінга (до 800 т/год. зливків);

4) можливість укладання зливка на платформу в горизонтальному положенні, що відповідає подальшому положенню зливка при транспортуванні його рольгангом до стану для прокатки.

На слябінгах прокатують важкі зливки (16-30 т), тому укладання зливків, колодязним кліщовим краном з колодязів у вертикальному положенні на горизонтальні возики-зливковози (див. рис. 2.3), дуже скрутне і викликає удар зливка об раму візка.

На слябінгу конструкції НКМЗ (рис. 2.3) для зливкоподачі застосований зливковоз комбінованого типу : колодязним кліщовим краном зливковоз встановлюється в люльку 1 зливковоза у вертикальному (похилому) положенні. При підході до приймального рольгангу люлька із зливком за допомогою гідроприводу 2 обертається на 90 навколо осі валу 3; при цьому зливковоз укладається на горизонтальну раму 4 зливковоза і потім бічним зіштовхувачем зіштовхується на приймальний рольганг.

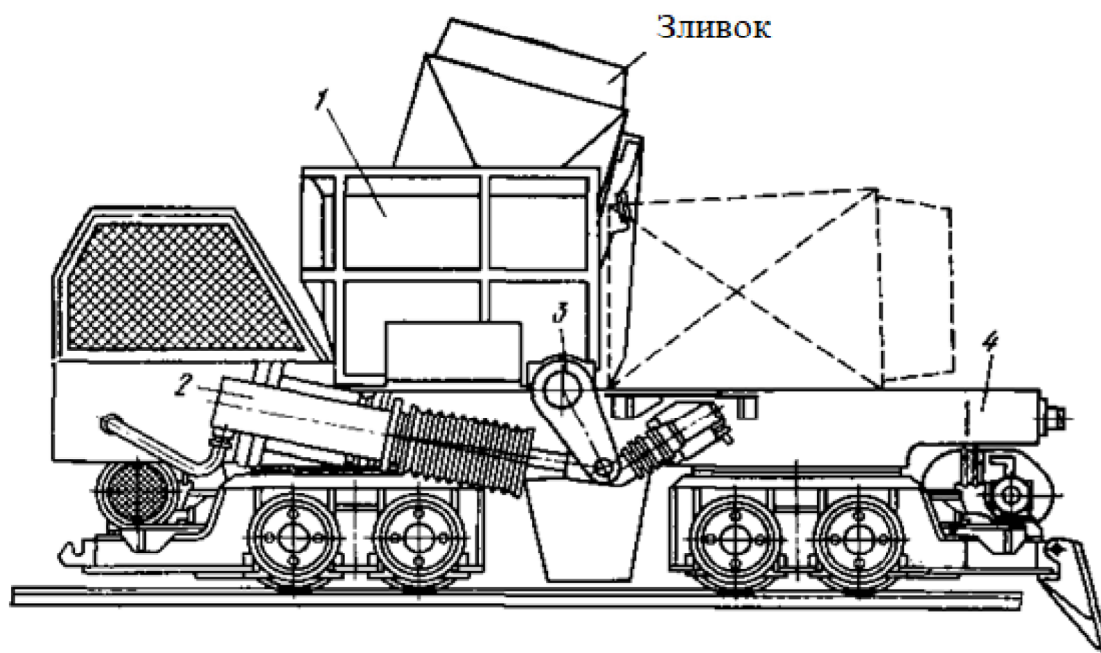


Рисунок 2.3 – Зливковоз слябінгу 1250 конструкцій НКМЗ (позиції приведені в тексті)

2.2 Загальні відомості про зливковоз приймального рольгангу Слябінг 1150

Зливковоз призначений для доставки нагрітих злиwkів від нагрівальних колодязів до приймального рольганга обтискного стану.

Технічна характеристика

маса зливка, кг	23200
швидкість пересування зливковоза, м/с	5,8
механізм пересування зливковоза:	

тип електродвигуна	Д-816
потужність, кВт	150
частота обертання, об/хв.	470
передаточне число привода	8,5
механізм перекидання люльки:	
тип електродвигуна	Д-814
частота обертання, об/хв.	490
передаточне число привода	88,7
швидкість переміщення зливковоза біля упора, м/с	0,3
маса зливковоза без електрообладнання, кг	134412
режим роботи зливковоза	важкий

Зливковоз – це самохідний візок, який має раму 1 (рис.2.4). Рама опирається на чотири ходові колеса 2, котрі закріплено в буксах 3. Рама на колеса зпирається через амортизатори. На рамі суцільно закріплена люлька 5.

Зливковоз має механізми:

- механізм перекидання люльки;
- механізм пересування зливковоза.

Нагрітий зливкок за допомогою кліщового колодязного крану встановлюється в люльку зливковоза. Перекидання люльки із зливком здійснюється механізмом перекидання, до складу якого входить електродвигун 6, який передає обертовий рух через маточину 7 вхідному валу циліндричної передачі, що складається із триби 8 і колеса. На валу колеса 9 змонтовано черв'як 10, в зачепленні з яким знаходиться черв'ячне колесо 11. Вал черв'ячного колеса 11 з'єднано з коробом 12. Суцільно з коробом з'єднано шатун 13, який зпирається на люльку 5. На вільному валу електродвигуна встановлено гальмо 15 з гальмовим шківом діаметром 400 мм. Для обмеження крайніх положень повороту люльки встановлено командоапарат КА-459-1. Люлька виконана із сталюого литва, зпирається на підшипники ковзання, які розташовані в рамі зливковоза. Опорами шатуна і колінчастого валу є також підшипники ковзання, а опори циліндрично-глобоїдного редуктора виконано на підшипниках кочення. Змашення

циліндричної і глобоїдної передачі – рідке, система – заливна. Змащення підшипників – густе від центральної станції, яка знаходиться на зливковозі.

Механізм пересування зливковоза (рис.1.4). Колеса – приводні. Кожне колесо приводиться в рух двигуном 1 через зубчасту муфту 2 і циліндричний редуктор 3, на вихідному валу якого змонтована конічна триба 4, яка знаходиться в зачепленні з конічним колесом 5. Конічне колесо змонтовано на валу 7, на якому встановлено ходові колеса 6. На вільному валу двигуна є гальмо 8 типу ТКП-800.

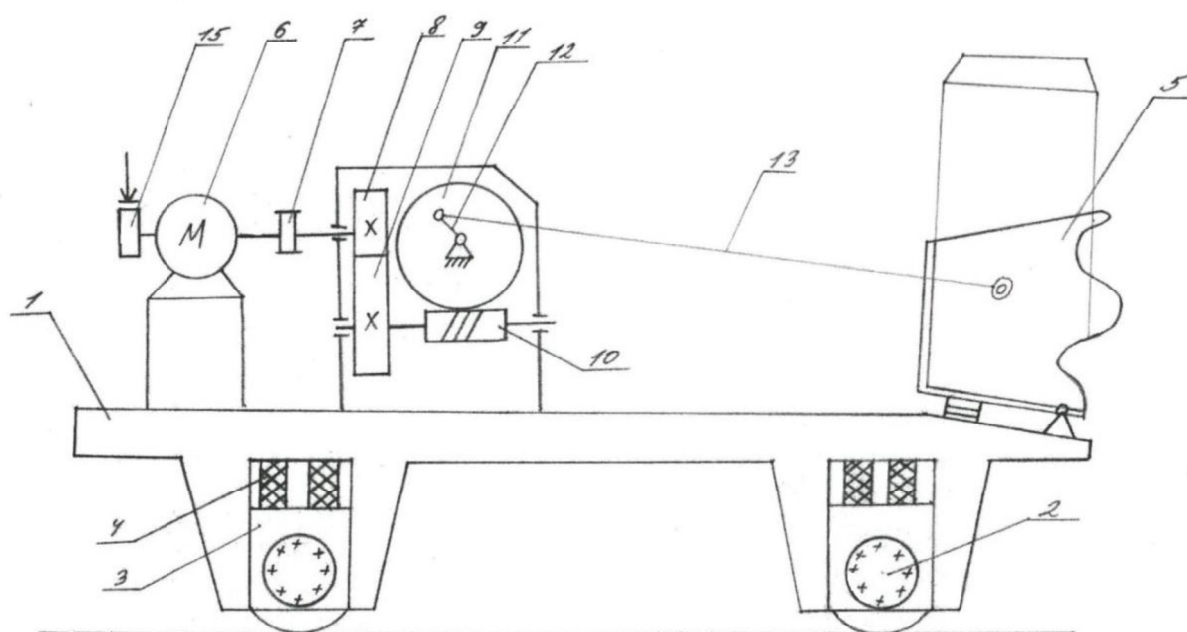


Рисунок 2.4 – Принципова схема зливковоза приймального рольганга обтискного стану Слябінг 1150 (позиції наведено в тексті)

Друга пара ходових коліс приводиться в рух таким же механізмом, але є подовжений вал 9, який з'єднує двигун з циліндричним редуктором, і додаткова зубчаста муфта 10.

2.3 Опис проекту модернізації зливковоза

Конструктивно передбачено, що рама зливковозу опирається на пружинні амортизатори, які встановлені на буксах. Пружинний амортизатор складається з

пружин (рис. 2.5), всередині кожної пружини знаходиться стакан. Пружини амортизатора притискаються до букси планкою, яка затягується гайкою. Через велику вагу зливковозу та зливку, а також важкий режим роботи в тілі пружини виникають великі питомі навантаження. В результаті таких навантажень виникає концентрація напружень в тілі пружини, внаслідок чого знижується термін експлуатації всього амортизатора, що складає орієнтовно шість місяців. Це призводить до частих зупинок зливковозу на ремонт, збільшуючи додаткові простой обладнання.



Рисунок 2.5 – Пружинний амортизатор зливковозу обтискного стану

Для збільшення терміну служби та зменшення витрат на ремонт зливковозу пропонується пружинні амортизатори замінити на амортизатори з еластичним елементом з поліуретану (рисунок 2.6). Такий амортизатор складається з еластичного елемента 1, в середині якого знаходиться отвір для болта 2, зверху притиснутий планкою 3. В отвір еластичного елемента зверху і знизу встановлюються механічні втулки 4. Орієнтовний термін служби таких амортизаторів становить 5 років.

Крім пружинних амортизаторів до істотних конструктивних недоліків відноситься конструкція валу ходових коліс (рисунок. 2.7).

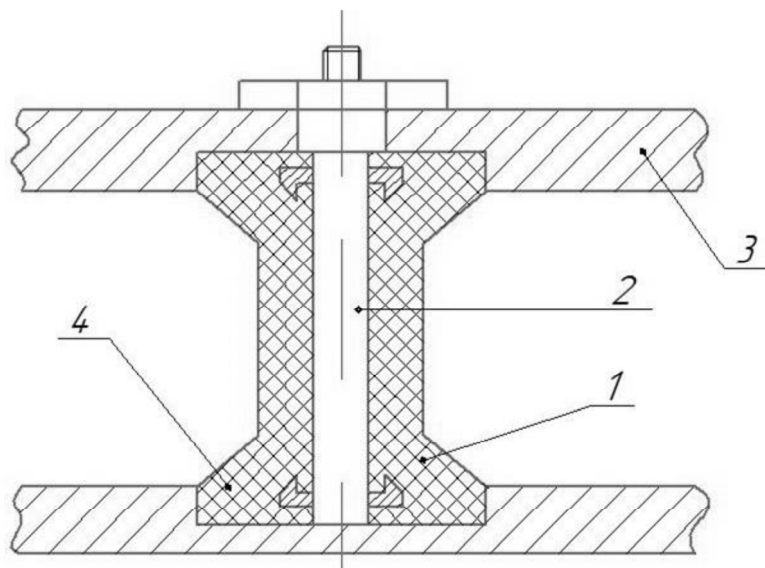


Рисунок 2.6 – Схема амортизатора з еластичним елементом (позиції наведено в тексті)

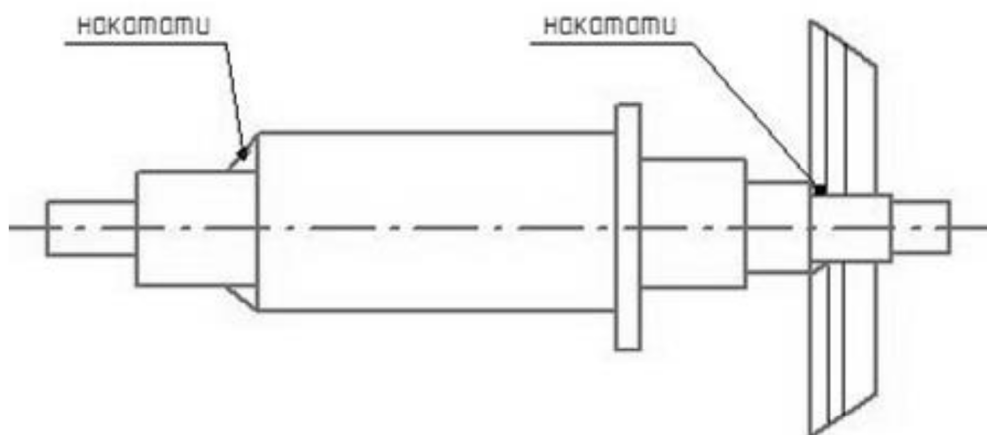


Рисунок 2.7 – Схема валу ходових коліс зливковоза

Швидкий вихід з ладу валу обумовлюється великим навантаженням в місці посадки ходового колеса на вал, що призводить до появи тріщин. Для усунення зазначеного недоліку пропонується в місці переходу з більшого діаметру валу на менший під посадку колеса накатати ролик поверхню з радіусом закруглення до 8° . Це призведе до зменшення концентраторів напружень в цьому місці [6,7] та виключити виникнення втомних тріщин. Проведення такого заходу дозволить продовжити термін служби валу і зменшити простой устаткування.

2.4 Розрахунок основних параметрів приводу механізму пересування зливковозу

Для розрахунку потужності електродвигуна приводу зливковозу скористаємося даними наданим цеховою ремонтною службою та методикою наведеною в [5]:

– вага зливковозу з візком	$G_{зл} = 131,42$
– вага зливку	$G_з = 23т$
– швидкість пересування зливковозу	$V = 5,8 \text{ м/с}$
– кількість двигунів	$n = 2$
– діаметр ходових коліс	$D_{хк} = 1000 \text{ мм}$

Опір пересуванню візка від сил тертя

$$Wr = (G_з + G_{зл}) \cdot K_p \cdot (2\mu + fd) / D_{хк}, \quad (2.1)$$

де $K_p = 2,4$ – коефіцієнт, що враховує тертя в реборда ходових коліс;

$\mu = 0,001$ – коефіцієнт тертя кочення колеса по рейці;

$f = 0,015$ – коефіцієнт тертя в підшипниках кочення;

$d = 310$ – діаметр осі ходового колеса, мм.

$$Wf = (1314200 + 230000) \cdot 2,5 \frac{2 \cdot 0,001 + 0,015 \cdot 0,31}{1,0} = 21231,75 \text{ Н}$$

Опір пересуванню від ухилу шляху

$$W_y = \alpha(G_з + G_{зл}), \quad (2.2)$$

де $\alpha = 0,002$ – коефіцієнт, що враховує ухил шляху.

$$W_y = 0,002 \cdot (1314200 + 230000) = 3088,4 \text{ Н}$$

Найбільший опір пересуванню візка з номінальним вантажем

$$W_{ст} = W_f + W_y = 21232,75 + 3088,4 = 24321,15 \text{ Н}$$

Статична потужність

$$P_{ст} = \frac{W_{ст} \cdot V}{n \cdot \eta_{мех}}, \quad (2.3)$$

де n – кількість двигунів.

$$P_{ст} = \frac{24321,15 \cdot 5,8}{2 \cdot 0,85} = 82978,04 \text{ Вт} = 82,9 \text{ кВт}$$

Опір у пусковий період

$$W = W_{сн} + (1.1 \dots 1.3) \frac{G_z + G_{зл}}{q} \cdot a, \quad (2.4)$$

де $a = 0,2$ – орієнтовне значення прискорення в механізмі пересування зливковогозу, м/с^2 ;

q – прискорення вільного падіння.

$$W = 24321,15 + (1.1 \dots 1.3) \frac{1314200 + 230000}{10} \cdot 0,2 = 61281 \text{ Н}$$

Потужність двигуна, який обирається [8]

$$P_p = \frac{W \cdot V}{\varphi_{ср} \cdot \eta_{мех}}, \quad (2.5)$$

де $\varphi_{ср} = 1,6$ – середня кратність пускового моменту

$$P_p = \frac{61281 \cdot 5.8}{2 \cdot 1.6 \cdot 0.85} = 146 \text{ кВт}$$

Згідно виконаного розрахунку по [9] обираємо електродвигун, який має технічну характеристику:

Тип	Д-816
Потужність	P = 150 кВт
Частота обертання	n = 470 хв ⁻¹

2.5 Розрахунок ходових коліс

2.5.1 Вибір ходових коліс

Для вибору ходових коліс зливковоза скористаємося наступними даними

– маса зливковоза	m=131,42т
– максимальна маса зливка	m _{зл} = 23т
– кількість ходових коліс	z = 4
– тип ходових коліс	одноробордні
– матеріал ходових коліс	сталь 65Г
– твердість поверхні кочення	НВ 300÷350

Навантаження, яке діє на одне ходове колесо:

$$F = \frac{G+G_{зл}}{z} = \frac{1314200+230000}{4} = 386050 \text{ Н}, \quad (2.6)$$

Обираємо ходові колеса, які мають наступну характеристику:

– діаметр ходових коліс	D = 1000 мм
– ширина колеса	B = 170 мм
– висота реборди	h ₁ = 40 мм
– ширина реборди	b = 40 мм

Для обраних коліс по каталогу визначаємо рейки з наступними характеристиками:

– тип рейки	KP-100
– ширина закруглення площини рейки	$B = 100$ мм
– ширина головки рейки	$b_1 = 108$ мм
– ширина ніжки рейки	$b_2 = 150$ мм
– радіус голівки рейки	$R = 450$ мм
– висота рейки	$h = 150$ мм

Напруження зминання:

$$\sigma_1 = K \cdot b_1 \sqrt{\frac{K_p \cdot E_{pp}^2}{R_1^2}} \leq [\sigma_1], \quad (2.7)$$

де K - коефіцієнт, що залежить від відношення:

$$\frac{R_1}{R_2} < 1, \quad (2.8)$$

R_1 і R_2 - відповідно більший і менший радіус колеса:

$$R_1 = \frac{D_{xk}}{2} = \frac{1000}{2} = 500 \text{ мм},$$

$R_1 = D_{xk} = 500$ мм, тоді R_2 буде дорівнювати радіусу рейки $R_2 = R_p = 450$ мм.

$$\text{Звідси: } \frac{R_1}{R_2} = \frac{450}{500} = 0,9$$

Обираємо $K = 0,095$, [10]

K_p - коефіцієнт, який залежить від режиму роботи:

Для важкого режиму роботи $K_p = 1,6 \dots 1,1$, [11], приймаємо $K_p = 1,08$

$E_{pr} = 2,1 \cdot 10^6$ - приведений модуль пружності, кг/см²;

P_p - розрахункове навантаження на колесо:

$$P_p = K_n \cdot K_g \cdot F, \quad (2.9)$$

де K_n - коефіцієнт, який враховує нерівномірний розподіл навантаження по ширині рейки, для рейки з випуклою голівкою $K_n = 1,1$ [11];

K_g - коефіцієнт динамічності, залежить від швидкості руху, при швидкості $v = 5,8$ м/с $K_g = 1,3$ [12].

$$P_p = 1,1 \cdot 1,3 \cdot 296922,5 = 424599,17 \text{ Н}$$

$$\sigma_1 = \frac{0,095 \cdot 1,08}{10^3} \sqrt{\frac{424599,17 \cdot (2,1 \cdot 10^6)^2}{500^2}} = 931,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_1 = 931,8 \text{ МПа} < [\sigma] = 1980 \text{ МПа}$$

Отже, так як дійсні напруження змінання менші допустимих, то типорозмір колес обрано вірно

2.5.2 Розрахунок вала ходових коліс на витривалість та статичну міцність

Для розрахунку скористаємося наступними технічними характеристиками валу:

Матеріал валу	Сталь 35 ХНМ
Термообробка	Поліпшення
Межа міцності	$\sigma_b = 790$ МПа
Межа текучості	$\sigma_T = 590$ МПа

Діаметри посадочних місць валу	$d_1 = 350$ мм
	$d_2 = 260$ мм
	$d_3 = 310$ мм
Відстань між опорами валу	$l = 2842$ мм
Відстань від опор валу до місця напресовки ходового колеса	$a = d = 612,5$ мм
Відстань від ходових коліс до місця посадки зубчастого колеса	$c = 992$ мм $b = 625$ мм
Діаметр ходових коліс	$D = 1000$ мм
Ділильний діаметр конічного колеса	$D = 980$ мм
Крутний момент, який передається валом	$M = 49,9$ кН·м
Крутний момент валу ходових коліс передається за допомогою зубчастого зачеплення, конічне колесо якого напресоване на вал, що має характеристику:	
Модуль зачеплення	$m = 20$ мм
Число зубів	$z = 49$ шт
Осьове навантаження від конічної передачі, що діє на ходове колесо [13]:	

$$F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \sigma, \quad (2.10)$$

де F_t - окружна сила:

$$F_t = \frac{2 \cdot M}{d_1}, \quad (2.11)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 49916,51 \cdot 10^3}{394,21} = 25324,8 \text{ Н} = 25,3 \text{ кН}$$

$d_1 = 394,21$ – ділильний діаметр шестерні, мм.

$\operatorname{tg} \alpha = 20^\circ$

$\cos \sigma$ – кут ділильного конуса, $\sigma_k = 25^\circ 9'$

$$F_a = 25324,8 \cdot \operatorname{tg}20^\circ \cdot \cos25^\circ 9' = 8343,6 \text{ Н} = 8,4 \text{ кН}$$

Радіальна сила колеса [14]:

$$F_r = F_t \operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\sigma_k = 25324,8 \cdot \operatorname{tg}20^\circ \cdot \sin25^\circ 9' = 3917,3 \text{ Н} = 4 \text{ кН} \quad (2.12)$$

Як показали розрахунки навантажень в зачепленні, вони мають не значні значення у порівнянні з вертикальними навантаженнями, які діють на ходові колеса, від сил тяжіння зливковозу зі зливком. Тому вал (вісь) ходових коліс можна розраховувати тільки на вигин.

Осьове навантаження від зміщення зливковозу при його русі:

$$F_a = 0,2 \cdot F = 0,2 \cdot 294 = 59,4 \text{ кН} \quad (2.13)$$

Згинальний момент у небезпечному перерізі осі:

– без урахування осьового навантаження:

$$M_c = -F \cdot a = -297 \cdot 0,61 = -180 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.14)$$

– з урахуванням осьового навантаження:

$$M_c = -F \cdot a - F_a \cdot y, \quad (2.15)$$

де D – діаметр ходових коліс.

$$M_c = -297 \cdot 0,61 - 39,4 \cdot \frac{1}{2} = -28,7 - 180 = 208,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Момент опору небезпечного перерізу:

$$W = -\frac{\pi \cdot d_3^3}{32} \approx 0,1 \cdot d_3^3 = 0,1 \cdot 3 \cdot 10^3 = 3 \cdot 10^2 \quad (2.16)$$

Згинальні напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_c}{W_A} = \frac{208,7}{3 \cdot 10^2} = 72 \text{ МПа}, \quad (2.17)$$

Запас міцності

$$S = \frac{\sigma_T}{\sigma_{зг}} = \frac{590}{72} = 8,6 > [S] = 2,5 \dots 3 \quad (2.18)$$

Проектний запас міцності по згинальним напруження перевищує допустимий в 3 рази, отже умова міцності забезпечена.

2.5.3 Визначення довговічності підшипника

В опорах (буксах) встановлені 2-х рядні радіально-сферичні підшипники серії 3652, що мають таку характеристику::

- | | |
|--------------------------------|--|
| – радіальне навантаження | $F = 297 \text{ кН}$ |
| – осьове навантаження | $F_a = 59,4 \text{ кН}$ |
| – частота обертання підшипника | $n = 54,6 \text{ хв}^{-1}$ |
| – геометричні розміри | $d \times D \times B = 260 \times 540 \times 165 \text{ мм}$ |
| – динамічна вантажопідйомність | $C = 1950 \text{ кН}$ |
| – статична вантажопідйомність | $C_0 = 2500 \text{ кН}$ |
| – кут контакту | $\alpha = 13^\circ$ |
| – коефіцієнт | $1 = 0,34$ |

Відношення осьового навантаження до статичного [15]:

$$\frac{i \cdot F_c}{C_0} = \frac{2 \cdot 59,4}{2500} = 0,445, \quad (2.19)$$

Еквівалентне навантаження

$$F_{\text{екв}} = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_\sigma \cdot K_T, \quad (2.20)$$

де $X = 0,67$, $Y = 3$ – коефіцієнти радіального і осьового навантажень

$$F_{\text{екв}} = (0,67 \cdot 5,8 \cdot 4 + 2 \cdot 8,4) \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 550$$

Номінальна довговічність підшипника

$$L = \left(\frac{C}{F_{\text{екв}}} \right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{1950}{550} \right)^3 \cdot \sqrt[3]{\frac{1950}{550}} = 64 \text{ млн. об.} \quad (2.21)$$

$$L_n = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{64 \cdot 10^6}{60 \cdot 54,6} = 19500 \text{ г.}$$

Розрахункова довговічність підшипників опорної осі ходових коліс більше рекомендованої для обладнання прокатних цехів $L_n \approx 10000$ годин. Ресурс підшипників задовольняє вимоги виконання технологічного процесу.

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічна карта по заміні редукторів механізму пересування зливковогоза

Зливковоз складається з рами, скатів і коліски, оснащений двома механізмами – пересування зливковогоза й повороту коліски.

До механізму пересування відносяться два комбінованих редуктори з передаточним числом 3,5 кожний, які одержують крутний момент від двох електродвигунів ДП-82А потужністю по 140 кВт кожен. Вони забезпечують швидкість пересування зливковогоза, рівну 5,8 м/сек.

До механізму повороту коліски для перекидання злиwkів масою до 23 т відносяться комбінований редуктор з передаточним числом 88,7, що одержує крутний момент від одного електродвигуна ДП-72 потужністю 67 кВт. Швидкість перекидання коліски становить 6 сек. Поворот коліски здійснюється через колінчатий вал і шатун.

Для обдування електродвигунів механізму пересування й повороту коліски на зливковозі встановлений вентилятор, що приводиться в роботу електродвигуном ДП-31 потужністю 12 кВт. Змащення в редукторах заливне картерне. Змащення третьових площин рами й підшипників букс осей редукторів механізму пересування здійснюється від станції густого змащування із приводом від електродвигуна ДП-22 потужністю 0,5 кВт і вручну. На електродвигунах механізму пересування зливковогоза встановлені гальма ТКП-800 по одному на кожний, а на електродвигуні механізму повороту коліски встановлено гальмо ТКП-400.

Електроживлення електродвигуни одержують через струмознімачі від тролей. Струмознімачі змонтовані на каретці, що разом зі зливковозом переміщається по напрямним верхнім і нижнім.

Ремонт зливковогоза складається із двох частин. Перша частина – це заміна редукторів механізму пересування на ремонтній ямі в прольоті нагрівальних колодязів. При цьому редуктори, що відробили свій нормативний строк, або, що

вийшли з ладу аварійно, замінюються заздалегідь відремонтованими запаяними редукторами. Одночасно можуть мінятися й електродвигуни [16].

Друга частина ремонту – це ремонт редукторів, знятих зі зливковоза. Цей ремонт виконується в майстерні ремонтного цеху й містить у собі заміну або ремонт зношених деталей [17].

Ремонтна яма в прольоті нагрівальних колодязів обладнана гідравлічним пристроєм підйому рами, лебідкою для викочування й заочухування редукторів, а також електротельферами вантажопідйомністю 3 і 5 т для підйому дрібних вантажів.

Заміна редукторів виконується, в основному, залежно від стану зубчастих коліс, що визначає період роботи редукторів. Рідше – це випадки поломок.

Згідно ПТЕ ревізія й ремонт зливковоза виконується не рідше одного разу у два місяці або для заміни ходових коліс при ослабленні їхньої посадки на валах редукторів, при наявності на осях поперечних тріщин, при зношуванні реборд по товщині більше 60%, при наявності на бігових доріжках коліс викришувань або відколів, при зношуванні коліс по діаметру більше 10 мм. Заміна втулок коліски й коленвала виконується при зношуванні їх по діаметру більше 5 мм, а втулку шатуна при зношуванні її по діаметру більше 2 мм.

Особливістю роботи із заміни редукторів механізму пересування зливковоза є ретельна підготовка інструмента й пристосувань, обережна й уважна робота при підйомі рами, викочуванню й заочухуванню редукторів, опускання рами. При необережних роботах при виконанні цих операцій можна завалити раму. А це вже велика додаткова робота. Тому, на керуванні лебідкою й гідравлікою повинен стояти добре проінструктований і навчений робітник.

Можлива робота одного зливковоза, а другого на ремонті. У таких випадках приймаються міри відповідно даної ситуації.

Підготовчі роботи перед початком ремонту зливковоза наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Підготовчі роботи

Заходи	Виконавець
Встановлення зливковоза на ремонтній ямі	Цехові служби
Від'єднання електропроводки	Цехові служби
Установка електрозварювального апарата	Цехові служби
Підключення й відключення електрозварювального апарата	Цехові служби
Перевірка масла в гідросистемі	Цехові служби
Перевірка роботи тельферів	Цехові служби
Організувати присутність електрика й слюсара по гідравліці на період підйому й опускання рами	Цехові служби
Завести вагон з редукторами, і після заміни їх вивести вагон	Цехові служби
Встановлення на зливковозному шляху зливка при працюючому другому зливковозі	Цехові служби
Підготовка пристосувань і оснащення	ЦРПО
Від'єднання мастилопроводів від букс	Цехові служби
Розмотати трос лебідки й запасувати його в блоки	Цехові служби
Від'єднати каретку від водила й з'єднання з водилом	Цехові служби
Зняття кронштейнів на рамі зливковоза	Цехові служби
Збирання робочої площадки до ремонту	Цехові служби
Збирання робочої площадки після ремонту	Цехові служби

Вантажопотоки

Зняття редукторів зливковоза із залізничного піввагона й установка їх на піввагон, після заміни на зливковозі, здійснюється електромостовим краном відповідно до інструкції по техніці безпеки. Установка й зняття кронштейнів рами зливковоза, форкопів підвіски редукторів і інших дрібних деталей здійснюється за допомогою електротельферів вантажопідйомністю 3 і 5 т

відповідно до інструкції по техніці безпеки. Підйом вантажу, його транспортування й укладання вантажу здійснюється відповідно до інструкції, схемою вантажопотоку й схемою стропування вантажів. При цьому крановий машиніст керується своєю інструкцією.

Підкрановий робітник (старший по кваліфікації слюсар, що має посвідчення стропальника) при подачі команди крановому машиністові на підйом, транспортування й укладання вантажу перебуває в такому безпечному місці, звідки добре видні крановий машиніст і місце вантажу. Інші слюсарі (також, що мають посвідчення, стропальника) виконують підкранові роботи під керівництвом старшого з дотриманням всіх правил безпечної роботи під краном. Залізничний піввагон з редукторами зливковоза встановлюється на сусідньому зі зливковозом шляху. Звідси транспортування вантажу проводиться на відстані не більше 10–15 м від місця роботи.

Перед початком роботи із заміни редукторів зливковоза зі справжньою технологічною картою повинні бути ознайомлені крановий машиніст і робітники, що виконують цю роботу.

Викочування редукторів

Розпустити болти підбуксових планок, підкласти під них спеціальні підставки, потім зняти болти. Планки залишити на підставках так, щоб відстань між буксою й високою частиною планки було не менш 50 мм.

Застропити раму правого (заднього) редуктора біля гальм стропом вантажопідйомністю 1 т, довжиною 3...4 м, однією петлею внизу за раму, а другою петлею за гак тельфера вантажопідйомністю 5 т. Підняти раму до упору гальмами в раму зливковоза. Підкласти під раму редуктора дві спеціальні підставки з котками на рейки, опустити раму на ці підставки. Підставки закріпити до рами редуктора. Тельфер не розстроплювати.

Закріпити ригельні планки осей форкопів рами правого (заднього) редуктора, вибрати за допомогою тельфера зазор в осях і вийняти осі. Тельфер розстропити.

Застропити на тельфер вантажопідйомністю 3 т лівий (передній) редуктор через люк у рамі зливковоза стропом вантажопідйомністю 1 т довжиною 3...4 м

однією петлею на гак тельфера, а другий – за приплив редуктора. Підняти редуктор на 100–150 мм і підкласти спеціальну опорну вісь із котками під приплив редуктора. Опустити редуктор. Тельфер не розстроплювати, а тільки послабити строп.

Розкріпити ригельну планку форкопа лівого (переднього) редуктора, вибрати люфт осі форкопа й вийняти вісь. Тельфер розстропити повністю.

За допомогою тельферів установити на раму зливковоза кронштейни й закріпити їхніми шпонками. Маса одного кронштейна 80 кг. Стропить стропом вантажопідйомністю 0,3 т довжиною 2...3 м за отвір кронштейна.

За допомогою тельферів і вручну встановити підставки на плунжера гідроциліндрів підйому рами для збільшення висоти підйому рами. Підставки висотою 300 мм.

Включенням гідроциліндрів вибрати зазор між гідроциліндрами й кронштейнами на рамі.

Розкріпити й зняти водило струмоприймача.

Відкотити убік струмоприймач, попередньо від'єднавши проводку.

Розкріпити й відсунути до кінця частину напрямної балки для струмоприймача убік стіни.

Розкріпити й зняти сталеву мітку в передній частині рами зливковоза під коліскою.

Включенням гідроциліндрів, підняти раму зливковоза на висоту 600–700 мм.

Відвернути на кожній буксі осей редукторів по три болта для установки спеціальних тяг між буксами по обидва боки. Установити сполучні тяги й закріпити їх до букс знятими болтами.

Підняти гідроциліндрами раму так, щоб під нею могли пройти гальма електродвигунів (найвища точка), але не вище 1770 мм.

Установити на плунжера фіксуючі напівтруби, з'єднати їхніми болтами попарно й на них опустити раму. Плунжера в такому ж положенні зафіксувати, заклавши всі вентиля.

Розпустити гальма електродвигунів, щоб вони не гальмували при викочуванні редукторів.

Застропити тросом від лебідки за вушко лівий (передній) редуктор і, за допомогою лебідки, через систему блоків, викотити редуктора вперед зливковоза на відстань 2...3 м убік стана.

Заміна редукторів

Закріпити букси осей до кришок редукторів дротом від їхнього провертання, а пластини, що втримують на буксах пружини, закріпити гайками М56 або приварити прутками до букс.

Закріпити кріплення всіх муфт для зняття електродвигунів і промвала. На муфті промвала залишити по два болта, щоб промвал не впав.

Розкріпити й зняти обоє гальм електромоторів. Стропити одним стропом вантажопідйомністю 1 т довжиною 2 м удвічі за раму гальма. Маса гальма 1250 кг.

Розкріпити й зняти з букс редукторів розпірні тяги. Болти наживити на місце.

Застропити промвал стропом вантажопідйомністю 2 т, довжиною 3...4 м «на підхоплення» і, обертаючи за муфту електромотора, пересунути лівий (передній) редуктор уперед до виходу промвала з напівмуфти редуктора.

Перестропити промвал «на удав», зняти два болти, що залишилися на муфті з боку ел.мотора, зняти промвал і покласти осторонь. Маса вала 510 кг. Стропити стропом вантажопідйомністю 0,3 т, довжиною 3...4 м «на удав удвічі».

Зняти із платформи лівий (передній) відремонтований редуктор і встановити його на зливковозний шлях поперед викоченого лівого (переднього) редуктора. Стропити двома стропами вантажопідйомністю по 4 т довжиною по 6 м «на підхоплення» на вихідний вал редуктора із зовнішньої сторони коліс серединою стропів, а петлями на гак крана. Третім стропом вантажопідйомністю 2 т довжиною 4 м серединою за вісь кріплення форкопа до редуктора, а петлями на гак крана. Це для запобігання редуктора від перекидання. Маса редуктора 12,6 т.

Таким же способом застропит лівий (передній) редуктор, призначений для заміни, і встановити його на платформу замість знятого.

Застропити і зняти із платформи правий (задній) редуктор і встановити його на зливковозний шлях замість знятого лівого (переднього). Стропити двома стропами вантажопідйомністю по 4 т довжиною по 6 м за вихідний вал біля коліс так само, як

і лівий (передній) редуктор. І ще стропить двома стропами вантажопідйомністю по 2,5 т довжиною по 8 м серединою за вушка на рамі для з'єднання з форкопами, а петлями на гак крана. Маса редуктора 15,6 т.

Таким же способом застропить правий (задній) редуктор без електромоторів, призначений для заміни, і встановити його на платформу замість знятого.

Під обидва редуктори встановити підставки з котками, які встановлювали під редуктора при викочуванні.

Зрушити редуктора й установити між буксами сполучні тяги.

Застропит промвал так само, як і при знятті й з'єднати напівмуфти з боку лівого (переднього) редуктора.

Після установки електромоторів, з'єднати муфти промвала й правого (заднього) редуктора.

Установити й закріпити гальма електродвигунів. Їх залишити розпущеними.

Обрубати й забрати дрiт, що втримує букси від провертання, розкріпити й зняти гайки М56 або обрізати прутки на пластинах пружин.

Зробити кріплення або заміну змінних пластин на рамі зливковоза.

Закочування редукторів і опускання рами

Застропить тросом лебідки за раму правого (заднього) редуктора й за допомогою лебідки закотити редуктора під раму так, щоб букси осей розташувалися проти вирізів у рамі зливковоза.

За допомогою гидродомкратів підняти раму на 10...15 мм, розкріпити й зняти напівтруби із плунжерів.

Рівномірно опустити раму до положення закушування букс редукторів у напрямні рами, правильно виставити редуктора й опустити раму так, щоб букси зайшли в напрямні на 50...60 мм і щоб не погнути стяжні тяги.

Розкріпити й зняти сполучні тяги з букс. Відна'єднати трос лебідки. Болти на кришках букс наживити.

Повністю опустити раму й зняти підставки між кронштейнами й плунжерами гідроциліндрів.

Застропити тельфером вантажопідйомністю 3 т лівий (передній) редуктор, підняти його, викотити й зняти опорну вісь із котками й з'єднати редуктор з форкопом, закріпити ригельну планку.

Застропити тельфером правий (задній) редуктор за раму, підняти раму й зняти підставку з котками. З'єднати раму з форкопами й закріпити ригельні планки.

Попередньо відрегулювати гальма.

Установити й закріпити тросову мітлу.

Зняти з рами зливковоза кронштейни.

Установити на місце й закріпити підбуксові планки, пошплінтувать.

Повністю закріпити й пошплінтувать кріплення кришок букс осей.

Виставити горизонтальну раму правого (заднього) редуктора форкопами, і лівий (передній) редуктор відносно промвала форкопом.

Установити на місце й закріпити знімну частину напрямні каретки струмознімача.

Підкотити на місце каретку струмознімача й установити водило.

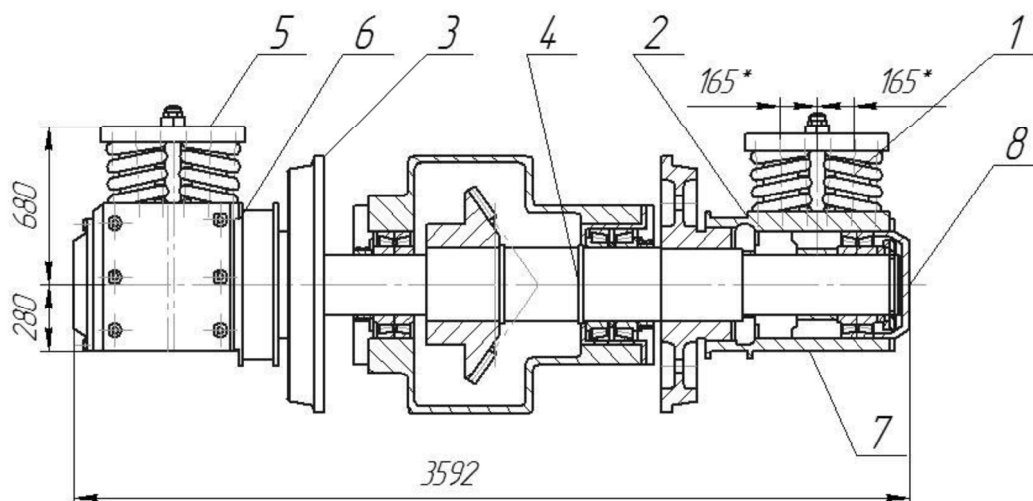
Всі пристосування скласти в ремонтну яму. Забрати інструмент і оснащення.

3.2 Розрахунок стропів

Розрахунок стропів полягає у виборі заготовки для виготовлення стропа та розрахунок її діаметра [18].

На рисунку 3.1 наведено основні приєднувальні розміри ската привідного зливковоза конструкції НКМЗ.

Розрахуємо стропа, необхідні для виконання монтажу ската привідного вагою $G_c = 7351 \text{ кг} = 72113 \text{ Н}$ (рис.3.2).



1 – стакан, 2 – буksa, 3 – колесо, 4 – вал, 5,6,7 – планка, 8 – кришка

Рисунок 3.1 – Загальний вид ската привідного зливковоза конструкції НКМЗ

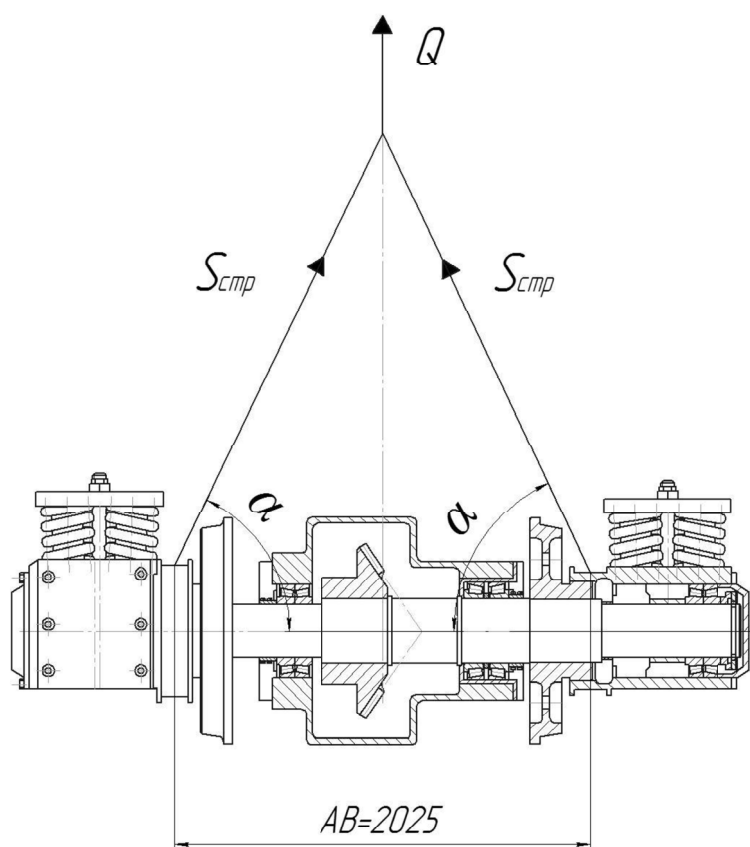


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема для визначення типу каната при строповці привідного ската під час його монтажу

Зусилля в гілці стропа при куті нахилу $\alpha = 60^{\circ}$:

$$S_{\text{стр}} = \frac{G_c}{n \cdot \sin \alpha} \cdot K_n = \frac{72,113}{2 \cdot \sin 60^{\circ}} \cdot 1,0 = 41,6 \text{ кН}, \quad (3.1)$$

де n – число гілок стропа, $n = 2$

K_n – коефіцієнт нерівномірності навантаження на гілці стропа, при

$n \leq 2$, $K_n = 1$

Підбор каната стропа здійснюємо по розрахунковому розривному зусиллю:

$$P_{\text{разр}} = S_{\text{стр}} \cdot k = 41,6 \cdot 6 = 249,6 \text{ кН}, \quad (3.2)$$

де k – коефіцієнт запасу міцності, $k = 6$

Приймаємо канат подвійного звивання типу ЛК–0 конструкції $6 \times 19(1+9+9)+1$ о.с. ДСТ 3077–80, $d_k=20,5$, розрахункова маса 1000 м каната $M_{1000} = 1550$ кг, розрахункове розривне зусилля $P_{\text{разр}} = 251,5$ кН, маркувальна група 1960 МПа [19].

Для даного діаметра каната призначаємо затискачі гвинтові Е, діаметр різьблення на скобі М20, розрахунковий діаметр стрижня $d_{\text{ст}} = 0,8 \cdot 20 = 16,0$ мм, кількість стисків вибираємо по таблиці 3.2.

Розраховуємо число затискачів з умови:

$$2F_{\text{тр}} \geq S_{\text{стр}}, \quad (3.3)$$

де $F_{\text{тр}}$ – сила тертя між канатами;

$S_{\text{стр}}$ – зусилля в гілці стропа.

$$F_{\text{тр}} = n \cdot N_i \cdot f, \quad (3.4)$$

де n – число затискачів;

N_i – нормальне зусилля, створюване одним затискачем;

f – коефіцієнт тертя між канатами, $f = 0,15$.

Нормальний тиск, створюваний одним затискачем:

$$N_i = \frac{\pi d_{\text{ст}}^2 n_{\text{ст}} [\sigma]}{4},$$

де $d_{\text{ст}}$ – розрахунковий діаметр стрижня;

$n_{\text{ст}} = 2$ – кількість стрижнів у затискачі;

$[\sigma]$ – допускаєме напруження матеріалу на розрив, $[\sigma] = 120$ МПа.

Таблиця 3.2 – Розташування й число стисків залежно від діаметра каната

Діаметр каната, мм	Число стисків, шт.	Відстань, мм (рис.3.3)	
		Між стисками L_1	Від центра петлі до першого стиску L_2
8,8	3	100	80
12,5	3	100	105
15,5	3	100	130
17,5	3	120	145
19,5	4	125	160
21,5	4	140	175
24,0	5	150	195
28,0	5	180	225
34,4	7	230	270

Тоді число затискачів визначаємо з вираження:

$$n = \frac{2 \cdot S_{\text{стр}}}{\pi \cdot d_{\text{сн}}^2 \cdot n_{\text{ст}} \cdot f \cdot [\sigma]} = \frac{2 \cdot 41,6 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 16,0^2 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 120} = 2,9, \quad (3.5)$$

Приймаємо число затискачів $n = 4$ (згідно рекомендацій з таблиці 3.2).

Визначаємо довжину стропа приймаючи наступні розміри (рис.3.3):

- радіус закруглення $r \approx 2d_k = 2 \cdot 20,5 = 41$ мм приймаємо $r = 42$ мм;
- відстань від центра закруглення до першого затискача $L = 150$ мм;
- відстань між затискачами $L_1 = 100$ мм.

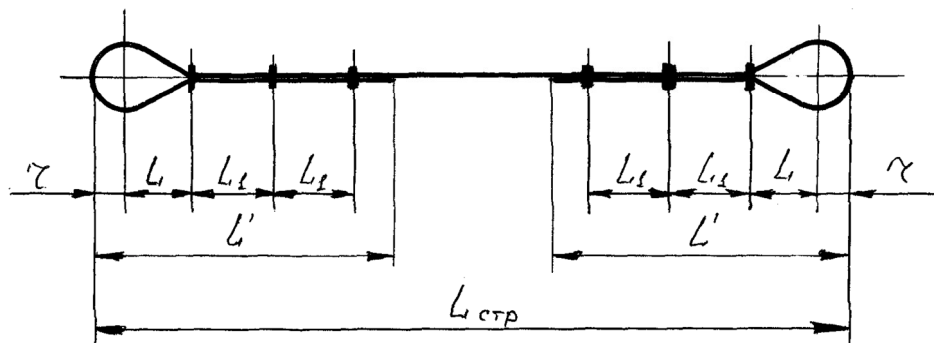


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема для визначення довжини стропа

Тоді довжина ділянки стропа для затискачів і петлі дорівнює:

$$L' = r + L + 3,5 \cdot L_1 = 42 + 150 + 350 = 542 \text{ мм}$$

$$2L' = 2 \cdot 542 = 1084 \text{ мм}$$

Приймаємо довжину стропа $L_{\text{стр}} = 2200$ мм.

Тоді кут нахилу стропа дорівнює:

$$\alpha = \arccos \frac{AB}{2 \cdot L_{\text{стр}}} = \arccos \frac{2025}{2 \cdot 2200} = 63^\circ, \quad (3.6)$$

При цьому зусилля галузі стропа складе

$$S''_{\text{стр}} = \frac{72,113}{2 \cdot \sin 63^{\circ}} \cdot 1,0 = 40,5 \text{кН},$$

$$S''_{\text{стр}} = 40,5 \text{кН} < S_{\text{стр}} = 41,6 \text{кН}$$

Умова виконується.

3.3 Розрахунок зусилля та температури напресування підшипника на вал

Схема установки підшипника на вал представлена на рисунку 3.4. Для розрахунку зусилля напресування підшипника на вал ходового колеса скористаємося отриманими результатами в розділі 2 та додатковими даними:

1. Установка підшипника згідно креслення виконана з посадки:

- внутрішнє кільце $\varnothing 200 \frac{L6}{m6}$
- зовнішнє кільце $\varnothing 420 \frac{H7}{l6}$

2. Тип підшипника 3649 ГОСТ 5721-76:

- внутрішній діаметр 200 мм
- зовнішній діаметр 420 мм
- ширина $B = 138$ мм
- зовнішній діаметр внутрішнього кільця $d_1 = 227$ мм
- внутрішній діаметр зовнішнього кільця $D_1 = 399$ мм
- діаметр отвору валу $d_0 = 0$

3. Клас шорсткості посадочних місць валу 7

4. Модуль пружності матеріалу валу і підшипника $E_B = E_{\Pi} = 2,12 \cdot 10^5$ МПа

5. Коефіцієнт Пуассона валу і підшипника $\mu_b = \mu_n = 0,3$

З'єднання підшипника і валу виконано за системою отвору. Квалітет виготовлення валу - 6. Квалітет отвору - 6. Посадка внутрішнього кільця - L6.

Відхилення результатів:

- вал $\varnothing 200$ m6: $es = 46$ мкм, [20]

- отвір внутрішнього кільця : $ES = 0$; $EI = -22$ мкм, [20]

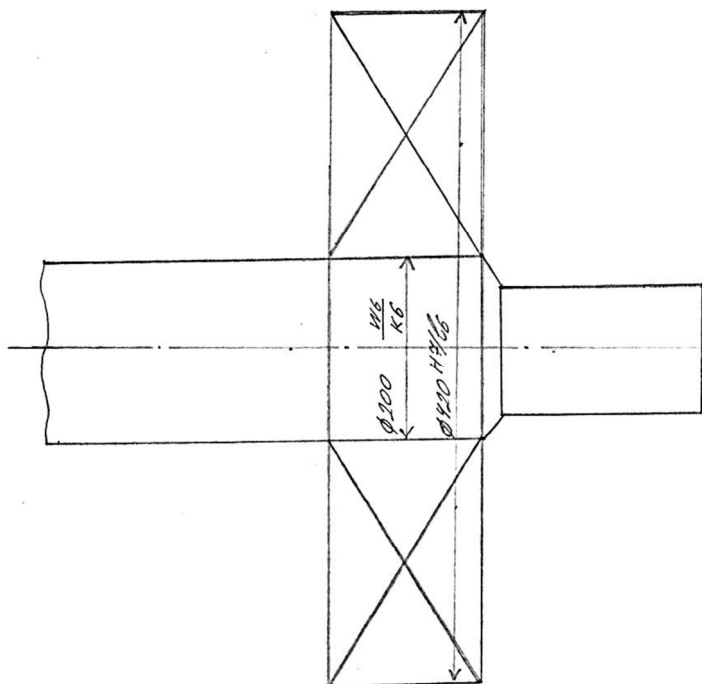


Рисунок 3.4 – Схема напресування підшипника на вал

Максимальний натяг:

$$N_{\max} = es - EI = 46 - (-22) = 68 \text{ мкм} \quad (3.7)$$

Мінімальний натяг

$$N_{\min} = ei - ES = 17 - 0 = 17 \text{ мкм} \quad (3.8)$$

Середній натяг

$$N_{\text{cp}} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{68 + 17}{2} = 42,5 \text{ мкм} \quad (3.9)$$

Зменшення натягу внаслідок зменшення висот мікронерівностей R_{zd} і

посадочної поверхні валу при установці підшипника:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2, \quad (3.10)$$

де γ_1 – величина зменшення натягу внаслідок зменшення нерівності на посадковому місці валу:

$$\gamma_1 = 2 \cdot 0,6 \cdot R_{zd}, \quad (3.11)$$

R_{zd} – розмір висоти мікронерівностей, залежить від класу шорсткості.

$R_{zd} = 6,3$ мкм, при класі шорсткості – 6.

$$\gamma_1 = 2 \cdot 0,6 \cdot 6,3 = 7,56 \text{ мкм}$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 = 7,56 \text{ мкм}$$

Ефективний натяг

$$N_{\text{еф}} = N_{\text{ср}} + \gamma = 42,5 + 7,56 = 50,06 \text{ мкм} \quad (3.12)$$

Питомий тиск

$$P = \frac{Ne}{d \left\{ \frac{1}{E_n} \left[\frac{\left(\frac{d_1}{d}\right)^2 + 1}{\left(\frac{d_1}{d}\right)^2 - 1} + \mu_n \right] + \frac{1}{E_B} \left[\frac{\left(\frac{d_1}{d}\right)^2 + 1}{\left(\frac{d_1}{d}\right)^2 - 1} - \mu_n \right] \right\}} =$$

$$= \frac{0,05006}{200 \left\{ \frac{1}{2,12 \cdot 10^5} \left[\frac{\left(\frac{227}{200}\right)^2 + 1}{\left(\frac{227}{200}\right)^2 - 1} + 0,3 \right] + \frac{1}{2,12 \cdot 10^5} \left[\frac{\left(\frac{227}{200}\right)^2 + 1}{\left(\frac{227}{200}\right)^2 - 1} - 0,3 \right] \right\}} = 5,9 \text{ МПа} \quad (3.13)$$

Зусилля напресування внутрішнього кільця на вал

$$F_H = f \cdot \pi \cdot d \cdot B \cdot P , \quad (3.14)$$

де f – коефіцієнт тертя при напресування на контактних поверхнях, $f = 0,1 \dots 0,2$. При нормальному мащенні $f = 0,1$

$$F_H = 0,1 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 138 \cdot 5,9 = 51132 \text{ Н} = 51 \text{ кН}$$

Підшипники з діаметром внутрішнього кільця $d > 100$ мм слід встановлювати заздалегідь нагрівуючи їх до температури:

$$t = \frac{N_{max} + \gamma}{d \cdot a} + t_0 , \quad (3.15)$$

де a – коефіцієнт лінійного розширення, $a = 11 \cdot 10^{-6}$

t_0 – початкова температура; $t_0 = 20^\circ\text{C}$

$$t = \frac{0,222 + 0,060}{310 \cdot 11 \cdot 10^{-6}} + 20 = 69,6^\circ\text{C} \approx 70^\circ\text{C}$$

Технологічні умови напресування підшипників виконано, температура нагріву не перевищує 100°C

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Виявлення та оцінка шкідливих факторів виробничого середовища

4.1.1 Розрахунок рівня механізації й автоматизації дільниці обтискного стану

Досить повне подання про рівень механізації можна одержати шляхом певних витрат механічної й ручної праці [21].

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

де B – рівень механізації праці;

M – сума людино-годин механізованої праці;

R – сума людино-годин ручної праці.

– для електрогазозварника:

$$B = \frac{1}{1 + 7} \cdot 100\% = 12,5\%$$

Вихідні дані й отримані результати зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок рівня механізації праці

№ п/п	Професія робітників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино-годин у добу			% механізації праці
			вручну	за допомогою машин	усього	
1	Електрогазозварник	2	7·2=14	1·2=2	16	12,5
2	Слюсар ремонтник	7	6·7=42	2·7=14	56	25
3	Слюсар ремонтник (мастильник)	1	6·1=6	2·1=2	8	25
4	Слюсар інструментальник	1	7·1=7	1·1=1	8	12,5

Таким чином згідно таблиці 7.1 в механослужбі обтискного цеху переважно ручна праця, так у електрогазозварника та слюсарів-ремонтників, відсоток механізації праці складає всього 12,5 % та 25% відповідно, а у слюсаря інструментальника відсоток механізації праці складає 12,5 %.

4.1.2 Аналіз потенційних і шкідливих факторів виробничого середовища

Розглянемо карту умов праці слюсаря ремонтника, (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Технологічна карта умов праці для чергового й ремонтного слюсаря

Фактори	Нормати вне значення, ГДК, ГДР	Фактичне значен- ня	III клас шкідливих і небезпечних умов, і характер праці			Час дії фак- тора % у зміну
			1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
I. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³						
1 клас безпеки						
Ангідрид хромовий	0,01	0,020	2			83,1
2 клас безпеки						
Марганцю оксиди (дезинтегр)	0,3	0,56	1,87			83,1
3–4 клас безпеки						
Масла мінеральні	5,0	6,5	1,3			83,1
Азоту діоксид	2,0	4,0	2			83,1
Ангідрид сірчистий	10,0	13,5	1,35			83,1
II. Пил переважно фіброгенної дії, мг/м ³						
Зміст кремнію діоксида – 2,5%	4,0	26,4			6,6	83,1
III. Шум, дБа	80	93		13		100
IV. Мікроклімат у приміщенні						
– температура повітря, °С	16–27	40,5			13,5	83,1
– швидкість руху повітря, м/сек	0, 2–0,5	0,27				83,1
– відносна вологість повітря, %	55	46				83,1
V. Робоча поза						
Нахил корпуса в просторі, обумовлений технологічним процесом, град		перебування в похилому положенні понад				
	28,1	30	30			
Кількість факторів			6	1	2	

Гігієнічна оцінка умов праці

Умови й характер праці відносяться до III класу 3 ступені.

Атестація робочого місця

Робочі місця мають у наявності: 2 фактора 3 ступені, 6 факторів 1 ступеня, 1 фактор 2 ступеня. По показниках робоче місце варто вважати з особливо шкідливими й особливо важкими умовами праці, що відповідає показникам списку №1 пункт 1.

Відповідно до списку №1: пенсійний вік по пільгових умовах для чоловіків становить 50 років, для жінок 45 років, дається додаткова відпустка 7 днів, дається молоко, надбавка до заробітної плати до 24 %.

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

У таблиці 4.3 наведені фактори виробничого середовища трудового процесу й заходи щодо їхнього усунення, які мають місце на ділянці обтискного стана.

Таблиця 4.3 – Технічні міри захисту від впливу шкідливих факторів виробничого середовища

№ п/п	Небезпечний або шкідливий фактор виробничого середовища	Захисний пристрій	Тип пристрою	Параметри пристрою	Місце установки
1	Запилованість	Витяжна вентиляція	Механічна	До 10000 м ³ /год	Біля джерел виділення
2	Запилованість	Респіратор ЗІЗОД	“Пелюсток” 40	–	Індивідуально
3	Шум	Навушники противошумові	шумозахисні навушники НІОТ	Придатний до 110 дБА	Індивідуально
4	Температура	Утеплена куртка, ватяні штани,	ПФ – 1	До t=-20°C	Індивідуально
5	Шкідливі хімічні речовини	Теж що й при запилованості + костюм х/б, рукавиці	ШБ-1	–	Індивідуально

Всі працівники цеху безкоштовно забезпечені спец одягом, спец взуттям і засобами індивідуального захисту. До складу спецодягу входять: костюм з х/б тканини, взуття типу "Праця –М". У зимовий час видається утеплена куртка й ватяні штани [22].

4.3 Технічні рішення по гігієні праці та виробничій санітарії

4.3.1 Мікроклімат

Під вентиляцією розуміють систему заходів і пристроїв, призначених для забезпечення на робочих місцях, у робочих і обслуговуваних зонах приміщень метеорологічних умов і чистоти повітряного середовища [23]. Залежно від способу переміщення повітря розрізняють природну й механічну вентиляцію. Для усунення осідання пилу в приміщенні, зменшуючи її кількість у повітрі, все устаткування закрите зонтами (витяжна вентиляція), з'єднаними за допомогою повітряводів із пристроями для очищення повітря, що видаляється.

У прокатному виробництві має місце випар технологічного змащення. Для видалення цих пар за кліттю встановлюють витяжні зонти.

Також у прольоті ділянки використовують природну вентиляцію повітря. У такому виді вентиляції повітря надходить і віддається через щілини вікон, дверей, воріт, ліхтарів.

Опалення побутових приміщень здійснюється за допомогою панелей (батарей) у яких як теплоносії використовують пару. Опалення побутових приміщень здійснюється від цеху тепловодопостачання.

4.3.2 Освітлення виробничих приміщень

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне освітлення. Незадовільне освітлення утрудняє проведення робіт, веде до

зниження продуктивності праці й працездатності очей і може бути причиною їхніх захворювань і нещасних випадків [24].

На промислових підприємствах штучне освітлення підрозділяється на робоче (для проведення робіт у темний час доби або в місцях без достатнього природного освітлення), аварійне (для проведення роботи при аварійному відключенні робочого освітлення), евакуаційне (аварійне освітлення для евакуації людей із приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення) і охоронне. При необхідності частина світильників того або іншого виду освітлення може використовуватися для чергового освітлення. Застосовуються LED лампи потужністю 500 Вт, та світильник – глибоковипромінювач.

Штучне освітлення проектується двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального освітлення додається місцеве. Застосування одного місцевого освітлення не допускається, тому що різкий контраст між яскраво освітленими й неосвітленими місцями стомлює очі, сповільнює швидкість роботи й нерідко є причиною нещасних випадків.

Розряд зорової роботи: IV, середня точність, $E_H=200$ Лк.

4.3.3 Виробничий шум, виробнича вібрація

Джерелами шуму на ділянці слябінга є: приводи ножиць, рольгангів, робочої кліті, кантувача; також шум виникає при ударах зливка об рольганг, робочі валки, упор ножиць.

Шум різної інтенсивності й частоти, довгостроково впливаючи на працюючих, приводить до зниження гостроти слуху, а згодом до розвитку професійної глухоти. Шум також негативно впливає на фізіологічні функції організму людини. Будучи зовнішнім подразником, що сприймається й аналізується корою головного мозку, шум приводить до перенапруження

центральної нервової системи й розладу функцій внутрішніх органів і систем людини [24].

Для зменшення шуму в джерелі його утворення заміняють ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно–поступальні рухи – обертальними; демпфують коливання соударяючихся деталей і окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя: гумою, пробкою, бітумом, бітумними картонами, повстю, азбестом і ін.; зменшують інтенсивність вібрацій деталей агрегатів шляхом облицювання цих поверхонь.

Для ослаблення вібрацій всі агрегати, що створюють вібрації (робочі машини, двигуни, вентилятори й т.п.), встановлюють на самостійних фундаментах, віброізолюваних від підлоги й інших конструкцій будівлі, або на спеціально розрахованих амортизаторах зі сталевих пружин або пружних матеріалів. Для ослаблення передачі вібрацій і шуму по повітряводам і трубопроводах приєднання їх до вентиляторів і насосів виконується за допомогою гнучкої вставки із прогумованої тканини або гумового патрубку.

Як індивідуальний захист застосовуються навушники–малогабаритні для захисту від шуму з рівнем 110 дБА.

4.3.4 Виробничі випромінювання

Температурний режим у виробничих приміщеннях або в ізолюваних його частинах залежить від величини тепловиділень устаткування, агрегатів, нагрітих напівфабрикатів і готової продукції, а також від сонячної радіації, що проникає в цех через відкриті й заклені прорізи. Частина тепла, що надійшла у цех, віддається назовні, а інше, так званий явне або надлишкове тепло, нагріває повітря робочих приміщень.

Робітники гарячих цехів металургійних підприємств постійно або періодично піддаються впливу інфрачервоного випромінювання. Інтенсивність опромінення на робочих місцях залежно від розмірів і температури джерел випромінювання й відстані від нього змінюється в широких межах.

Для поліпшення умов праці в гарячих цехах і захисту працюючих від теплового впливу застосовують наступні способи: теплоізоляцію поверхонь, що випромінюють тепло, за допомогою водоохолоджуємих екранів, рам, щитів, завіс і ін.; теплоізоляцію й охолодження робочих місць (постів керування, кабін машиністів кранів і ін.); природну й механічну вентиляцію; повітряне охолодження замкнутих просторів печей, що перебувають у ремонті; водорозпилення на робочих місцях і в приточних віконних прорізах; спецодяг і індивідуальні захисні пристосування – щитки, екрани, окуляри, світлофільтри; раціональну організацію режиму праці й відпочинку.

Ефективним засобом зниження шкідливого впливу теплових виділень є максимальне скорочення часу знаходження нагрітого металу й шлаків у виробничих приміщеннях.

При випромінюванні від відкритих джерел його інтенсивність не повинна перевищувати 140 Вт/м^2 при поразці не більше 25% поверхні тіла й обов'язковому використанні засобів індивідуального захисту, у тому числі засобів захисту особи й очей. Фактичне значення складає 162 Вт/м^2 [24].

4.4 Техногенна безпека

4.4.1 Електроустаткування й заходи щодо його безпечної експлуатації

Електроустаткування ділянки відноситься до установок до 1000 В. Умови безпечної експлуатації залежать значною мірою від захищених пристроїв.

Всі струмоведучі частини ізолювані. Як захисну ізоляцію застосовують теплостійкі лаки, електроізолюючі плівки, емалеві й олійні фарби. Покриття повинні швидко сохнути, добре зв'язуватися з покриваємою поверхнею, щоб утворювати на ній струмонепровідну, вологонепроникну, механічно міцну плівку.

Для захисту від короткого замикання використовують швидкодіючий релейний захист і вимикачі, плавкі запобіжники.

На всіх обертових частинах устаткування встановлені захисні щити, кожухи.

На вантажопідйомному встаткуванні крім перерахованих вище вимог повинні бути встановлені обмежники вантажопідйомності, а також відсутнє мимовільне опускання вантажу.

Робота вантажопідйомних машин і пристроїв для транспортування вантажів у момент пусків повинне супроводжуватися звуковими сигналами.

Дотримання всіх норм і правил техніки безпеки приводить до значного зниження нещасних випадків на виробництві [25].

4.4.2 Заходи пожежної безпеки

Ділянка має категорію пожежонебезпеці Г (не горючі речовини розпечені або розплавлені, і горючі речовини спалюються або утилізуються як паливо). Будівля металургійної ділянки відноситься до 1 ступеня вогнебезпечності й до IV класу по ступені вогнестійкості (будівлі з несучими й конструкціями, що обгороджують, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів) [26].

До первинних засобів пожежогасіння на комбінаті відносять: вогнегасники ПС –1(10 шт), ПС–2 (14 шт.), ПО–1Д (18 шт), пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні цебра, совкові лопати); пожежний інвентар (багри, ломи, сокири й ін.).

Цех має внутрішній протипожежний водопровід з пожежними кранами й рукавами.

На території комбінату забороняється:

- курити в неналежних місцях, а курити необхідно в спеціально відведених місцях;
- закривати й захарашувати фрамуги, проїзди, під'їзди й підходи до будівель, водопроводам і пожежним гідрантам;

- виключати окремі ділянки водогінної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск у мережах;
- допускати до вогневих робіт осіб, котрі не пройшли інструктаж пожежного тех мінімуму;
- користуватися водою з пожежних водойм і засобами пожежогасіння не по прямому призначенню;
- застосовувати відкритий вогонь при огляді устаткування.

4.5 Розрахунок теплоізоляції kabіни спостереження й дистанційного керування

Розрахуємо щільність випромінювання з поверхні зливка, нагрітого до температури 1200 °С.

Розміри зливка: 3150 × 1600 × 780 мм.

Щільність випромінювання визначаємо по формулі:

$$q = \frac{0,91\sqrt{S}[(T/100)^4 - A]}{r}, \quad (4.2)$$

де S – площа поверхні випромінювання (зливка), м²:

$$S = 3,15 \cdot 1,6 = 5,04$$

T – температура зливка, К:

$$T = 1200 + 273 = 1473$$

$A=110$ для спецодягу із сукна;

r – відстань до джерела випромінювання, $r = 1,42$ м.

Підставивши числові значення в (4.2), одержимо

$$q = \frac{0,91\sqrt{5,04}[(1473/100)^4 - 110]}{1,42} = 67585 \text{ Вт/м}^2$$

При випромінюванні від відкритих джерел його інтенсивність не повинна перевищувати 140 Вт/м² при поразці не більше 25% поверхні тіла й обов'язковому використанні засобів індивідуального захисту, у тому числі засобів захисту особи й очей.

В інших випадках необхідно використовувати дані таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Припустимий час знаходження людини в зоні теплового випромінювання

Щільність випромінювання, Вт/м ²	Припустима тривалість роботи, хв.	Тривалість перерв, не менше, хв.	Припустимий загальний час протягом робочого дня, %
≤350	Без обмежень	–	100
500	20	5	70
700	15	5	50
1200	10	5	50
2000	5	5	50
2100	4,5	10	30
2800	Виконання роботи без засобів індивідуального захисту заборонене		

Зрівнявши отримане значення щільності випромінювання з табличними величинами видно, що воно в кілька десятків разів перевищує припустимі межі.

В зв'язку з тим, що відстань r від джерела випромінювання до оператора кабіни спостереження мало, то доцільно для захисту від теплового

випромінювання зробити теплоізоляцію днища kabіни й поставити захисний екран.

Кількість екранів визначаємо по формулі:

$$n = \frac{1 - \left(\frac{T_B}{T_I}\right)^4}{\frac{1}{\mu^4} - \left(\frac{T_B}{T_I}\right)^4} \cdot \frac{E_{иЭ} - 1}{E_{иВ}} \quad (4.3)$$

де $T_B = 298$ К – температура навколишнього середовища;

$T_I = 1473$ К – температура джерела випромінювання;

μ – ступінь екранізації;

$E_{иЭ}, E_{иВ}$ – наведена ступінь чорноти відповідно джерела й екрана й джерела й навколишнього середовища.

Визначаємо ступінь екранізації:

$$\mu = \frac{T_I}{T_E} \quad (4.4)$$

де T_E – задана температура екрана, К. Приймаємо $T_E = 553$ К.

Таким чином

$$\mu = \frac{1373}{553} = 2,48$$

Наведений ступінь чорноти джерела й екрана:

$$E_{иЭ} = \frac{1}{\frac{1}{E_I} + \frac{1}{E_э} - 1} \quad (4.5)$$

Наведений ступінь чорноти джерела й навколишнього середовища:

$$E_{иэ} = \frac{1}{\frac{1}{E_{и}} + \frac{1}{E_{в}} - 1} \quad (4.6)$$

де $E_{и}, E_{е}, E_{в}$ – ступінь чорноти матеріалів джерела, екрана й навколишнього середовища.

Ступінь чорноти джерела $E_{и}=0,8$.

Вибираємо екран із блискучого луженого листового заліза, ступінь чорноти якого $E_{е}=0,05$. Тоді наведені ступені чорноти будуть:

а) між нагрітим злитком і екраном з (4.5)

$$E_{иэ} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,05} - 1} = 0,0494$$

б) між нагрітим злитком і повітрям, для якого можна прийняти $E_{в} = 0,82$, з (4.6)

$$E_{иэ} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,82} - 1} = 0,68$$

Визначаємо число екранів з рівняння (7.2):

$$n = \frac{1 - \left(\frac{298}{1473}\right)^4}{\frac{1}{2,48^4} - \left(\frac{298}{1473}\right)^4} \cdot \frac{0,0494}{0,68} - 1 = 1,9$$

Приймаємо подвійний екран із блискучого луженого листового заліза. Отже, ми зменшили температуру з 1100 до 280 °С. Тепер необхідно зробити розрахунок теплоізоляції днища kabіни.

Вихідні дані для розрахунку:

$t_H = 37$ °С – температура підлоги kabіни спостереження;

$t_O = 20$ °С – температура навколишнього повітря;

$t_{II} = 280$ °С – температура робочого простору;

Необхідно знайти товщину шару ізоляції δ_{II} , що забезпечує задану t_H .

Питомий тепловий потік через днище kabіни, Вт/м²:

$$Q = \alpha_1(t_{II} - t_B) = \frac{\lambda_{II}}{\delta_{II}}(t_C - t_H) = \alpha_2(t_H - t_O) \quad (4.7)$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від гарячих газів днищу kabіни, Вт/м²К;

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від підлоги kabіни навколишньому повітрю, Вт/м²К;

t_B – температура днища kabіни, °С;

t_C – температура між днищем kabіни й шаром теплоізоляції, °С;

λ_{II} – коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/м²К.

Коефіцієнти тепловіддачі, Вт/м²К:

$$\alpha_1 = \frac{E_c \cdot C_o [(T_{II}/100)^4 - (T_B/100)^4]}{T_{II} - T_B}, \quad (4.8)$$

де E_c – наведена ступінь чорноти системи днище kabіни;

C_o – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла, $C_o = 5,67$ Вт/м²К⁴.

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982(t_H - t_o) - 4,74 \cdot 10^{-4}(t_H - t_o)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(t_H - t_o)^3 \quad (4.9)$$

Підставивши чисельні значення в (4.9), одержимо:

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982(37 - 20) - 4,74 \cdot 10^{-4}(37 - 20)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(37 - 20)^3 = 11,04$$

Знайшовши коефіцієнт α_2 , можна розрахувати питомий тепловий потік по рівнянню (4.10):

$$Q = 11,04(37 - 20) = 187,68$$

Із системи рівнянь (4.7) і (4.8) знаходимо температуру днища кабіни:

$$T_B = \sqrt[4]{\left(\frac{E_c \cdot C_o \cdot T_{\Pi}^4}{100^4} - Q\right) \cdot \frac{100^4}{E_c \cdot C_o}} \quad (4.10)$$

$$T_B = \sqrt[4]{\left(\frac{0,716 \cdot 5,67 \cdot 553^4}{100^4} - 187,68\right) \cdot \frac{100^4}{0,716 \cdot 5,67}} = 546\text{K}$$

Отже

$$t_B = 546 - 273 = 273 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Орієнтовно приймаємо температура між днищем кабіни й шаром теплоізоляції, $^\circ\text{C}$:

$$t_c = 0,75(t_B + t_H) = 0,75(273 + 37) = 232,5$$

Середня температура шару ізоляційного матеріалу, $^\circ\text{C}$:

$$t_{из} = 0,5(t_B + t_C) \quad (4.11)$$

Як ізоляційний матеріал вибираємо мінеральну вату, її теплопровідність знаходимо по формулі, Вт/мк:

$$\lambda_{и} = 0,0053 + 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot t_{из} \quad (4.12)$$

Таким чином з формули (4.11)

$$t_{из} = 0,5(278 + 232,5) = 255,25$$

Коефіцієнт теплопровідності мінеральної вати при $t_{из} = 255,25$ °C із (4.12):

$$\lambda_{и} = 0,0053 + 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 255,25 = 0,051$$

Товщину шару ізоляції $\delta_{и}$ знаходимо з формули (4.7):

$$\delta_{и} = \frac{\lambda_{и}}{Q} (t_C - t_H) \quad (4.13)$$

Підставивши в (4.13) числові значення, одержимо:

$$\delta_{и} = \frac{0,051}{187,68} (232,5 - 37) = 0,05 \text{ м}$$

Отже, днище кабіни спостереження потрібно ізолювати шаром мінеральної вати. Підлога кабіни – дерев'яна з лінолеумом.

Висновки

1. Ознайомлення з технологією і обладнанням обтискного цеху металургійного комбінату «Запоріжсталь» показало, що одним з основних «вузьких місць» цеху – незадовільна робота зливковогоза, яка виявляється в період транспортування.
2. На підставі наведеного огляду і аналізу технічної і патентної літератури встановлено, що для транспортування зливків в світовій практиці використовуються різні конструкції машин, серед яких перевага належить двовісному зливковозу, який має ті ж самі недоліки, що і зливковоз металургійного комбінату «Запоріжсталь».
3. Відомо, що основними недоліками відомих конструкцій гвинтові амортизаційні пружини, встановлені на приводних скатах зливковогоза, які слабо гасять удар при завантаженні та розвантаженні зливковогоза, тому відбувається удар зливковогоза.
4. В результаті модернізації зливковогоза досягнуті наступні цілі – збільшення продуктивності, терміну служби, а також збільшення міжремонтних періодів.
5. Проведені розрахунки на міцність найбільш навантажених деталей і вузлів, які вказують на високу працездатність і надійність машини.
6. Для забезпечення необхідних показників роботи машини слід враховувати вимоги щодо її монтажу та експлуатації, які наведено в розділі 3, а для створення безпечних умов праці персоналу й охорони навколишнього середовища необхідно застосувати заходи, які наведено в розділі 4.
7. Згідно розрахованій необхідній потужності вимогам до електроприводу в даному технологічному процесі підбрано 2 двигуни постійного струму типу Д–816, потужністю 150 кВт кожен.
8. Результати роботи можуть бути використані не тільки на комбінаті «Запоріжсталь», але й на інших підприємствах чорної й кольорової металургії.

Список використаної літератури

1. Підприємство | PJSC "Zaporizhstal". ПАТ «Запоріжсталь». URL: <https://zaporizhstal.com/pidpriyemstvo/> (дата звернення: 28.03.2024).
2. George T. Halmos. Roll Forming Handbook. Published in 2006 by CRC Press Taylor & Francis Group. 583 p.
3. Чубенко В. А., Хіноцька А. А. Технологія прокатного виробництва : навчальний посібник. Кривий Ріг : КНУ, 2017. 169 с.
4. Данченко В. М., Грінкевич В. О., Головка О.М. Теорія процесів обробки металів тиском: підручник для вищ. навч. заклад. Дніпропетровськ: Пороги, 2008. 370 с.
5. Ф. К. Іванченко, В. М. Гребеник, В. І. Ширяєв. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів: навчальний посібник. К: Вища шк., 1995. 455 с.
6. Hrechanyi O., Vasilchenko T., Badlo V., Chuvalskyi M., Padalka O., Parkhomenko V. Analysis of constructive factors affecting the fatigue strength of metallurgical equipment parts. *Системні технології*. 2023. Т. 145. № 2. С. 19–29. URL: <https://doi.org/10.34185/1562-9945-2-145-2023-03>.
7. Гречаний О. М., Васильченко Т., Бадло В. В., Чувальський М. В., Падалка О. О., Пархоменко В. В. Аналіз факторів, що впливають на втомну міцність деталей металургійного обладнання. *Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2023: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції* Дніпро: УДУНТ, 2023. С. 23–26.
8. Жук А. Я., Желябіна Н. К. Основи розрахунків приводів машин: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 1996. 145 с.
9. Півняк Г.Г., Бешта О.С., Фількін М.П. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2008. 352с.

10. Розрахунки вантажопідйомних та транспортуючих машин / Ф. К. Іванченко та ін. К. : Вища шк., 1978. 576 с.
11. Погорелов С. В., Ведмідь Ю. П. Підйомно-транспортні машини: лаб. практикум. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 48 с.
12. Іванченко Ф. К. Конструкція та розрахунок підйомно-транспортних машин. К. : Вища шк., 1988. 424 с.
13. Проценко О.М. Методичні вказівки до розрахунку силових і кінематичних параметрів приводів у курсовому проектуванні. Суми: Сумський державний університет, 2011. 72 с.
14. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник. Харків: Харківський політехнічний інститут, 2020.
15. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин : підручник. 2-ге вид. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
16. Технічне обслуговування металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 288 с.
17. Ремонт металургійного обладнання : навч. посіб. / А. Я. Жук та ін. К. : вид. дім "Кондор", 2017. 236 с.
18. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин : Підручник. – 4-е вид., перероб. І доп. – Донецьк: ТОВ «Юго – Восток, Лтд», 2008. – 379 с.
19. Ковтун Р.М. Складання металоконструкцій: підручник. Київ: Вища освіта, 2006. 560 с. ISBN: 966-8081-59-5
20. Вискребенцев Е.П. Допуски та посадки гладких циліндричних з'єднань у завданнях та прикладах: навч. посіб. Алчевськ: Дон ДТУ, 2005. 214 с. ISBN 966-310-070-2
21. Охорона праці на гірничо–металургійному підприємстві: навч. посібник. Ч.І: Металургійний комплекс. / В.О.Шеремет та ін. Дніпропетровськ: Січ, 2002. 375 с.

22. НПА ОП 0.00–4.01–08 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту [Електронний ресурс] // Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=28566.
23. ДСН 3.3.6.042–99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
24. ДБН В.2.5–28–2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] // Мінбуд України. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5–28–2006.pdf](http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08/ДБН-В.2.5-28-2006.pdf).
25. Правила улаштування електроустановок. URL: <https://mev.gov.ua/storinka/pravya-ulashtuvannya-elektroustanovok> (дата звернення: 03.10.2023).
26. ДБН В.1.1–7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги [Електронний ресурс] // Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово–комунального господарства України. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1–7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf](http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/32.1.%20ДБН%20В.1.1-7~2016.%20Пожежна%20безпека%20об'єктів%20будівни.pdf).
27. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навч. посіб. / К. Н. Ткачук та ін. – К: Основа, 2009. – 360 с.
28. Румянцев В. Р. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» у дипломних роботах (проектах) для студентів ЗДІА спеціальностей МЧМ, МБ та інші / В. Р. Румянцев, І. О. Ткаліч. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 16 с.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<u>Документація</u>		
	A1		ДП.022057.100 СК	Складальне креслення		
Справ. №				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Скат приводний	1	
		2		Скат неприводний	1	
		3		Рама	1	
		4		Вал проміжний	1	
		5		Кронштейн	1	
		6		Редуктор механізму переміщення	1	
		7		Редуктор механізму переміщення	1	
		9		Корпус муфти	1	
Підп. і дата				<u>Деталі</u>		
		10		Вкладыш верхній	2	
		11		Вкладыш нижній	2	
		12		Кришка	2	
		13		Втулка зубчаста	1	
		14		Шків гальмовий	2	
		15		Штифт	4	
		16		Вісь	3	
		17		Втулка зубчаста	1	
		18		Вісетримач	3	
Підп. і дата		19		Прокладка регулювальна	40	
		20		Прокладка регулювальна	40	
ДП.022057.100						
Інв. № подл.	Ізм.	Лист	№ док.ум.	Підп.	Дата	
	Разр.	Бондаренко О.Г.				Лист
	Пров.	Гречаний О.М.				Лист
	Н.контр.	Васильченко Т.О.				Листов
Утв.	Власов А.О.					1
Механізм переміщення						3
МОН України ІНН ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, каф. МО, гр. 6.1330						

Копировав

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		21		Прокладка регулювальна	16	
		22		Прокладка регулювальна	40	
		23		Прокладка регулювальна	40	
		24		Прокладка регулювальна	16	
		25		Планка	4	□ 45 l=17089
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Гальмо	2	ТКП 800
		38		Електродвигун	2	Д816
				Болти ДСТ 7008-70:		
		26		M4.2x160.46	8	
		27		M36x300.46	8	
		28		M36x170.46	8	
		29		M36x160.46	14	
		30		Болт M16x30.46	6	
		31		Гайка M36.5 ДСТ 5918-73	14	
		32		Гайка M36.5 ДСТ 5915-70	32	
		33		Гайка M4.2.5 ДСТ 5915-70	16	
		34		Шпінт 6.3x70 ДСТ 397-66	14	
		35		Шпанка 50x2x220 ДСТ 8789-68	4	
		36		Штифт 40ГХ80 ДСТ 3128-70	4	
				<u>Матеріали</u>		
		37		Дріт 3-В-С ДСТ 3282-74	1	l=1 м

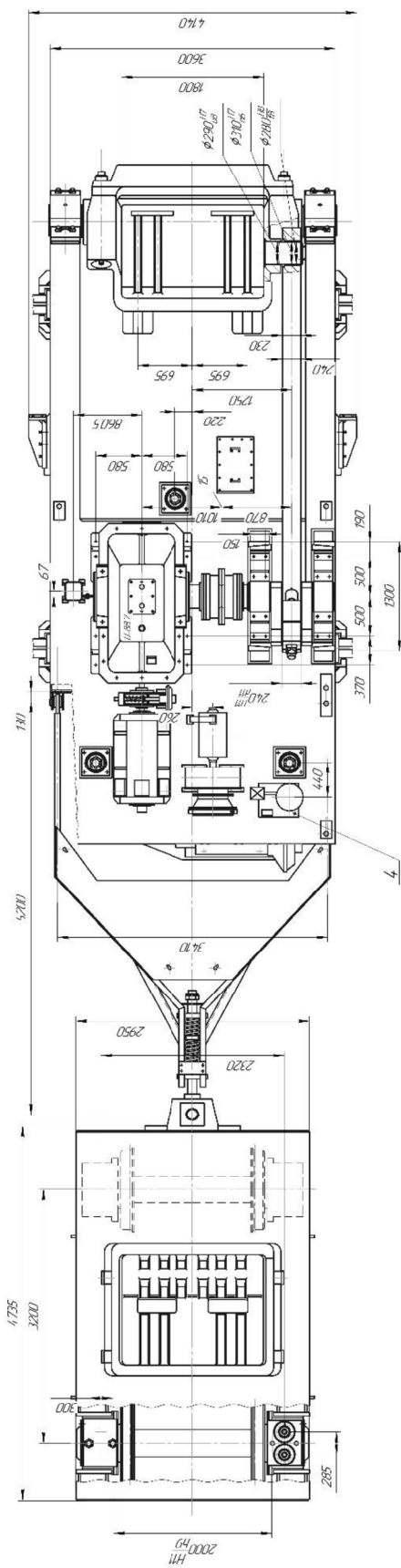
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

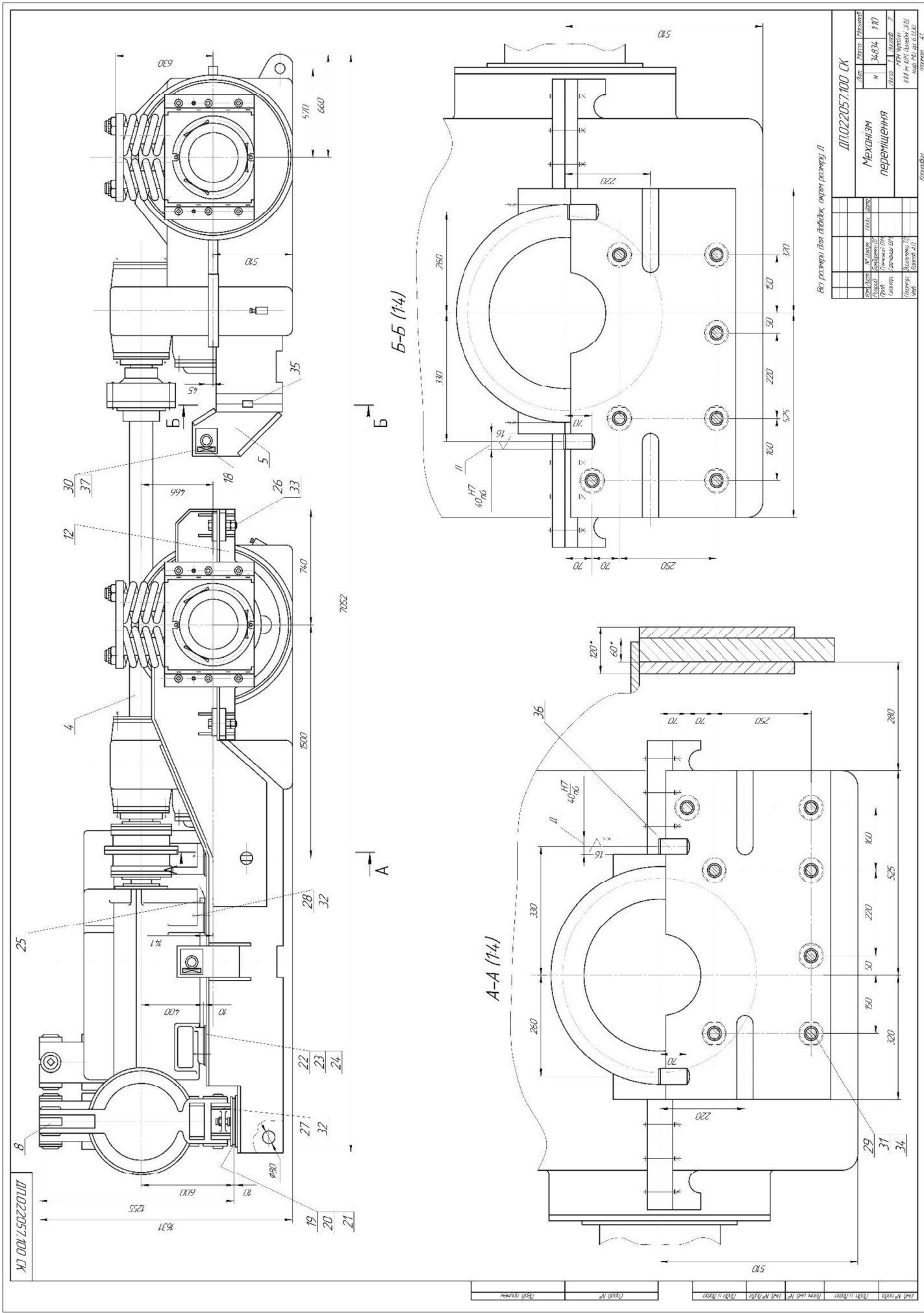
ДП.022057.100

Лист

1



111022057.000 B3



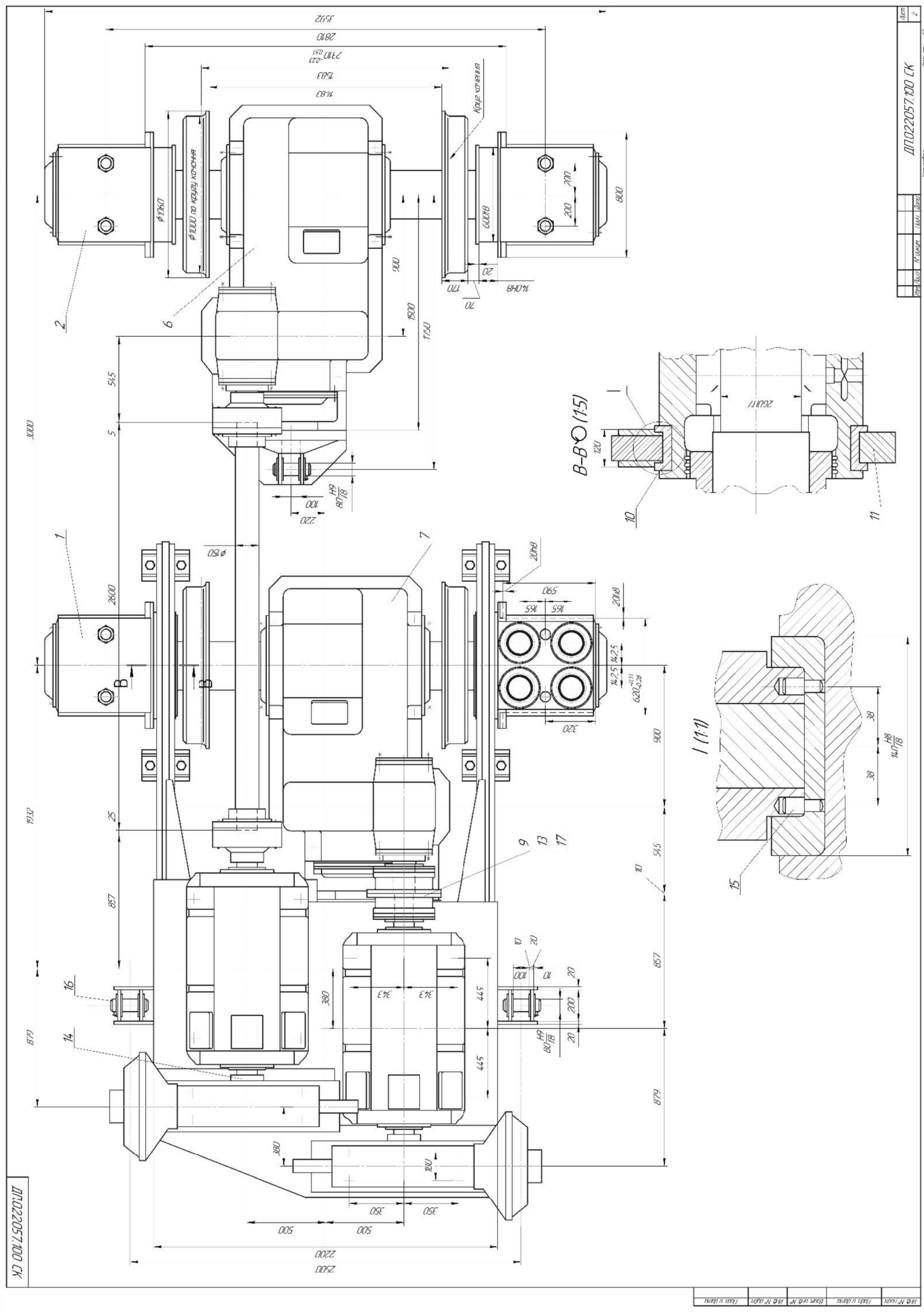
Всі розміри дані в міліметрах, окрім розміру ІІ

ЛП022057.100 СК				
Ім'я	Посадка	Підпис	Лист	Кількість
Механізм	перемищення		36.034	110
Датум			Лист №	Кількість
11.12.2007			1	1
Датум виготовлення			Масштаб	
			1:1	
Ім'я			Масштаб	
С. С. С. С. С.			1:1	
Лист №, заг. к-т. літ. / заг. к-т. літ.				
1 / 1				
Лист №, заг. к-т. літ. / заг. к-т. літ.				
1 / 1				

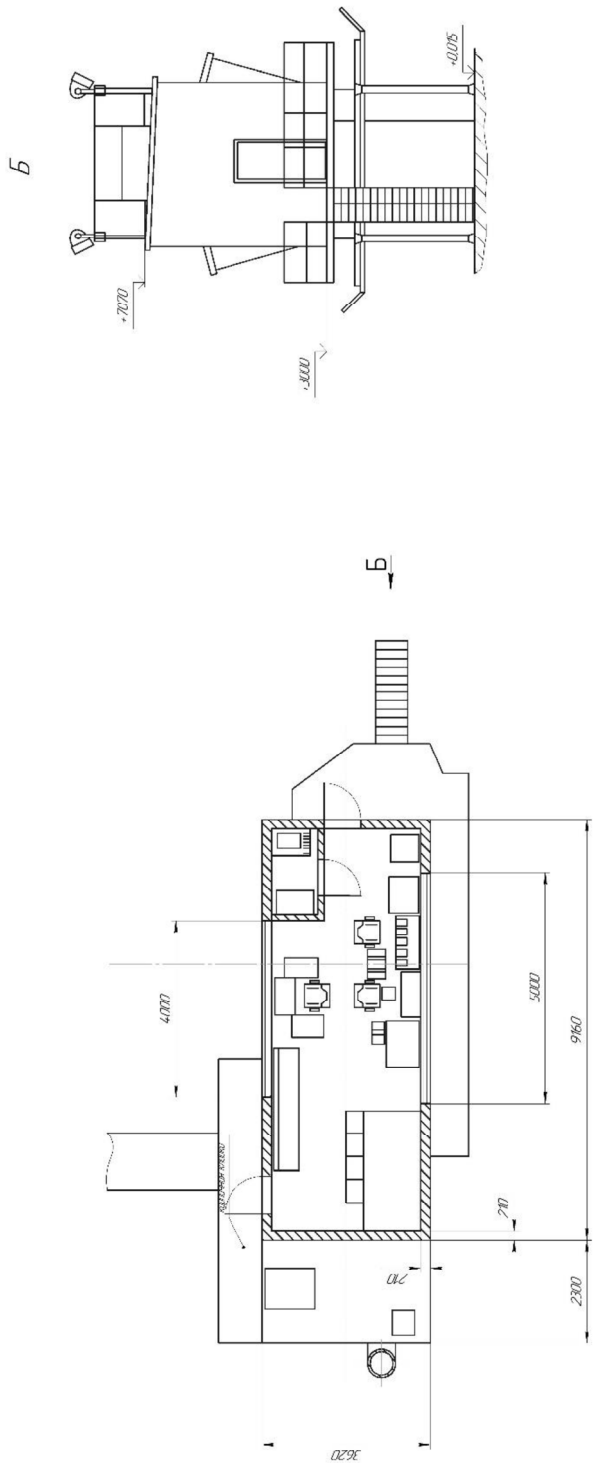
ЛП022057.100 СК

A-A (14)

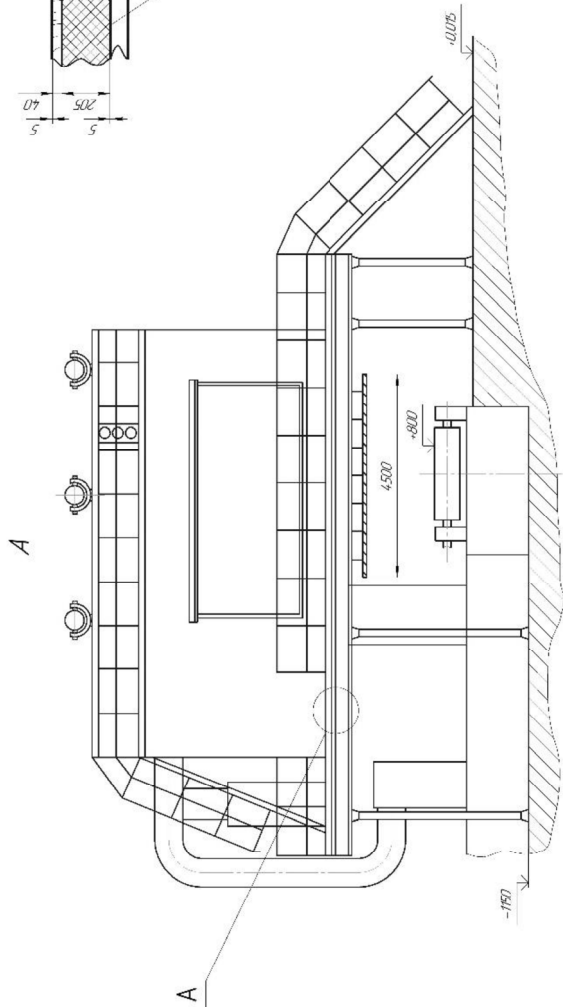
B-B (14)



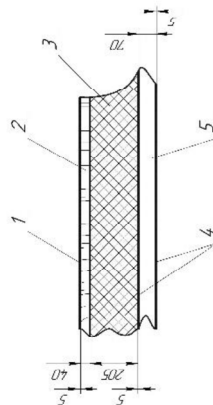
ДП.02.2057.4.00.017



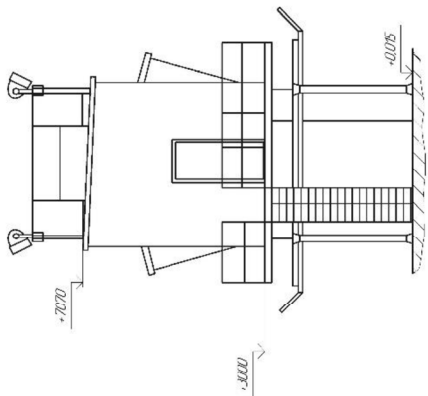
A



A (1-10)



Б



№п/п	Наименование (обозначение)	Кол.	Единица
1	Линейка-м.м. 5х24,0-4,00	1	шт.
2	Сетка 1 сорт-фибра (0,0270-11,30)	1	м.кв.
3	Мешков. бетон	1	м.куб.
4	Ступ. бетон 5х200	2	шт.
5	Полы бетонные	1	м.кв.

ДП.02.2057.4.00.017	
№п/п	Наименование
1	Линейка-м.м. 5х24,0-4,00
2	Сетка 1 сорт-фибра (0,0270-11,30)
3	Мешков. бетон
4	Ступ. бетон 5х200
5	Полы бетонные

Лист № 1/1
Лист № 2/2
Лист № 3/3
Лист № 4/4
Лист № 5/5
Лист № 6/6
Лист № 7/7
Лист № 8/8
Лист № 9/9
Лист № 10/10