

Міністерство освіти та науки України

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

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

(назва факультету)

Кафедра металургійного обладнання

(повна назва кафедри)

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

На тему Дослідження параметрів роботи та удосконалення вузлів хвостової частини рольгангу обтискного стану

Виконав: магістрант групи 8.1332

Шевченко І.О.

(ПІБ)

(підпис)

спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

133.00.12 Металургійне обладнання

(шифр і назва)

Керівник Огінський Й.К.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Н.контроль Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя - 2023 рік

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра металургійного обладнання

Рівень вищої освіти магістр

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Металургійне обладнання

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедрою А.О. Власов

“ _____ ” _____ 20__ року

Завдання

до випускної кваліфікаційної роботи магістра

Шевченко Ігора Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської роботи: Дослідження параметрів роботи та удосконалення вузлів хвостової частини рольгангу обтискного стану.
керівник магістерської роботи д.т.н., проф. Огінський Й.К.,
затверджені наказом вищого навчального закладу від «09» жовтня 2023 року № 1581-с.
2. Строк подання студентом магістерської роботи 07 грудня 2023 року.
3. Вихідні дані магістерської роботи техніко-економічні показники роботи прокатного цеху.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальні відомості про підприємство; 2. Огляд конвеєрного устаткування для транспортування вантажу; 3. Дослідження та удосконалення параметрів роботи транспортного рольгангу обтискного стану; 4. Розрахунок найбільш навантажених вузлів та деталей транспортного рольгангу; 5 Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки та рекомендації.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. План розташування устаткування ЦПП відділення слябів – А1; 2. Транспортний рольганг обтискного стану з без редукторним приводом – А1; 3. Вузол ролика транспортного рольганга – 1А1; 4. Амортизатор – 1А1; 5. Ролик – 1А1; 6. Схема аерації станового прольоту ЦПП відділення слябів – А1.

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Огінський Й.К., д.т.н., проф.		
2	Огінський Й.К., д.т.н., проф.		
3	Огінський Й.К., д.т.н., проф.		
4	Огінський Й.К., д.т.н., проф.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів магістерської роботи	Примітки
1	Збір матеріалу на проектування	29.05.2023 – 25.06.2023	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проектування	01.09.2023– 17.09.2023	
3	Виконання теоретичної частини проекту	18.09.2023 – 18.10.2023	
4	Виконання графічної частини проекту	19.10.2023– 19.11.2023	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	20.11.2023– 30.11.2023	
6	Перевірка проекту консультантами	01.12.2023 – 03.12.2023	
7	Попередній захист проекту	04.12.2023	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент

_____ І.О. Шевченко _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник магістерської роботи

_____ Й.К. Огінський _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шевченко Ігор Олександрович. Дослідження параметрів роботи та удосконалення вузлів хвостової частини рольгангу обтискного стану.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування, науковий керівник Й.К. Огінський. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра металургійного обладнання, 2023.

У роботі розглянуто устрій, призначення та принцип дії рольгангів. Проведено аналіз роботи транспортного рольганга обтискного стану. Проведено дослідження параметрів енергоспоживання секції рольгангу.

Ключові слова: ПРОКАТКА, СТАН, РОЛЬГАНГ, СЕКЦІЯ, ПРИВОД, РОЛИК, ПОТУЖНІСТЬ, СПОЖИВАННЯ, МІЦНІСТЬ.

ABSTRACT

Ihor Oleksandrovyich Shevchenko. Study of the Parameters of Operation and Improvement of the Nodes of the Tail Part of the Roller Conveyor of the Swaging Mill.

Final qualifying work for obtaining a higher education degree, master in specialty 133 - Industrial mechanical engineering, scientific supervisor Y.K. Oginsky. Engineering Educational and Scientific Institute named after U.M. Potebny ZNU, Department of Metallurgical Equipment, 2023.

The structure, purpose and principle of operation of roller conveyors are considered in the work. The analysis of the operation of the transport roller conveyor of the crimping stage was carried out. A study of energy consumption parameters of the roller conveyor section was conducted.

Key words: ROLLING, MILL, ROLLER, SECTION, DRIVE, ROLLER, POWER, CONSUMPTION, STRENGTH.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Загальні відомості про підприємство ПАТ „Запоріжсталь” та технологічний процес виготовлення слябів	10
1.1 Загальні відомості про підприємство ПАТ „Запоріжсталь”	10
1.2 Технологічний процес виготовлення слябів	13
2. Огляд конвеєрного устаткування для транспортування вантажу	17
2.1 Призначення конвеєрів та їх класифікація	17
2.2 Конструкція роликів конвеєрів (рольганів)	19
2.3 Рольганги обтискного стану	22
3. Дослідження та удосконалення параметрів роботи транспортного рольгангу обтискного стану	29
3.1 Розвиток конвеєрних машин	29
3.2 Дослідження параметрів енергоспоживання секції рольгангу	30
3.3 Висновки по розділу	40
4. Розрахунок найбільш навантажених вузлів та деталей транспортного рольгангу	41
4.1 Розрахунок навантажень і вибір мотор-редуктора	41
4.2 Вибір поєднувальної муфти	46
4.3 Розрахунок ролика рольганга на міцність	47
4.4 Перевірка шпоночного з’єднання	51
5. Охорона праці та техногенна безпека	53
5.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	53
5.2 Аналіз потенційних-небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища	54
5.3 Заходи щодо захисту від виявлених шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища	56
5.4 Технічні рішення по гігієні праці і виробничій санітарії	57

5.5 Засоби пожежної безпеки	61
5.6 Інженерний розрахунок аерації станового прольоту	62
5.7 Техногенна безпека	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	69
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Актуальність теми. Прокатка є основним (найбільш продуктивним) видом обробки металів тиском.

Близько 75% сталі, виплавленої на металургійних заводах, обробляється на прокатних станах і випускається у вигляді готового прокату: листів, сортових профілів, труб і т.п. Інша частина призначена для виробництва сталевих фасонних виливків і ковальських зливків.

Із усіх реверсивних станах гарячої прокатки в нашій країні найбільше значення в прокатному виробництві мають обтискні стани (слябінги та блюмінги).

Слябінг - потужний прокатний стан, призначений для обтиснень важких сталевих зливків у прямокутні заготовки (сляб).

Сучасний прокатний стан характеризується високим рівнем продуктивності, механізацією трудомістких робіт і автоматизацією основних технологічних процесів. Ріст продуктивності прокатних станів і допоміжних механізмів, підвищення якості продукції, досягнення високих швидкостей прокатки й інтенсифікація обтиснень стали можливими в результаті розвитку й широкого впровадження в прокатне виробництво сучасних систем електропривода та автоматики. Сучасні прокатні стани й механізми представляють приклад тісного взаємозв'язку елементів конструкцій, технологічного процесу й автоматизованого електропривода.

Крім основної операції на прокатному стані проводиться цілий ряд допоміжних операцій, без яких неможлива прокатка металу.

У сучасних механізованих прокатних станах з потоковим технологічним процесом обробки металу рольганги є одним з найпоширеніших допоміжних механізмів, від яких у великому ступені залежить продуктивність і безперебійна робота прокатного стану в цілому. Продуктивність прокатного стану може виявитися невисокою, якщо хоча б

один з його механізмів не в змозі виконати відповідну кількість операцій у заданий час.

Рольганг - (Rollgang)- конвеєр, по якому вантаж переміщується по роликах, застосовується для переміщення штучних вантажів.

Для транспортування металу, що прокочується, до прокатного стану, завдання металу у валки, приймання його з валків і пересування до допоміжних машин (ножиці, правильні машини, машині вогневому зачищення й т.п.) використовують рольганги.

Загальна довжина рольгангів досить значна, а вага їх досягає 40-60% від загальної ваги встаткування стану. Конструкція рольгангів, їх вага й вартість, також як і експлуатаційні показники роботи, тісно пов'язані з типом електропривода, до вибору якого слід підходити досить ретельно з обліком їх призначення й усіх можливих режимів роботи в даній технологічній лінії.

Рольганги виконуються із груповим або індивідуальним приводом.

При індивідуальному приводі кожний ролик даної секції рольганга приводиться від окремого електродвигуна. При груповому електроприводі секція рольганга, що полягає з 3-10, а іноді й більш роликів, має загальний електропривод від одного електродвигуна. Груповий електропривод застосовується для рольгангів, що працюють у важкому режимі, із частими пусками або реверсами (наприклад, для робочих або приймальних рольгангів обтискних клітей). Для цих станів початкова довжина зливка й довжина розкату в перших проходах близькі до величини кроку рольганга, внаслідок чого на один ролик доводиться майже вся вага металу, що прокочується. Це робить необхідним застосування групового електропривода, що має в порівнянні з індивідуальним набагато меншу встановлену потужність електродвигунів і меншу собівартість. По своєму призначенню рольганги розділяють на робочі та транспортні. Робочими називають рольганги, розташовані безпосередньо в робочій кліті й служать для завдання металу у валки й приймання його з валків.

Транспортними називають усі інші рольганги, установлені перед робочою кліткою й за нею і поєднані між собою окремими допоміжними машинами й пристроями стану.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є дослідження параметрів роботи та удосконалення вузлів хвостової частини рольгангу обтискного стану.

Об'єкт дослідження. Рольганг обтискного стану.

Предмет дослідження. Параметри роботи вузлів рольгангу.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення та аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи, а також реальний огляд та аналіз роботи обладнання діючих транспортерів конвеєрного типу.

Наукова новизна одержаних результатів. Проведено порівняльний та математичний аналіз функціонування приводів рольгангів.

Практичне значення одержаних результатів. Проведені дослідження дають змогу у комплексі розв'язувати проблему збільшення ресурсу роботи приводів рольгангів та зменшити витрати при їх експлуатації.

Особистий вклад дослідника. Постановка мети і завдання дослідження. Збір і аналіз даних для проведення дослідження.

Апробація результатів роботи. Результати роботи докладалися на III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» з доповіддю «Аналіз існуючих типів конвеєрних машин обтискних прокатних станів та їх подальший розвиток» [35].

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, містить 72 сторінки, 20 рисунків, 10 таблиць, переліку використаних джерел, додатків.

1. Загальні відомості про підприємство ПАТ „Запоріжсталь” та технологічний процес виготовлення слябів

1.1 Загальні відомості про підприємство ПАТ „Запоріжсталь”

Запорізький металургійний комбінат “Запоріжсталь” - одне з найбільш великих промислових підприємств України, продукція якого добре відома й користується попитом у споживачів на внутрішньому ринку й у багатьох країнах світу.

Комбінат «Запоріжсталь» створений на базі сировини Криворізького залізорудного басейну. Будівництво комбінату було почато в 1930 р.

Комбінат «Запоріжсталь» є одним з основних постачальників високоякісного листового металу для потреб машинобудування, поставляє економічні гнуті профілі, жерсть для потреб харчової промисловості.

Комбінат «Запоріжсталь» експортує свою продукцію до багатьох країн світу. Запорізький чавун, лист, виливниці охоче купують у Кореї, Індії, Пакистані, Туреччині, Англії, країнах Близького Сходу.

Комбінат виробляє високоякісний листовий прокат (гарячекатаний і холоднокатаний) товщиною 0,5-8 мм із вуглецевих, низьколегованих, легованих і нержавіючих сталей.

Основними споживачами продукції комбінату є підприємства автомобільного, авіаційного, сільськогосподарського, транспортного машинобудування, виробники зварених труб, виробів побутової техніки й інші підприємства.

Комбінат “Запоріжсталь” складається з 8 основних й 56 допоміжних цехів, у яких працюють більше 12 тисяч працівників. Щорічно підприємство виробляє 2,5 млн. тон чавуну, 3,2 млн. тон сталі й 2,7 млн. тон прокату.

Основними цехами комбінату є:

- доменний;
- сталеплавильний;
- прокатні.

ПАТ «Запорізький металургійний комбінат — Запоріжсталь» пропонує до реалізації наступні види товарної продукції:

- передільний і ливарний чавун у зливках вагою 15—18 кг;
- сляби з вуглецевих і низьколегованих сталей;
- прокат листовий — горячекатаний і холоднокатаний — в листах товщиною 0,5—8,0 мм і рулонах товщиною 0,5—8,0 мм із вуглецевих і низьколегованих сталей;
- холодногнуті профілі;
- жерсть білу гарячого лудіння;
- жерсть чорну;
- стрічку сталеву;
- виливниці й піддони;
- граншлак і щебені;
- рідкі гази;
- різноманітні асортименти (більше 170 найменувань) виробів з металу, дерева й бетону, інші види металопродукції.

Найбільш широким попитом у закордонних і вітчизняних споживачів користується горячекатаний плоский прокат в рулонах з вуглецевих і низьколегованих сталей товщиною 2,0—8,0 мм, а також холоднокатаний плоский прокат з вуглецевих сталей товщиною 0,5—2,0 мм. Вироблена комбінатом пакування металопродукції забезпечує сохранный і товарний вид при доставці її споживачам будь-яким видом транспорту (автомобільним, залізничним, водним), переробці й зберіганні в портах.

Співпрацюючи більш ніж з п'ятьма тисячами вітчизняних і закордонних споживачів, ПАТ «Запоріжсталь» зарекомендував себе надійним партнером, що забезпечує своєчасні поставки за договорами і високу якість продукції, близько 70% якої відвантажується на експорт.

Технологічна схема виробництва представлена на рисунку 1.1.

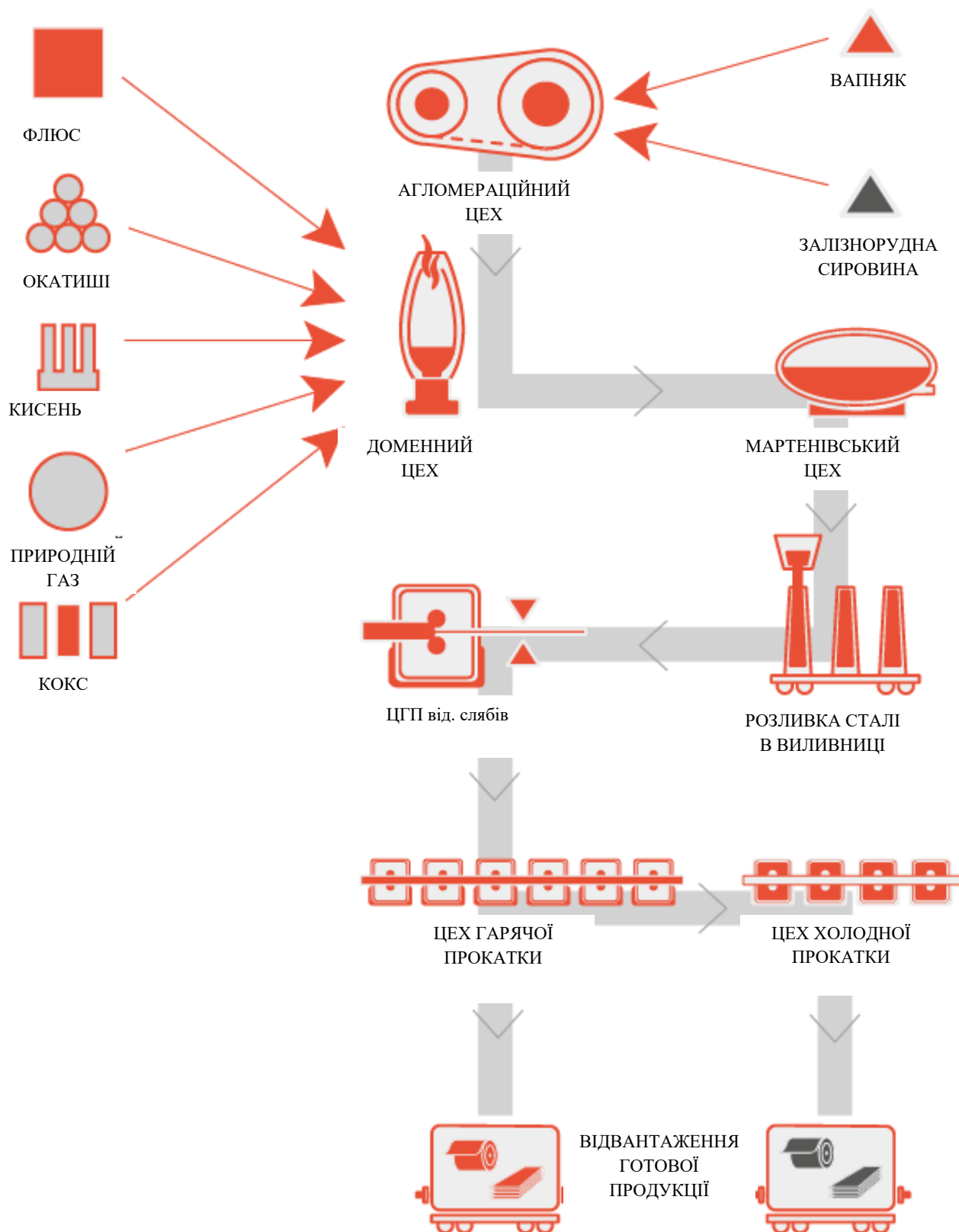


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва ПАТ «Запоріжсталь»

1.2 Технологічний процес виготовлення слябів

Основою, високої продуктивності в роботі ланцюга мартен - слябінг - цех гарячої прокатки - є чітке дотримання графіка, а також принципу «ширина-марка сталі-час». Безумовне виконання цієї вимоги всіма цехами безперервного ланцюга забезпечує максимально можливу температуру всаду металу на колодязі обтискного відділення і методичні печі безперервного тонколистового стану, відповідно високу продуктивність нагрівальних пристроїв і прокатних станів, зниження витрати палива, строге дотримання технології «прокатки за шириною» на безперервному тонколистовому стані, що забезпечує кількість листового прокату. У існуючих умовах діапазон ширини листа, що прокочується на безперервному стані «1680» від 710 до 1500мм. Такий діапазон ширини вимагає відповідного діапазону розмірів зливків. В даний час в роботі знаходяться наступні типи зливків, які приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Типи зливків

Тип виливниці	Перетин зливка (більше), мм	Виливниця		Зливки КПиПС		Зливки СП		Ширина прокату, мм
		Висота, мм	Вага, т	Висота, мм	Вага, т	Висота, мм	Вага, т	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	640x1480	2200	15,0	2000	12,5	2900	16,6	1420-1300
14	640x1600	2200	16,1	2000	14,3	2900	17,8	1520-1430
15	780x1000	2400	15,1	2200	11,2	3100	14,8	940 - 730
16	780x1170	2400	18,1	2200	13,2	3100	17,6	1110-950
17	780x1330	2400	20,5	2200	15,1	3100	19,9	1270- 1120
18	780x1500	2400	21,2	2200	16,9	-	-	1520- 1430

Обтискний стан «Слябінг-1150» призначений для обтиснення гарячих зливків в сляби різних розмірів, схема розташування механічного устаткування стану представлена на рис. 1.2.

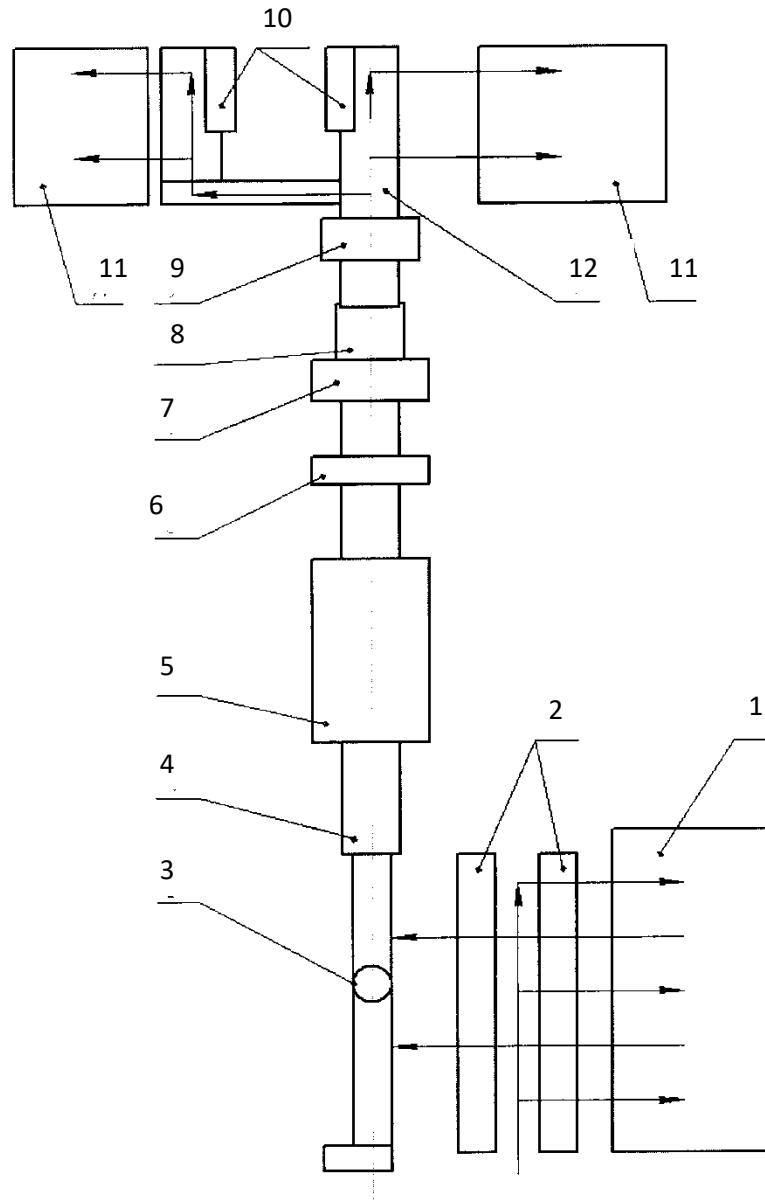
Обтискний цех забезпечується зливками з мартенівського цеху, через стріперне відділення, в якому зливки звільняються від виливниць і в гарячому стані з температурою 800°C - 1060°C подаються в проліт нагрівальних колодязів обтискного відділення ЦГП. Зливки, що надійшли, знімаються з візків мостовими кранами колодязного типу і розміщуються в камери колодязів для підігрівання. Продуктивність однієї групи нагрівальних колодязів 45-60 т/год. Тривалість нагріву залежить від марки сталі і від температури посаду.

Управління процесом нагріву здійснюється індивідуально для кожної камери. У камери автоматично поступає необхідна кількість тепла по заздалегідь заданому графіку до повної готовності зливків до прокатки. Це досягається вживанням автоматичних приладів. Зливки, підігріті до температури 1360°C - 1380°C, виймаються з колодязів і встановлюються на зливковіз кліщовими кранами, який транспортує їх до приймального рольгангу. Пройшовши приймальний рольганг, зливоч подається на допоміжний рольганг і поступає у валки робочої кліті стану, для обтискання до необхідних розмірів. Число пропусків зливка між горизонтальними і вертикальними валками універсальної робочої кліті залежить від їх ваги і сортаменту слябів. В процесі прокатки напрям зливків у валки здійснюється лінійками маніпулятора, встановленими над робочими рольгангами перед станом і за станом. При прокатці зливків на сляби із спеціальних марок сталей, для рівномірного розподілу обтискань по перетину зливка і скидання окалини з верхньої поверхні зливків, проводить кантування зливків на 180° кантувачем. Збита окалина провалюється під стан в жолоб, по якому водою змивається у відстійник. З відстійника окалина грейферним краном відвантажується у вагони і вивозиться з цеху. Число пропусків коливається від 11 до 21. Обтиснення в горизонтальних валках - до 100 мм; у

вертикальних – до 30 мм за пропуск. Після прокатки сляби транспортуються рольгангом до ножиць, на яких відрізується спочатку передній кінець, а потім сляб ріжеться на мірні довжини. Різ сляба проводиться при температурі 900 - 1150°C. Позаду ножиць встановлений рухливий упор, який регулюється при різанні сляба на певні довжини. При подачі сляба під ніж упор опускається і тримає передній кінець сляба на заданій відстані від ножа. При короткому слябі включається штовхач і проштовхує важелем сляб під ніж, а останній відрізок зіштовхується на транспортер хитний рольганг, потім на конвеєр обрізки, який подає їх до скрапного прольоту в коробі. З коробів обрізки відвантажуються на платформи електромостовим краном.

Порізані на мірні довжини сляби подаються по похилому транспортеру до печей безперервного тонколистового стану або забираються на склад слябів.

Сляби при прибиранні на склад зіштовхуються з відповідного рольганга, одним із зіштовхувачів на штабелюючий стіл, що опускається після прийому кожного сляба на його товщину. Набрана на столі стопа слябів піднімається і зіштовхується на стелаж, з якого забирається на склад за допомогою крану із спеціальною підвісною траверсою. Всі сляби легованих марок сталей піддаються сповільненому охолодженню або відпалу в печах з висувним подом. Сляби вуглецевих марок сталей на складі сортуються, після огляду робиться видалення пороків за допомогою вогневого зачищення. Сляби, прийняті відділом технічного контролю, передаються далі в цех гарячої прокатки або на відвантаження замовнику.



1 - нагрівальні колодязі; 2 - кліщові крани; 3 - зливковоз;
 4 - приймальний рольганг; 5 - робоча кліть; 6 - маніпулятор; 7 - ножиці;
 8 - транспортер обрізу; 9 - клеймувач; 10 - зіштовхувач; 11 – склад слябів,
 12 – транспортний рольганг

Рисунок 1.2- Схема вантажопотоків ЦГП відділення
 виробництва слябів

2. Огляд конвеєрного устаткування для транспортування вантажу

2.1 Призначення конвеєрів та їх класифікація

Конвеєр, транспортер - машина безперервної дії для переміщення сипучих, кускових або штучних вантажів [9].

Конвеєри найбільш доцільно класифікувати за принципом дії й конструктивних ознак, типу тягового й несучого органа, роду переміщуваного вантажу, призначенню й сфері застосування [1].

Основна класифікаційна ознака конвеєра - тип тягового й несучого органів. Розрізняють конвеєри зі стрічковим, ланцюговим, канатним і іншим тяговим органами й конвеєри без тягового органа (гвинтові, інерційні, вібраційні, роликові).

За типом несучого органа конвеєри можуть бути: стрічкові, пластинчасті, скребкові, підвісні, штовхаючі, візкові, ковшові й колискові, а також гвинтові, інерційні, вібраційні, роликові.

За принципом дії розрізняють конвеєри, що переміщують вантаж на суцільній стрічці, що безупинно рухається, або настилі, ковшах, підвісках, платформах, візках.

За призначенням розрізняють конвеєри стаціонарні й пересувні для насипних, штучних вантажів і для пасажирів, а по напрямку переміщення вантажів - з вертикально замкнутою, горизонтально замкнутою й просторовою трасами.

За сферою застосування конвеєри підрозділяють на машини загального призначення й спеціальні (стакери, елеватори, ескалатори).

Конвеєри є складовою, невід'ємною частиною сучасного технологічного процесу, вони встановлюють і регулюють темп виробництва, забезпечують його ритмічність, сприяють підвищенню продуктивності праці й збільшенню випуску продукції. Поряд з виконанням транспортно-технологічних функцій конвеєри є основними засобами комплексної

механізації й автоматизації вантажно-розвантажувальних і складських операцій.

На сучасних підприємствах конвеєри використовують у якості:

- високопродуктивних транспортних машин, що переміщують вантажі з одного пункту в другий на ділянках підприємства та, в ряді випадків, зовнішнього транспорту;

- транспортних агрегатів потужних перевантажувальних пристроїв;

- машин для переміщення вантажів-виробів по технологічному процесі поточного виробництва від одного робочого місця до іншого, при цьому вони встановлюють, організують та регулюють темп виробництва;

- машини передачних пристроїв в технологічних автоматичних лініях виготовлення та обробки деталей та вузлів виробів.

Тісний зв'язок транспортуючих машин із загальним технологічним процесом виробництва обумовлює високу відповідальність їхньої роботи й призначення. Тому конвеєри повинні бути надійними (безвідмовними), міцними, зручними в експлуатації й здатними працювати в автоматичних режимах.

Переміщувані конвеєрами вантажі підрозділяються на штучні й насипні. Їхні фізико-механічні властивості мають вирішальне значення при виборі й розрахунку конвеєрів,

Штучні вантажі характеризуються формою й розмірами, масою однієї штуки, коефіцієнтом тертя об поверхню стрічки, настилу або лотка й особливих властивостей. Розміри штучних вантажів коливаються в широких межах: від декількох сантиметрів (поштові відправлення) до декількох метрів (лісоматеріали, прокат), а маса їх - від часток ньютонів до десятків кілоньютонів. Коефіцієнт тертя штучних вантажів об опорні поверхні становить 0,1-0,7. До особливих властивостей штучних вантажів відносяться: крихкість (виробу зі скла), схильність до кочення через округлість форми, забруднення або схильність до створення пилу, вибухонебезпечність і

пожежонебезпека, наявність гострих виступів, що ушкоджують елементи конвеєра, і т.п.

Насипні вантажі характеризуються крупністю шматків (часток), насипною щільністю, коефіцієнтами внутрішнього й зовнішнього тертя, вологістю, абразивністю, липкістю, злежаністю, схильністю до зволоження, а також особливими властивостями (хімічною активністю, вибухонебезпечністю, самозаймистістю й т.п.) [9].

2.2 Конструкція роликів конвеєрів (рольганів)

Роликовий конвеєр (рольган) використовується для переміщення великих і дрібних вантажів, опорна поверхня яких може бути плоскою, ребристою або циліндричною [9].

У роликовому конвеєрі (рольгангу), на відміну від стрічкового конвеєра вантаж приводиться в рух за допомогою роликів, які обертаються на підшипниках, закріплених на рамі конвеєра. Рольганг може мати кутові секції, що змінюють напрямок руху вантажу, а так само бічні відгалуження для подачі або знімання вантажів. Для того, щоб уникнути падіння вантажу, на роликовому транспортері встановлюються захисні реборди різної висоти.

Роликові конвеєри можна розділити на кілька типів [12]:

- приводні й не приводні;
- прямі й поворотні;
- перекаатні й стаціонарні;
- похилі;
- гнучкі гравітаційні;
- підводящі та відводящі;
- накопичувальні;
- рольганги змішаного типу.

Приводний рольганг.

Приводний рольганг (конвеєр) може переміщати вантажі по різних траєкторіях, а також здійснювати підйом при куті нахилу не більше 5 градусів, забезпечуючи при цьому постійну швидкість переміщення.

На рис.2.1 представлено загальний вигляд секції рольгангу з груповим приводом роликів.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд секції рольгангу з груповим приводом роликів

На лініях з малим або середнім навантаженням обертання роликів може здійснюватися від групового привода. На важко навантажених конвеєрах

обертання забезпечується вбудованими в ролики індивідуальними приводами.

Груповий привод може бути забезпечений пасовою передачею або безперервним ланцюгом, що обертає зірочки або приводні шків роликів. Для цієї мети може використовуватися й обертовий вал, розташований по всій довжині транспортера. Передача обертання роликам у цьому випадку відбувається за допомогою фрикційних пристроїв або пристроїв із твердим зачепленням.

Використання групового привода дає можливість приводити в обертання всі ролики рольганга одночасно або деякі їхні секції в певній послідовності. Наявність пристроїв, що автоматизують роботу секцій, уможливорює використання такого конвеєра як накопичувача вантажу.

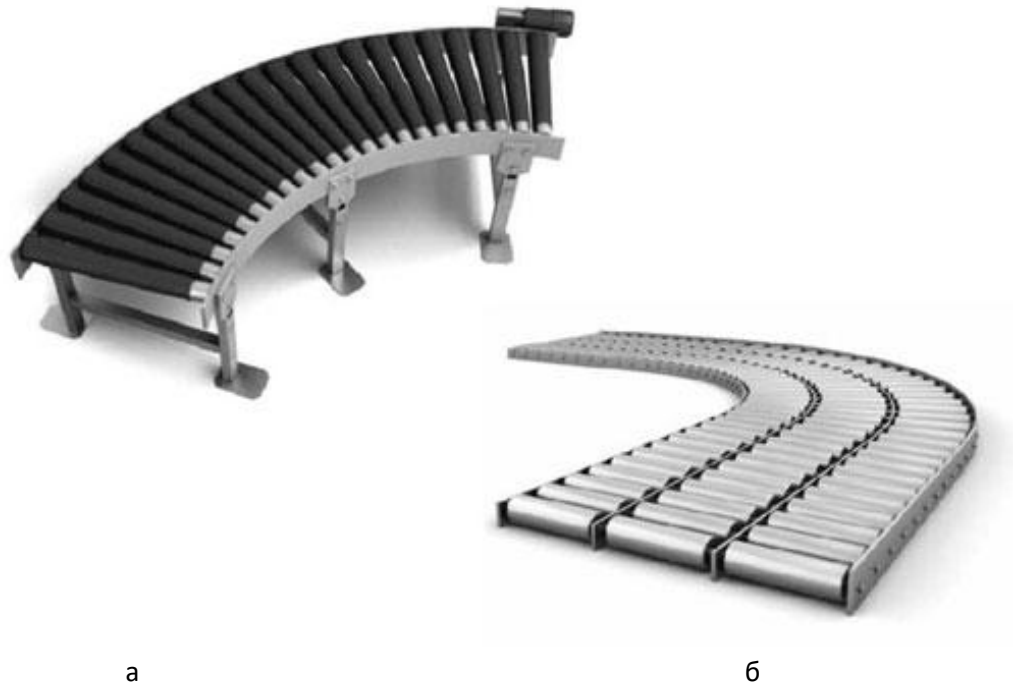
Поворотний рольганг

Цей роликотий конвеєр застосовується для зміни руху потоку штучних вантажів або для перерозподілу вантажопотоків. Поворотні транспортери можна використовувати як самостійне устаткування, а також включати до складу конвеєрної системи. Щоб уникнути зсуву вантажів поворотні секції обладнаються захисними бортами.

На рис. 2.2 представлено загальний вигляд поворотних секцій рольгангів з приводом та безпривода (гравітаційний).

Використання поворотних транспортерів дозволяє зробити огинання кутів, організувати поворот конвеєра в інше приміщення або подачу вантажів на інше конвеєрне устаткування. У конструкції механізму використовуються поворотні секції з конічними роликами.

Рольганги допомагають організувати ефективну експлуатацію тих складських приміщень, де простір не дозволяє використовувати навантажувачі й іншу габаритну техніку.



а - поворотна секція з приводом;
б - поворотна секція безприводна (гравітаційна)

Рисунок 2.3 – Загальний вигляд поворотних секцій рольгангів

У рольгангах змішаного типу використовується комбінація приводних і гравітаційних (неприводних) секцій транспортера.

При необхідності для виконання різних функцій можлива установка на транспортер бортів, відбійників, вузлів автоматики.

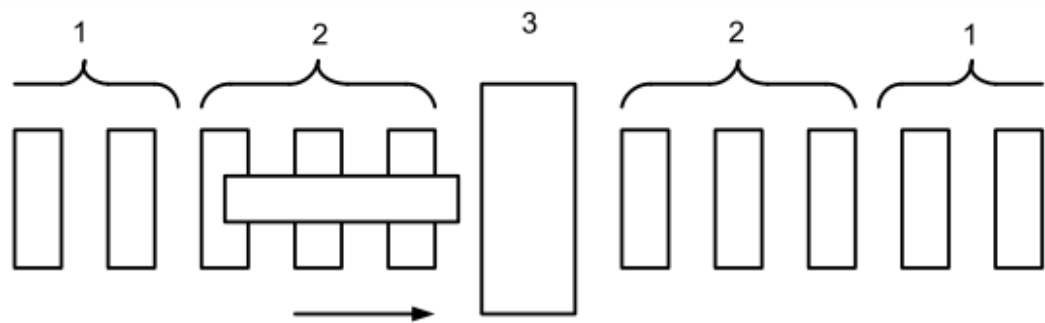
Ролики для рольганга підбираються так, щоб ширина вантажу була ледве менше їхньої довжини. Крок установки роликів повинен бути не менш $1/3$ довжини самого короткого вантажу. Висота огороження транспортера підбирається, відповідно до бічної стійкості переміщуваних предметів.

2.3 Рольганги обтискного стану

Для транспортування металу, що прокочується до прокатного стану, подачі металу у валки, прийому його з валків і пересування до допоміжних

машин (ножиць, пил, правильних машин і т.д.) служать рольганги. Всі рольганги встановлені по одній вісі - вісь прокатки, утворюють безперервну лінію транспортування прокатаного металу. Робочими називають рольганги, розташовані безпосередньо у робочій клітці стану і служать для подачі металу, що прокочується в валки і прийому його з валків [4].

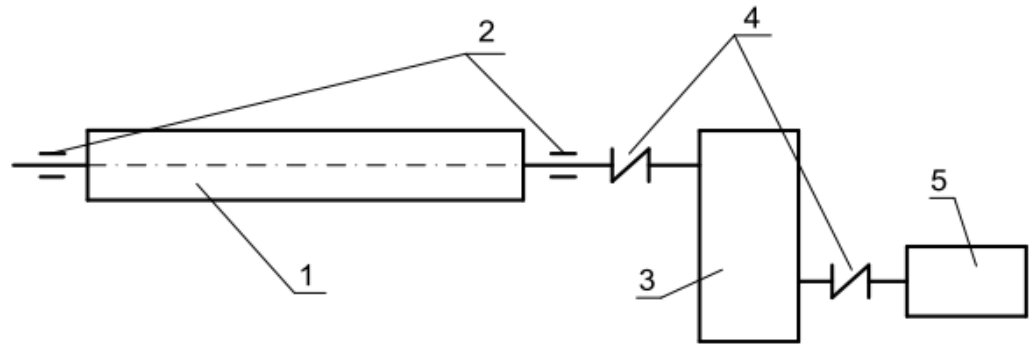
На рисунку 2.3 показана схема розташування рольгангів за лінією прокатки.



1 – транспортний рольганг; 2 – робочий рольганг;
3 – робоча кліть стану.

Рисунок 2.3 - Схема розташування рольгангів обтискного стану за лінією прокатки

Застосовують рольганги з груповим і індивідуальним приводом роликів. При індивідуальному приводі кожен ролик має окремий привід. На рисунку 2.4 показана кінематична схема рольганга з індивідуальним приводом ролика [5].



1 – ролик, 2 – підшипники, 3 – редуктор,
4 – муфти, 5 – електродвигун

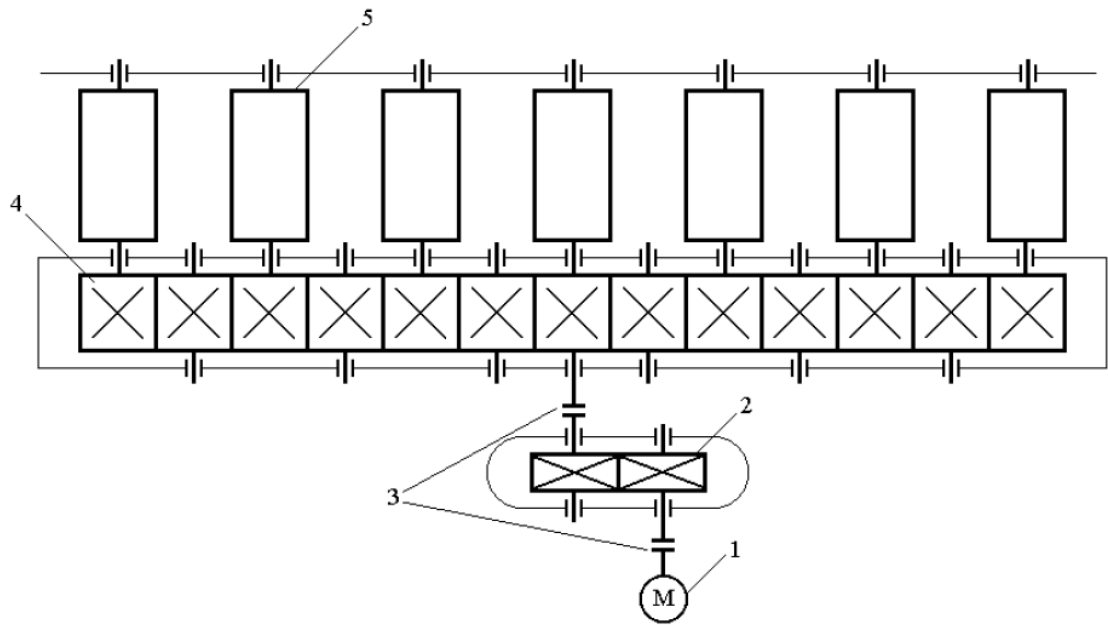
Рисунок 2.4 - Кінематична схема індивідуального привода ролика рольганга

Приймальний рольганг.

Приймальний рольганг приймає зливки від зливкового вагона й передає на рольганг, що підводить, який транспортує його до робочого рольганга перед кліткою. Ролики цього рольганга приймають на себе удари при перекиданні на них злиwkів, і тому їх роблять кованими.

Кінематична схема приймального рольганга наведено на рисунку 2.5. Використовується секція із груповим електроприводом, що працює в повторно-короткочасному режимі. Секція складається із семи роликів, що мають загальний привод від електродвигуна потужністю 110 кВт (500 хв^{-1}) через редуктор з передаточним числом $i=7,65$, проміжні циліндричні шестірні й шпинделі (типу подовжених зубчастих муфт) і трансмісійний вал. Ролики змонтовані на конічних роликівих підшипниках. Для сприйняття великих ударних навантажень при подачі зливка масою 18 тон на рольганг не зливковозом, а безпосередньо кліщовим краном передбачена амортизація опор роликів за допомогою тарілчастих пружин.

Застосований електропривод секції груповий, приймальний рольганг працює у важкому режимі, із частими пусками й великими навантаженнями. Для приймального рольганга довжина зливка близька до величини кроку рольганга, внаслідок чого на один ролик доводиться майже вся вага металу, що прокочується.



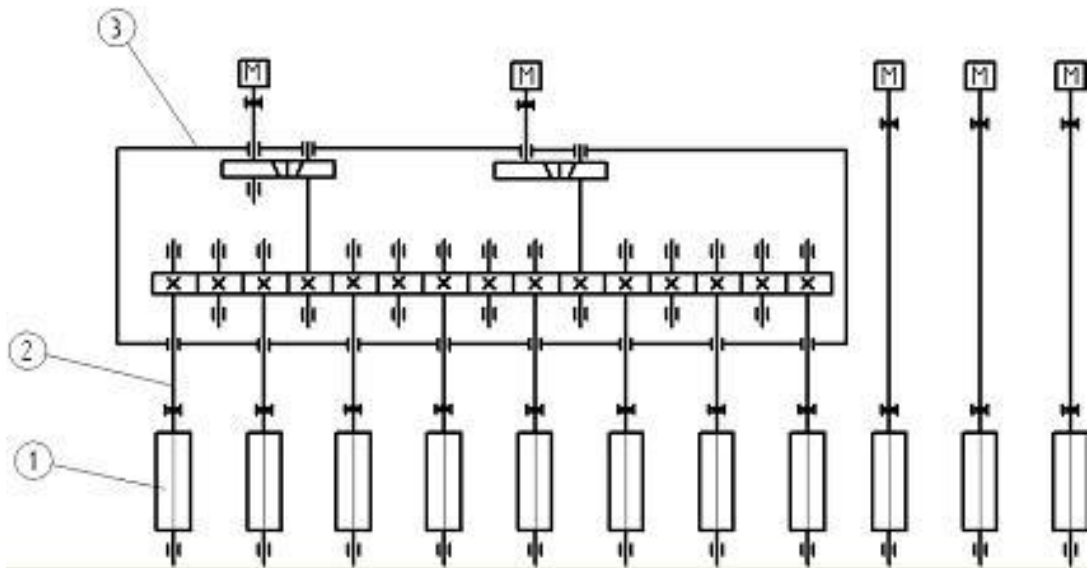
- 1 – електродвигун; 2 – циліндричний редуктор; 3 – муфта;
4 – розподільний редуктор; 5 – ролик

Рисунок 2.5 - Кінематична схема приймального рольгангу

Робочий рольганг.

На рисунку 2.6 представлено кінематична схема робочого рольгангу [4].

Перші три ролика розташованих поруч зі станинними роликами, мають індивідуальний привод, а інші 8 роликів - груповий привод від окремого редуктора із циліндричними шестірнями й зубчасті муфти подовженого типу. Обертання передається через зубчасті муфти з подовженим валом. Такий рольганг вимагає установки великої кількості двигунів завищеної потужності (для надійного привода кожного ролика) і, крім того великої площі для розміщення цих двигунів перед робочою кліткою й за нею.

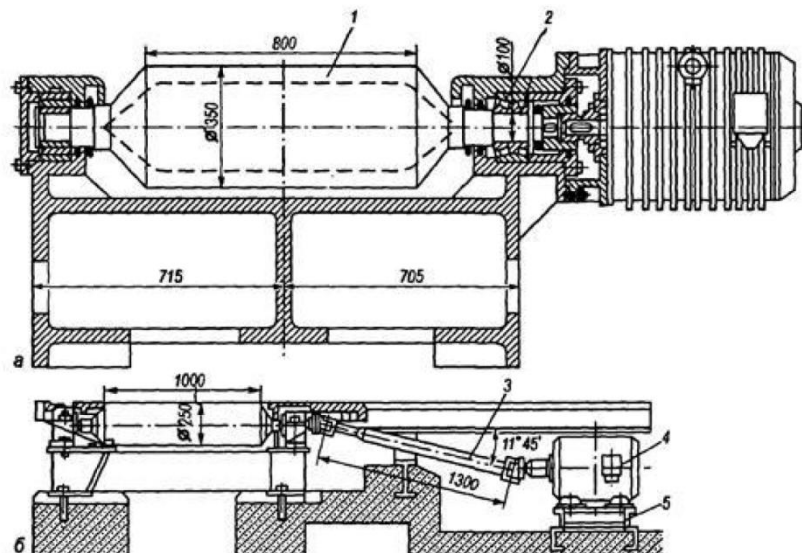


1 – ролик рольганга; 2 – приводний вал ролика; 3 – роздатний редуктор групового приводу

Рисунок 2.6 – Кінематична схема робочого рольганга прокатної кліті

Рольганги виділяють з груповим і індивідуальним приводом.

На рисунку 2.7 представлено транспортний рольганг з індивідуальним приводом.



а - від фланцевого електродвигуна, б - від електродвигуна через зубчасту муфту, 1 - ролик, 2 - конічні роликопідшипники, 3 - карданний вал, 4 - електродвигун, 5 - підстава електродвигуна

Рисунок 2.7 – Транспортний рольганг з індивідуальним приводом

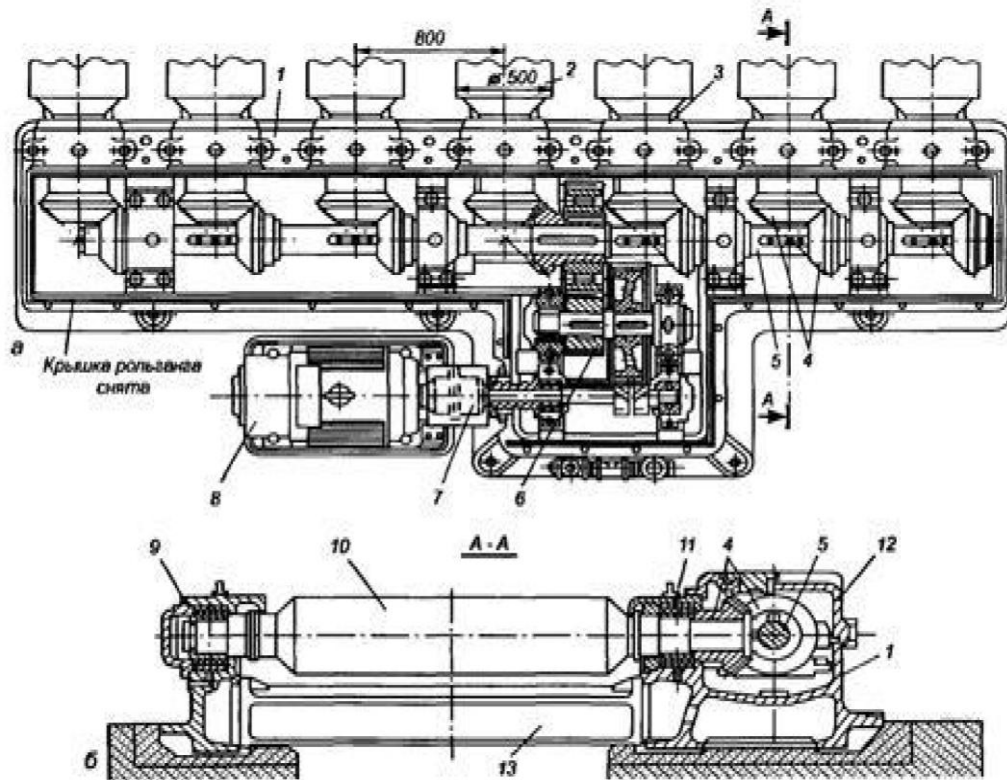
При індивідуальному приводі кожен ролик даної секції рольганга приводиться від окремого електродвигуна. Такі ролики широко застосовують у швидкохідних транспортних рольгангах, а так само в якості перших роликів робочих рольгангів обтискних станів.

Кожен ролик установлений на окремій рамі й може бути легко замінений; з типових роликів-блоків можна скласти рольганг будь-якої довжини з будь-яким кроком роликів. Для привода роликів застосовують асинхронні рольгангові двигуни у двох виконаннях: звичайні з лапами й фланцеві. Якщо необхідно регулювати швидкість рольгангів, для живлення цих двигунів застосовують перетворювачі частоти (10-60Гц).

При груповому приводі всі ролики однієї секції рольганга, що складається з 10 роликів і більше приводиться від одного електродвигуна через конічні шестерні і трансмісійний вал. Рольганги з груповим приводом застосовують при невеликій швидкості транспортування на порівняно невеликому проміжку шляху.

Основними параметрами рольганга є: діаметр роликів, довжина бочки й крок між роликами. З метою зниження маси рольганга й зменшення потужності привода діаметр роликів доцільно брати найменшими, наскільки дозволяє міцність роликів. Довжину бочки роликів приймають: для робочих рольгангів - рівній довжині бочки валків, для транспортних рольгангів - на 150-200 мм більше ширини транспортуємої штаби або заготовки [11]. Крок роликів вибирають із умови, що метал повинен лежати не менш чим на двох роликах, однак він не повинен бути дуже великим, інакше метал буде прогинатися.

На рисунку 2.8 представлено транспортний рольганг з груповим приводом.



1 - рама роликів, 2 - ролик, 3 - корпус підшипників, 4 - конічні шестерні, 5 - трансмісійний вал, 6 - циліндрична передача, 7 муфта, 8 - електродвигун, 9 - підшипники кочення, 10 - ролик, 11 - роликові підшипники, 12 - литі кришки, 13 - литі траверси

Рисунок 2.8 – Транспортний рольганг з груповим приводом

Ролики кожної секції наводяться в рух від одного електродвигуна через муфту, дві пари циліндричних передач, а також конічні шестерні, насаджені на трансмісійний вал і кінці шийок роликів. З боку приводу ролики встановлені на конічні роликові підшипники, укладені в корпусі. З іншого боку вони так само, як і трансмісійний вал, встановлені на підшипниках кочення [15].

3. Дослідження та удосконалення параметрів роботи транспортного рольгангу обтискного стану

3.1 Розвиток конвеєрних машин

Сучасний розвиток всіх галузей промисловості обумовлюють наступні основні напрямки розвитку конвеєрних машин [18].

1. Створення машин для безперевантажувального транспорту вантажів від початкового до кінцевого пунктів за прямолінійною та складною просторовою трасою великої довжини. Цьому напрямку підлегле створення багатоприводних конвеєрів різних типів (підвісних, пластинчастих, скребкових, стрічкових), потужних стрічкових конвеєрів з надміцними стрічками, стрічково-канатних і стрічково-ланцюгових конвеєрів з міцним тяговим елементом у вигляді канатів або ланцюга, що вигинається, скребкових і пластинчастих конвеєрів, складних розгалужених систем підвісних конвеєрів, трубчастих скребкових конвеєрів із просторовою трасою й ін.

2. Підвищення продуктивності конвеєрних установок реалізується шляхом вибору найбільш раціональної форми несучого елемента конвеєра для збільшення кількості вантажу на одиниці його довжини, а також шляхом підвищення швидкості несучих елементів.

3. Підвищення надійності машин і спрощення їхнього обслуговування в тяжких умовах експлуатації є основними передумовами для переходу до повної автоматизації керування машинами й комплексами машин.

4. Автоматизація керування машинами й комплексними конвеєрними системами з використанням ЕОМ.

5. Зниження маси й зменшення габаритних розмірів конвеєрів за рахунок принципово нових, полегшених конструкцій машин і їхніх вузлів, широкого застосування пластмас і легких сплавів, гнутих профілів з металу замість прокатних і т.п.

6. Поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу й робітників, виключення можливості втрат вантажу, що транспортується, ізоляція від навколишнього середовища пилоподібних, гарячих і хімічно агресивних вантажів.

7. Уніфікація й нормалізація устаткування з одночасним збільшенням кількості його типорозмірів.

8. Підвищення якості й культури виробництва машин за рахунок широкого застосування методів передової технології й технічної естетики.

3.2 Дослідження параметрів енергоспоживання секції рольгангу

Електроприводи різних пристроїв і технологічних установок є найбільш енергоємною складовою системи електропостачання, споживаючи при цьому близько 60–70% ввідної електроенергії [17, 18]. З урахуванням підвищення цін на електроенергію, з боку виробників продукції, цей факт приводить до підвищення вимог до технологічних процесів. Це в першу чергу має на увазі підвищення їх енергоефективності, як правило за рахунок зниження енергоспоживання систем електроприводів.

Аналіз існуючих рішень.

Аналіз існуючих рішень і світових тенденцій розвитку промисловості [30-34], дозволяє виділити наступні методи підвищення енергоефективності розглянутих систем:

- 1) раціональний вибір потужності електроустаткування;
- 2) застосування енергоефективних асинхронних двигунів;
- 3) удосконалення систем механічної передачі обертаючого моменту;
- 4) перехід від нерегульованого електропривода до регульованого з можливістю регенерації енергії в мережу.

Раціональний вибір потужності електроустаткування.

Проектування різних пристроїв і систем, у тому числі й систем електроприводів, як правило має на увазі закладення певного запасу потужності, який найчастіше не використовується, що приводить лише до зростання частки енергетичних витрат на вироблену продукцію й робить виробництво нерентабельним.

Розв'язок питання підвищення енергоефективності, у цьому випадку, має на увазі заміну існуючого устаткування на устаткування раціональної потужності й застосування раціональних коефіцієнтів запасу при проектуванні. Незважаючи на те, що даний спосіб підвищення енергоефективності є найпростішим, він, має істотний недолік, який обмежує його застосування, а саме – необхідність точного обліку всіх супутніх факторів технологічного процесу, параметри яких найчастіше є випадковими величинами [31].

Застосування енергоефективних асинхронних двигунів.

Суть даного методу полягає в застосуванні в структурі електроприводів асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором, у конструкції якого алюмінієві стрижні замінені мідними (наприклад, двигуни серії IE3, IE4 компанії Siemens) [33].

Згідно з роботою [33], такі електричні машини характеризуються низьким коефіцієнтом лінійного розширення активних матеріалів, високим ступенем міцності на розтягування й більш низькими втратами в обмотках, які на 15 % нижче, чим у машин ранніх серій з алюмінієвими роторами.

Зазначене зниження рівня втрат дозволяє підвищити КПД двигунів і відповідно досягти підвищення показників енергоефективності електроприводів в цілому.

Незважаючи на широке використання даного методу провідними світовими компаніями ряд фахівців [32] вважає що його застосування, що електропривод, як і раніше, залишиться нерегульованим і підвищення його

енергоефективності буде помітним лише в тих випадках, коли навантаження змінюється мало.

Вдосконалення систем механічної передачі обертаючого моменту.

Для одержання необхідних частот обертання або величин обертаючого моменту в структурі електроприводів часто застосовують різні системи передач – зубчасті, пасові, ланцюгові. Їх наявність, як відомо, приводить до появи додаткових моментів опору й, як наслідок, до зниження загального ККД привода. Ідеальним рішенням у цьому випадку є відмова від системи передач, але здійснити його найчастіше є неможливим [31].

У цьому випадку у світовій практиці [31] головним напрямком підвищення ККД є заміна існуючих систем передач на більш ефективні. З погляду пасових передач, зокрема, це припускає заміну звичайних пасів зубчастими або перехід до ланцюгових передач, ККД яких становить близько 98 % [6, 33], а з погляду зубчастих – застосування мотор-редукторів з переходом від групових приводів до індивідуальних.

Перехід від нерегульованого електропривода до регульованого з можливістю регенерації енергії в мережу.

Даний спосіб підвищення енергоефективності, на сьогоднішній день, є основним напрямком енергозбереження, прийнятим в усьому світі, що й дає найбільший ефект, як у частині економії електроенергії, так і за іншими показниками технологічного процесу [33, 34].

Основним напрямком реалізації даного способу є введення в структуру електропривода перетворювачів електричної енергії, що працюють по системі зворотних зв'язків, як правило в замкнених контурах регулювання, і здатних формувати задані регулюючі впливи відповідно до вимог технологічних процесів. Такими, як правило, є перетворювачі частоти, що головним чином пов'язане з відмовою від застосування в системі електропривода двигунів постійного струму й заміною їх на асинхронні двигуни з короткозамкненим або фазним ротором [31, 32].

Основний матеріал і результати.

На сьогоднішній день на території України існує безліч підприємств, устаткування яких вимагає своєї модернізації. До них належить і ПАТ «Запоріжсталь» в експлуатації якого, зокрема, перебуває обтискний прокатний стан, а саме «Слябінг 1150», реалізований із застосуванням групових приводів із двигунами постійного струму в приводах рольгангів та іншого устаткування. Беручи до уваги все зазначене вище, така система не є енергоефективною і вимагає своєї модернізації.

Для розв'язку цього питання, у рамках співробітництва з компанією VIG (<http://vig.dp.ua/>), була запропонована заміна групового привода рольгангів на індивідуальний із застосуванням у якості приводних пристроїв мотор-редукторів з асинхронними двигунами. Для оцінки ефективності такого рішення був проведений порівняльний аналіз показників енергоефективності електропривода до й після запропонованих заходів шляхом виконання відповідних розрахунків обох систем. Варто відзначити, що привод рольганга працює в повторно-короткочасному режимі з відносно частими пусками й зупинками, тому в якості керівного параметра для порівняння були прийняті витрати електроенергії на період пуску.

У цьому випадку розрахунки проводяться для однієї секції рольганга яка містить у собі 10 роликів і у випадку із груповим приводом постійного струму, від одного двигуна.

Вихідні дані, для виконання розрахунків привода до та після запропонованих заходів, наведені в табл. 3.1, а його кінематичні схеми – на рисунках 3.1 та 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для виконання розрахунків привода рольгангу

Параметр	Значення параметра	
	Система до модернізації	Система після модернізації
Номінальний обертаючий момент двигуна $M_{дв_ном}$, Нм	1814,5	50,1
Пусковий момент двигуна $M_{дв_пуск}$, Нм	2721,8	105,21
Момент інерції двигуна $J_{дв}$, кг·м ²	5,75	0,028
ККД двигуна $\eta_{дв}$	0,87	0,87
Частота обертання ротора двигуна n , хв ⁻¹	500	1500
Маса заготовки (сляба) $m_{гр}$, кг	18250	18250
Маса ролика $m_{рол}$, кг	2380	2380
Діаметр ролика $D_{рол}$, м	0,4	0,4
Діаметр цапфи ролика $d_{цапфи}$, м	0,24	0,24
Лінійна швидкість обертання роликів ϑ , м/с	1,8	1,8
Сумарний ККД передачі η	0,85	0,85
Коефіцієнт тертя-ковзання μ	0,015	0,015
Коефіцієнт тертя-кочення f	0,015	0,015
Передатне відношення редуктора i	6,03	17

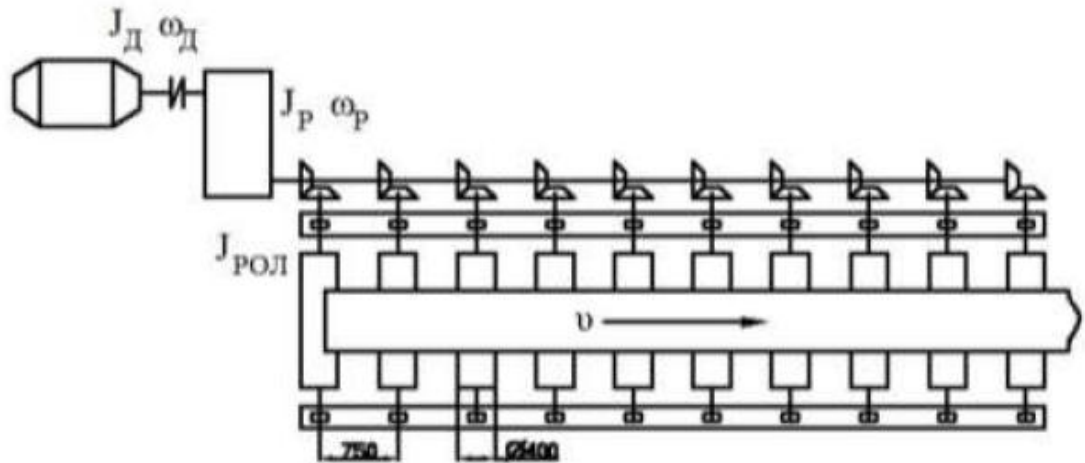


Рисунок 3.1 - Кінематична схема привода рольганга до модернізації

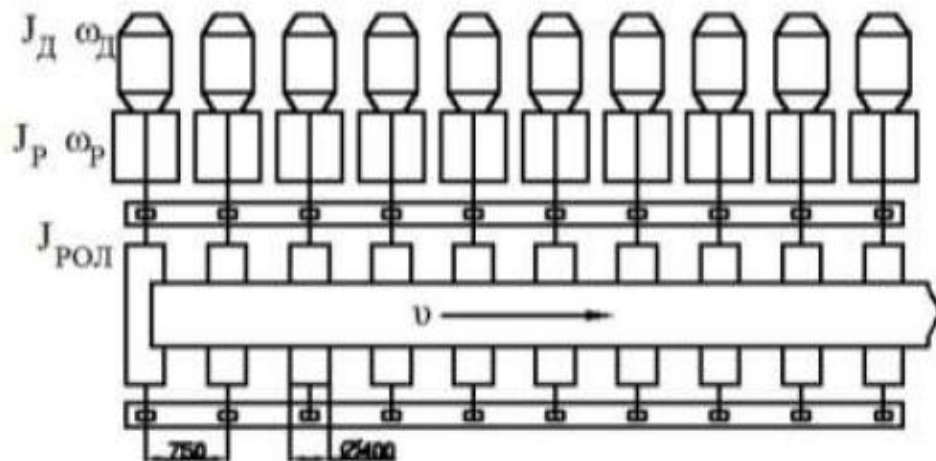


Рисунок 3.2 - Кінематична схема привода рольганга після модернізації

Приймаючи до уваги, що рольганг прокатного стану є типовим виробничим механізмом, його розрахунки для обох кінематичних схем проводяться згідно зі стандартною методикою [9, 10]. При цьому були враховані особливості роботи обох схем, узагальнена характеристика яких наведена нижче.

Так, у загальному випадку для привода рольганга статичний момент опору складається з моменту тертя в підшипниках $M_{Тр}$ і моменту буксування $M_{Бук}$, кожний з яких згідно з роботою [9], визначається як:

$$M_{\text{гр}} = g \cdot (m_{\text{гр}} + n_{\text{рол}} \cdot m_{\text{рол}}) \cdot \mu \frac{d_{\text{цал}} + f}{2} \quad (3.1)$$

$$M_{\text{БУК}} = \frac{m_{\text{гр}}}{2} \cdot g \cdot \mu_{\text{Б}} \cdot \mu \frac{D_{\text{рол}}}{2}, \quad (3.2)$$

Дані вирази є істинними за умови, що маса всього сляба рівномірно розподілена по всій секції рольганга, а приводний двигун обертає всі ролики одночасно. З урахуванням заміни привода сумарна вага сляба, як і раніше, рівномірно розподіляється між роликами, але тепер кожний двигун обертає тільки один ролик. З обліком цього зазначені моменти для випадку індивідуального привода дорівнюють:

$$M_{\text{гр}} = g \cdot \left(\frac{m_{\text{гр}}}{n_{\text{рол}}} + m_{\text{рол}} \right) \cdot \mu \frac{d_{\text{цал}} + f}{2} \quad (3.3)$$

$$M_{\text{БУК}} = \frac{m_{\text{гр}}}{n_{\text{рол}}} \cdot g \cdot \mu_{\text{Б}} \cdot \mu \frac{D_{\text{рол}}}{2}, \quad (3.4)$$

На відміну від двигуна постійного струму пусковий момент асинхронного двигуна при пуску може змінюватися від значення пускового до максимального. З обліком цього при визначенні часу пуску, як пускового моменту, був використаний середній пусковий момент:

$$M_{\text{пуск_ср}} = \frac{M_{\text{дв_макс}} + M_{\text{дв_пуск}}}{2} \quad (3.3)$$

При визначенні витрат електроенергії на один період пуску також було враховано, що цикл роботи привода з переміщення сляба містить у собі два режими, при яких енергоспоживання буде різним – розгін і рівномірний рух. При цьому враховувалося, що на відміну від групового привода, де ролики відключаються по секційно, коли сляб покине всю секцію, в індивідуальному

приводі кожний ролик відключається при проходженні через нього сляба. Це значить, що час роботи приводів при розгоні на всіх роликах буде однаковим, а час рівномірного руху буде залежати від відстані даного конкретного ролика від початку рольганга (секції). Таким чином, для системи індивідуального привода розрахунки енергоспоживання в період рівномірного руху проводяться окремо для кожного ролика.

Результати розрахунків енергоспоживання обох систем за період пуску наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Порівняльні результати розрахунків енергоспоживання приводів рольгангу за період пуску до й після запропонованих заходів (модернізації)

Параметр	Значення параметра		
	До модернізації	Після модернізації	
Енергоспоживання привода рольганга, Вт·год			
При розгоні	43,575	33,959	
При рівномірному русі	98,386	Ролик 1	0,238
		Ролик 2	1,285
		Ролик 3	2,332
		Ролик 4	3,379
		Ролик 5	4,426
		Ролик 6	5,573
		Ролик 7	6,52
		Ролик 8	7,567
		Ролик 9	8,614
		Ролик 10	9,661
Сумарне за період пуску	141,961	83,456	



Рисунок 3.3 – Залежність енергоспоживання секції рольгангу при розгоні

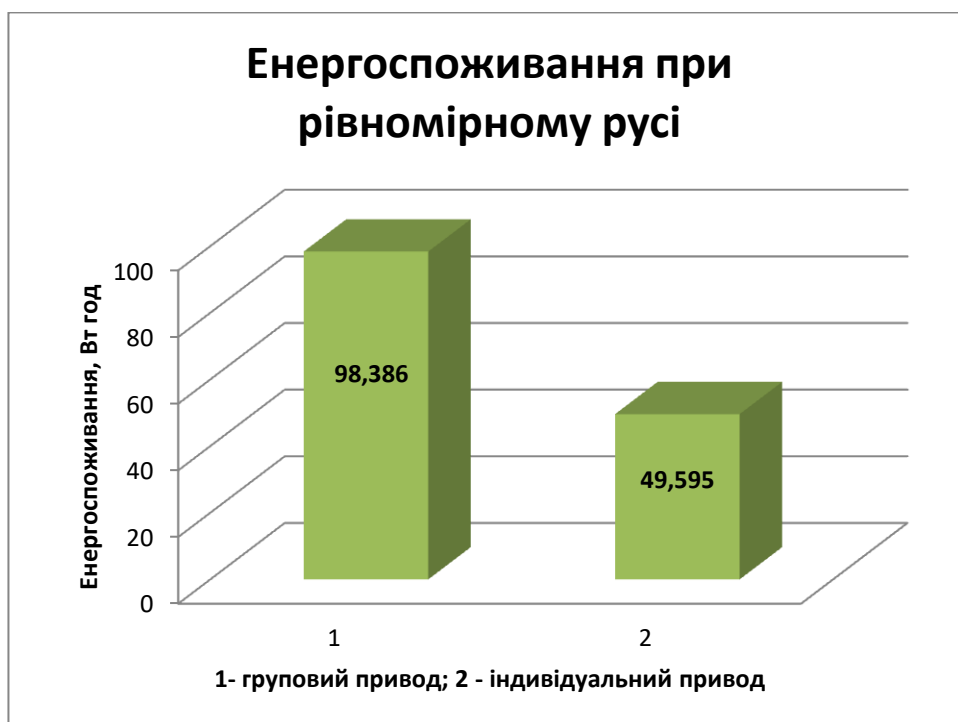


Рисунок 3.4 – Залежність енергоспоживання секції рольгангу рівномірному русі

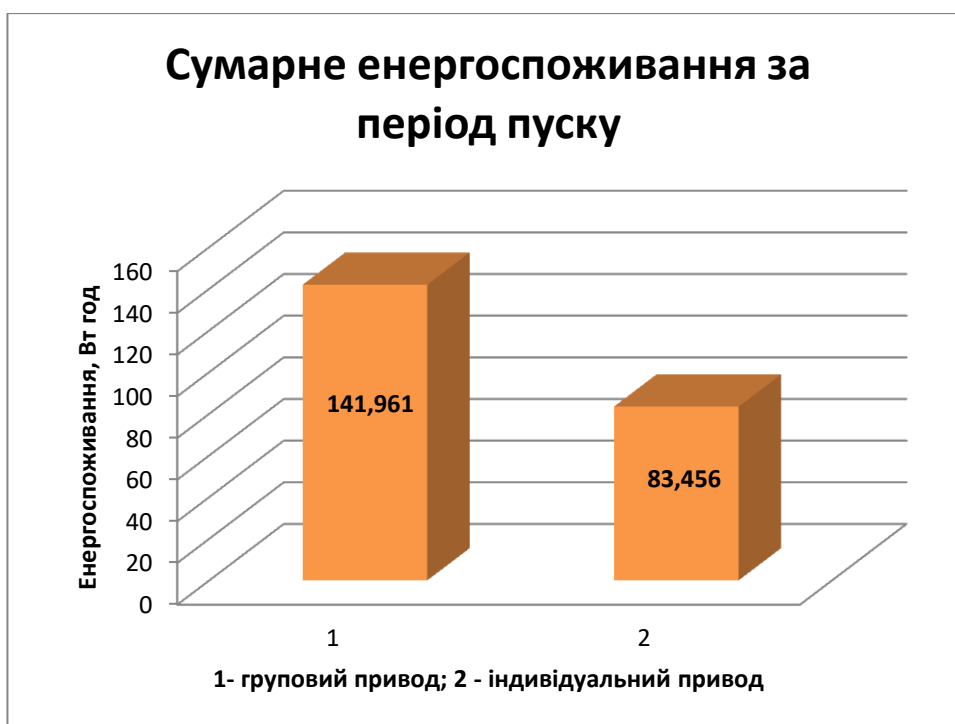


Рисунок 3.5 – Залежність енергоспоживання секції рольгангу за період пуску

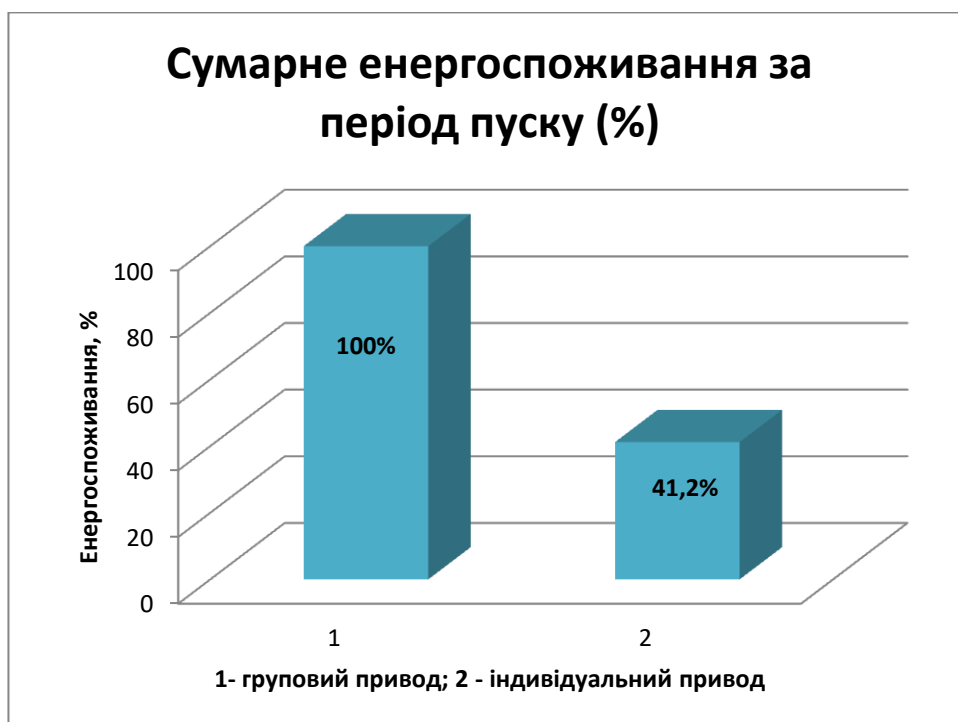


Рисунок 3.6 – Залежність енергоспоживання секції рольгангу за період пуску у % (за 100% взято споживання секції рольганга з груповим приводом)

3.3 Висновки по розділу

1. У розділі проведено огляд основних кроків подальшого розвитку конвеєрних машин, серед можливо виділити наступні:

- створення машин для безперевантажувального транспорту вантажів від початкового до кінцевого пунктів призначення;

- підвищення продуктивності конвеєрних установок шляхом вибору найбільш раціональної форми несучого елемента конвеєра, а також шляхом підвищення швидкості несучих елементів;

- підвищення надійності машин і спрощення їхнього обслуговування;

- впровадження автоматизованих систем керування з використанням ЕОМ;

- зниження маси й зменшення габаритних розмірів конвеєрів за рахунок принципово нових, полегшених конструкцій машин, вузлів, широкого застосування легких сплавів;

- уніфікація й нормалізація устаткування з одночасним збільшенням кількості його типорозмірів;

- підвищення якості й культури виробництва машин за рахунок широкого застосування методів передової технології й технічної естетики.

2. Проведено дослідження параметрів енергоспоживання секції рольгангу в залежності від типу використаного привода, аналіз вказує на доцільність використання приводів з індивідуальним приводом для зменшення енергоспоживання, збільшення надійності роботи секції та лінії транспортування в цілому.

3. Розрахунки вказують, що зменшення енергоспоживання можливо досягнути на рівні 60% від попереднього рівня.

4. Впровадження та використання індивідуальних частото-регульованих приводів доцільне та обґрунтоване.

4. Розрахунок найбільш навантажених вузлів та деталей транспортного рольгангу

4.1 Розрахунок навантажень і вибір мотор-редуктора

Вихідні дані до розрахунку

- довжина сляба $L=7800\text{мм};$
- товщина сляба $t=200\text{ мм};$
- ширина сляба $B=1500\text{мм}.$

Розрахунок проведемо за методикою наведеною в [15].

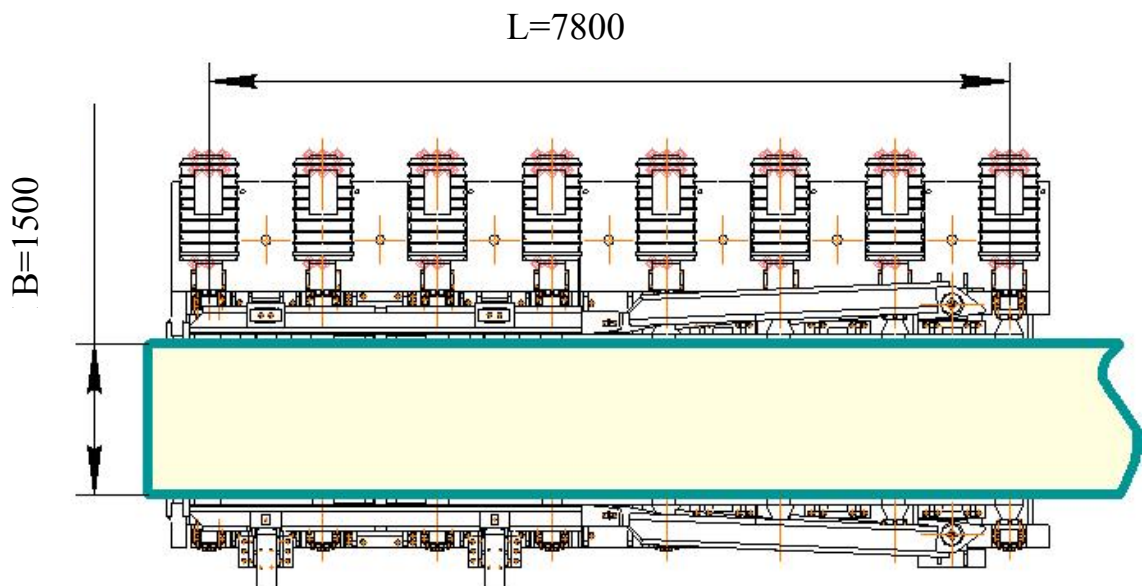


Рисунок 4.1- Схема руху максимального розміру сляба по рольгангу

Визначимо вагу матеріалу, що транспортуємо (сляб):

$$Q_0 = m \cdot g, \quad (4.1)$$

де m - маса транспортуємого сляба (на секції рольгангу), $m=18250\text{ кг};$

g - прискорення вільного падіння, м/с^2 ; $g=9,8\text{ м/с}^2$;

$$Q_0 = 18250 \cdot 9,8 = 179030\text{Н}.$$

Момент і потужність привода роликів рольганга визначають із обліком трьох факторів:

а) втрат на тертя в підшипниках при пересуванні металу по рольгангу [15]:

$$M_{\text{тр}} = (Q + n \cdot G) \cdot \mu_{\text{п}} \cdot \frac{d_{\text{п}}}{2}, \quad (4.2)$$

де Q - вага металу, що доводиться на один ролик;

G - вага самого ролика, $G=2380$ кг;

n - число роликів, що працюють від одного електродвигуна; $n=1$;

$\mu_{\text{п}}$ - коефіцієнт тертя в підшипникових опорах ролика [15];

$\mu_{\text{п}}=0,015$;

$d_{\text{п}}$ - діаметр тертя в підшипникових опорах, мм; $d_{\text{п}}=240$ мм

б) можливого буксування роликів по металу при випадковому упорі металу в перешкоду, наприклад у напрямні лінійки, установлені по довжині рольганга [10]:

$$M_{\text{бук}} = Q \cdot \mu_{\text{б}} \cdot \frac{d}{2}, \quad (4.3)$$

де Q - вага металу, що доводиться на один ролик;

d - діаметр бочки ролика, мм; $d=400$ мм;

$\mu_{\text{б}}$ - коефіцієнт тертя ролика при буксуванні [15] по гарячому металу

$\mu_{\text{б}}=0,3$;

в) можливості транспортування металу із прискоренням, для чого до роликів необхідно прикласти динамічний момент [15]:

$$M_{\text{дин}} = J \cdot \varepsilon, \quad (4.4)$$

де J - момент інерції мас, що обертаються із прискоренням, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

ε - кутове прискорення маси, що обертається, с^{-2} .

У формулах позначено:

Q - вага металу, що доводиться на один ролик, Н; $Q = \frac{Q_0}{n_p}$,

де n_p - кількість роликів рольгангу, $n_p=10$;

$$Q = \frac{179030}{10} = 17903 \text{ Н};$$

G - вага самого ролика, Н; $G = m_p \cdot g$,

де m_p - маса ролика, $m_p=2380$ кг;

$$G = 2380 \cdot 9,81 = 23350 \text{ Н};$$

Підставимо всі значення і одержимо:

$$M_{\text{ТР}} = (17903 + 1 \cdot 23350) \cdot 0,015 \cdot \frac{0,24}{2} = 75 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{БУК}} = 17903 \cdot 0,3 \cdot \frac{0,4}{2} = 1075 \text{ Нм}.$$

Статичне навантаження привода буде дорівнювати:

$$M_{\text{СТ}} = M_{\text{ТР}} + M_{\text{БУК}}, \quad (4.5)$$

$$M_{\text{СТ}} = 74 + 1075 = 1150 \text{ Нм}.$$

При прискоренні обертання роликів рольганга метал, що перебуває на них, рухається із прискоренням поступово. Для приведення моменту інерції металу, що рухається поступово, до осей обертання ролика будемо вважати, що маса металу прикладена до точки на дотичній ролика. Тоді динамічний момент

для розгону самих роликів і металу, що перебуває на них, буде дорівнювати [15]:

$$M_{\text{дин}} = \frac{1}{4} \cdot (m_p \cdot d^2 + m_M \cdot d^2) \cdot \varepsilon, \quad (4.6)$$

де m_M - маса металу що доводиться на один ролик, $m_M = 18250/10 = 1825 \text{ кг}$.

Кутове прискорення роликів можна виразити через прискорення металу, що рухається по ним поступово:

$$\varepsilon = \frac{J}{r} = \frac{2 \cdot J}{d}, \quad (4.7)$$

де j - прискорення металу, що рухається по роликах поступально, $j=0,3 \text{ м/с}^2$;

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot 0,3}{0,4} = 1,5 \text{ с}^{-2};$$

$$M_{\text{дин}} = \frac{1}{4} \cdot (2380 \cdot 0,4^2 + 1825 \cdot 0,4^2) \cdot 1,5 = 250 \text{ Нм}.$$

Таким чином, сумарний момент привода ролика рольганга буде дорівнювати [16]:

$$M_{\text{рол}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{дин}}, \quad (4.8)$$

$$M_{\text{рол}} = 1150 + 250 = 1400 \text{ Нм}.$$

Потужність необхідна для обертання ролика рольганга [15]:

$$N_{\text{рол}} = M_{\text{рол}} \cdot \omega_p, \quad (4.9)$$

де $M_{\text{РОЛ}}$ – сумарний момент привода ролика рольганга, $M_{\text{РОЛ}}=1400$ Нм;
 ω_p - кутова швидкість обертання ролика, с^{-1} ,

$$\omega_p = \frac{V}{0,5 \cdot d},$$

V - швидкість руху металу по рольгангу, $V=1,8$ м/с;

$$\omega_p = \frac{1,8}{0,5 \cdot 0,4} = 9 \text{ с}^{-1};$$

$$N_{\text{РОЛ}} = 1400 \cdot 9 = 12600 \text{ Вт} = 12,6 \text{ кВт}.$$

Потужність двигуна для привода ролика складе [14]:

$$N_{\text{ДВ}} = \frac{N_{\text{РОЛ}}}{\eta}, \quad (4.10)$$

де $N_{\text{РОЛ}}$ - потужність необхідна для обертання ролика рольганга,

$$N_{\text{РОЛ}} = 12,6 \text{ кВт};$$

η – коефіцієнт корисної дії передачі від двигуна до ролика; $\eta = 0,85$;

$$N_{\text{ДВ}} = \frac{12,6}{0,85} = 14,8 \text{ кВт}.$$

Частота обертання ролика визначається по формулі:

$$n = 30 \cdot \frac{\omega_p}{\pi} = 30 \cdot \frac{9}{3,14} = 86 \text{ хв}^{-1}.$$

За розрахованими параметрами приймаємо мотор-редуктор типу 9-240 (“Cubex”) з параметрами, $i_p=17$; $n_1=500 \text{ хв}^{-1}$; $n_2=29 \text{ хв}^{-1}$; $M_H=345 \text{ Нм}$, $P=18 \text{ кВт}$, $RD=0,65$; $FS=0,85$.

4.2 Вибір поєднувальної муфти

Муфту вибираємо виходячи зі значення максимального крутного моменту (за ГОСТ 50895-96) який можна знайти по формулі:

$$M_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\omega_p}, \quad (4.11)$$

де $N_{\text{дв}}$ -потужність електродвигуна, $N_{\text{дв}}=18 \text{ кВт}$;

ω_p - кутова швидкість обертання ролика, $\omega_p = 9 \text{ с}^{-1}$.

$$M_{\text{кр}} = \frac{18 \cdot 10^3}{9} = 2000 \text{ Нм}.$$

Вибираємо муфту зубчасту з умови $[M_{\text{кр}}] \geq M_{\text{кр}}$, а також з урахуванням посадкового діаметру шийки ролика, розмір якої становить $\varnothing 240 \text{ мм}$, за довідником приймаємо муфту зубчасту Муфта 11-220-250-1У2 ГОСТ 50895-96 з посадковим діаметром $d_1=240 \text{ мм}$ з можливістю передачі крутного моменту $[M_{\text{кр}}] = 50 \text{ кНм}$.

У муфті виникають пружні сили які можна визначити по формулі:

$$F_M = (0,1 \dots 0,2) \cdot M_{\text{кр}}, \quad (4.12)$$

$$F_M = (0,1 \dots 0,2) \cdot 50 = (5 \dots 10) \text{ кН}.$$

4.3 Розрахунок ролика рольганга на міцність

Конструктивно ролик рольганга являє собою двох опорну балку не постійного, а змінного перетину.

Для врахування різної міцності цапф і проміжних ділянок між цапфами й бочкою ролика представимо ролик триступінчастим.

Вагу сляба, що доводиться на один ролик можна знайти з формули:

$$Q_{\text{рол}} = \frac{Q_0}{n_p}, \quad (4.13)$$

де Q_0 - вага металу, що транспортується, $Q_0 = 179030\text{Н}$,

n_p - кількість роликів, $n_p=10$;

$$Q_{\text{рол}} = \frac{179030}{10} = 17903\text{Н}.$$

Розподілене навантаження на ролик визначимо з формули:

$$q_{\text{рол}} = \frac{Q_{\text{рол}}}{L_B}, \quad (4.14)$$

де L_B - довжина бочки ролика на яку діє розподілене навантаження, $L_B=1,55\text{м}$;

$$q_{\text{рол}} = \frac{17903}{1,55} = 11550 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Так само при розрахунку варто врахувати силу від впливу муфти $F_M = 1,6\text{кН}$.

Досвідом встановлено, що під час роботи ролики рольгангів можуть випробувати динамічне (ударне) навантаження, яке в 25-50 разів більше за статичне (від ваги вантажу що транспортується) [17].

Враховуючи це можна записати

$$Q_{pд} = Q_p \cdot k = 17903 \cdot 50 = 895150 \text{Н};$$

$$q_{pд} = q_p \cdot k = 11550 \cdot 50 = 577500 \text{Н/м}.$$

Реакції опор:

$$\Sigma M_A = 0;$$

$$-F_M \cdot 0,29 + Q_{пол} \cdot 1,195 - R_B \cdot 2,3 = 0;$$

$$R_B = \frac{-F_M \cdot 0,29 + Q_{пол} \cdot 1,195}{2,3},$$

$$R_B = \frac{-5000 \cdot 0,29 + 895150 \cdot 1,195}{2,3} = 821500 \text{Н}.$$

$$\Sigma M_B = 0;$$

$$-F_M \cdot 2,59 - Q_{пол} \cdot 1,15 + R_A \cdot 2,3 = 0;$$

$$R_A = \frac{F_M \cdot 2,59 + Q_{пол} \cdot 1,15}{2,3},$$

$$R_A = \frac{5000 \cdot 2,59 + 895150 \cdot 1,15}{2,3} = 78600 \text{Н}.$$

Перевірка:

$$\Sigma Y = R_A + R_B - F_M - Q_{пол} = 0;$$

$$\Sigma Y = 78600 + 821500 - 5000 - 895150 = 0;$$

Моменти вигину становлять:

$$M_A = -F_M \cdot 0,29;$$

$$M_A = -5 \cdot 0,29 = -1,45 \text{кНм};$$

$$M_D = -F_M \cdot (0,29 + 0,375) + R_A \cdot 0,375 ;$$

$$M_D = -5 \cdot (0,29 + 0,375) + 78,6 \cdot 0,375 = 26,15 \text{кНм} ;$$

$$M_E = R_B \cdot 0,375 ;$$

$$M_E = 821,5 \cdot 0,375 = 308,06 \text{кНм} ;$$

$$M_C = R_B \cdot (0,375 + \frac{1}{2}) - q_{\text{рол}} \cdot \frac{l^2}{8} ;$$

$$M_C = 821,5 \cdot (0,375 + \frac{1,55}{2}) - 577,5 \cdot \frac{1,55^2}{8} = 771,29 \text{кНм} .$$

Максимальне напруження вигину посередині бочки ролика, перетин I:

$$\sigma_{\text{виг}} = \frac{M_{\text{виг}}}{W_{\text{виг}}} = \frac{M_{\text{виг}}}{0,1 \cdot D^3} \leq [\sigma_{\text{виг}}] , \quad (4.15)$$

де $M_{\text{виг}}$ – максимальний момент вигину в небезпечному перетині,
 $M_{\text{виг}}=M_C=771,29$ кНм;

$W_{\text{виг}}$ - момент опору перетину вигину;

D – діаметр небезпечного перетину, $D=0,4$ м;

$[\sigma_{\text{виг}}]$ - допустиме напруження вигину.

Для сталі 40Х $[\sigma_{\text{виг}}]=220$ МПа [14].

$$\sigma_{\text{виг}} = \frac{771,29}{0,1 \cdot 0,4^3} = 120 \text{МПа} < [\sigma_{\text{виг}}] = 220 \text{МПа} .$$

Максимальне напруження кручення на хвостовику ролика, перетин II:

$$\tau_{\text{кр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}} = \frac{M_{\text{кр}}}{0,2 \cdot D^3} \leq [\tau_{\text{кр}}] , \quad (4.16)$$

де $M_{кр}$ – максимальний момент кручення в небезпечному перетині,
 $M_{кр}=2000\text{Нм}$;

$W_{кр}$ - момент опору перетину крученню;

D – діаметр небезпечного перетину, $D=0,4\text{ м}$;

$[\tau_{кр}]$ - допустиме напруження кручення.

Для сталі 40X $[\tau_{кр}]=180\text{ МПа}$ [14].

$$\tau_{кр} = \frac{2000}{0,2 \cdot 0,4^3} = 156\text{МПа} < [\tau_{кр}] = 180\text{МПа} .$$

Умови міцності ролика рольганга для небезпечних перетинів виконані.

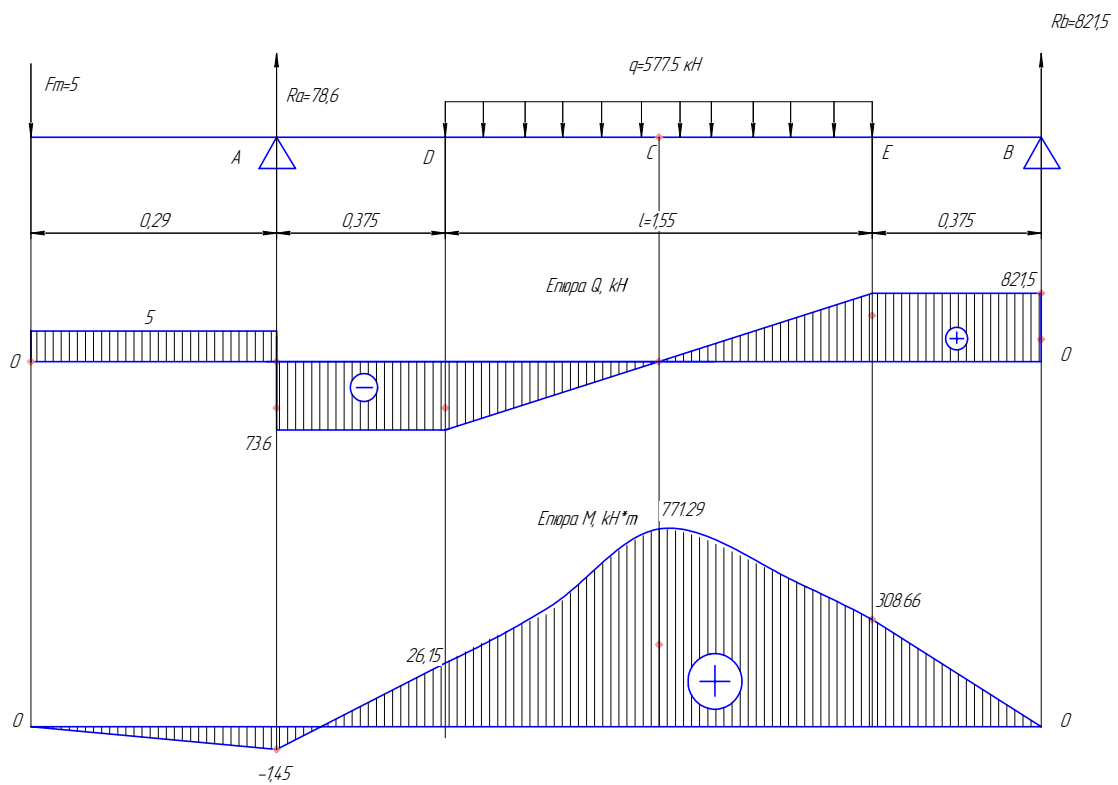


Рисунок 4.9- Епюри поздовжніх сил і моментів вигину

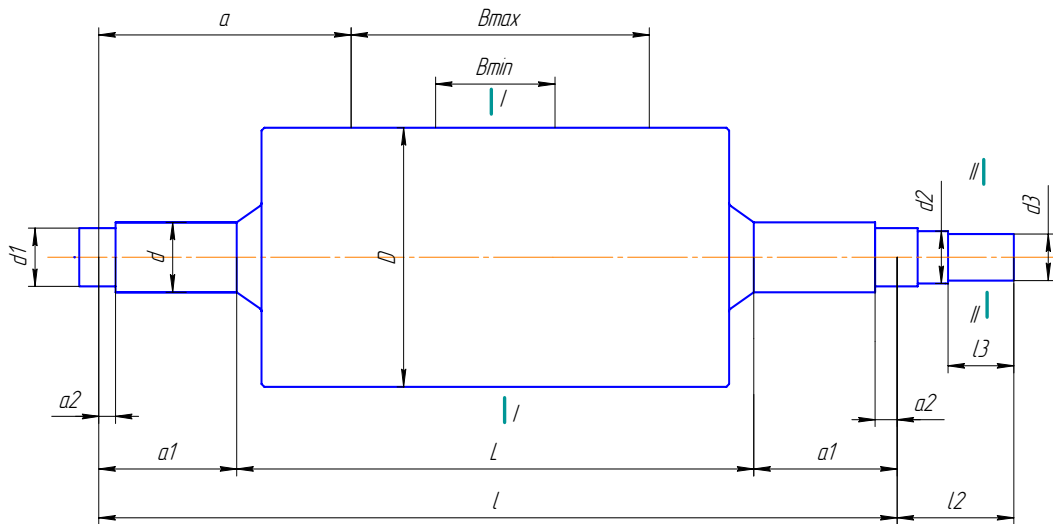


Рисунок 4.10 – Схема до розрахунку ролика

4.4 Перевірка шпоночного з'єднання

Таблиця 4.2 - Параметри шпонкового з'єднання [13]

Ділянка	Діаметр, мм	Крутний момент, Н·м	Розміри шпонки, мм		
			b×h×l	t ₁	t ₂
ХВОСТОВИК	d _x =240	T=2000	56×48×250	12,4	11,8

Приймаємо призматичні шпонки виконання В із плоскими торцями.

Перевірка шпонки на зминання:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d_x \cdot t_2 \cdot l_p} < [\sigma_{\text{см}}], \quad (4.17)$$

де $[\sigma_{\text{см}}] = 150$ МПа - допустиме напруження на зминання [12];

$t_2 = 11,8$ мм - глибина паза на втулці;

$l = 138$ мм – робоча довжина шпонки.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 10^3}{240 \cdot 11,8 \cdot 138} = 10,2 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{см}}] = 150 \text{ МПа} .$$

Перевірка шпонки на зріз:

$$\tau_{\text{сп}} = \frac{2 \cdot T \cdot 10^3}{d \cdot b \cdot l_p} \leq [\tau_{\text{сп}}], \quad (4.18)$$

де $[\tau_{\text{сп}}] = 90 \text{ МПа}$ - допустиме напруження на зріз [12].

$$\tau_{\text{сп}} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 10^3}{240 \cdot 56 \cdot 138} = 2,9 \text{ МПа} < [\tau_{\text{сп}}] = 90 \text{ МПа} .$$

Обрана шпонка задовільняє умовам зминання й зрізу.

5. Охорона праці та техногенна безпека

5.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Прокатне виробництво характеризується складністю й різноманітністю механічного встаткування, у зв'язку, із чим у виробничому процесі в основному мають місце небезпечні фізичні фактори; фізико-хімічні фактори є основними тільки при нагріванні металу перед прокаткою й вогневому зачищенню поверхні прокату.

Інструкція з охорони праці для робітників механослужби обтискного цеху встановлює вимоги безпеки при виконанні робітниками та службовцями покладених на них обов'язків, а також безпечного поведіння на робочих місцях і території цеху.

Досить повне подання про рівень механізації можна одержати шляхом певних витрат механічної й ручної праці:

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

де B - рівень механізації праці, %;

M - сума людино-годин механізованої праці;

R - сума людино-годин ручної праці.

- для слюсаря ремонтника:

$$B = \frac{3}{5 + 3} \cdot 100\% = 37,5\%$$

Результати розрахунків рівня механізації праці для інших професій представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахунок рівня механізації праці

№ п/п	Професія робітників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино-годин у добу			% механізованої праці	% ручної праці
			Вручну	За допомогою машин	Усього		
1	Електрогазо-зварювальник	3	$6 \cdot 3 = 18$	$2 \cdot 3 = 6$	24	25	75
2	Слюсар ремонтник	4	$5 \cdot 4 = 20$	$3 \cdot 4 = 12$	32	37,5	62,5
3	Електрик	5	$5 \cdot 5 = 25$	$3 \cdot 5 = 15$	40	37,5	62,5
4	Оператор	3	$0,8 \cdot 3 = 2,4$	$7,2 \cdot 3 = 21,6$	24	90	10
5	Крановий машиніст	3	$0,5 \cdot 3 = 1,5$	$7,5 \cdot 3 = 22,5$	24	93,75	6,25

З даних розрахунку рівня механізації можна дати висновок, що у виробництві використовується ручний та механізований та труд:

- до професій ручної праці (<40% механізації) відносяться - електрогазо-зварювальники, слюсаря, електрики;

- до професій механізованої праці (>60% механізації) відносяться – оператори та кранові машиністи.

5.2 Аналіз потенційних-небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища

Основними шкідливими й небезпечними факторами в цеху є: шум, вібрація, надлишкові теплові виділення, механічне устаткування - робоча кліть стану, ножиці, рольганги; запиленість і загазованість на деяких робочих ділянках; електронезбезпечність; імовірність падіння вантажів із кранів.

Ступінь безпеки виробничого процесу при гарячій прокатці значно вище, ніж при холодній, що зумовлено високою температурою металу, що прокочують. Додатковими небезпечними факторами при гарячій прокатці є температурний режим нагрівання, режим прокатки, швидкість його охолодження при деформації й т.д. При різанні металу на ножицях небезпечними є локальні зони що рухаються й обертаються частин механізму. Значно підвищує фактор небез-

пеки процесу використання в потоці машин вогневого зачищення металу. При вогневому зачищенні можливий вибух газів. Інші технологічні операції (охолодження, таврування, складування металу) особливого впливу на рівень безпеки технологічного процесу не роблять.

Розглянемо карту умов праці слюсарі ремонтника, (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 - Технологічна карта умов праці для чергового й ремонтного слюсаря

Фактори	Нормативне значення, ГДК, ГДУ	Фактичне значення	III клас шкідливих і небезпечних умов, і характер праці			Час дії фактора % у зміну
			1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
I. Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³						
1 клас небезпеки						
Ангідрид хромовий	0,01	0,05	5р			83,1
Марганцю оксид	0,05	0,27			5,4	83,1
2 клас небезпеки						
Мідь	1	1,2	1,2р			83,1
3 клас небезпеки						
Ангідрид сірчистий	10	26	2,6 р			83,1
Азоту оксид	5	29,3		5,86р		83,1
Азоту диоксид	2	8,2		4,1р		83,1
II. Пил переважно фіброгенного дії, мг/м ³						
Зміст кремнію диоксида – 2...10%	4,0	172,2			43р	83,1
III. Шум, дБА						
	80	109	29			100
IV. Мікроклімат у приміщенні						
- температура повітря, °С	20	30			10	83,1
- швидкість руху повітря, м/сек	0,6	0,86				83,1
- інфрачервоне излучение, Вт/м ²	140	654		4,7		79,8
Важкість праці	Пб					
Напруженність праці	напружений рівень					
Кількість факторів			4	3	3	

Висновок

На робочому місці присутнє 4 фактори 1-го ступеня шкідливості умов праці, 3 фактори 2-го ступені та 3 фактори 3 ступеня, що говорить про особливо важкі й особливо шкідливих умовах праці. Характер й умови праці відносяться до III класу 3-й ступеня.

Передбачено наступні пільги:

- пенсійне забезпечення - список №1;
- доплати становлять - 24%;
- додаткові відпустки - 20 днів;
- молоко.

Шкідливості й небезпеки обтискного цеху відносяться до фізичної групи ДСТУ 12.4.103-83. До цієї групи ставляться пил, шум, зміни температури усередині цеху.

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

У таблиці 5.3 наведені фактори виробничого середовища трудового процесу й заходи щодо їхнього усунення, які мають місце на робочому місці.

Шкідливості й небезпеці обтискного цеху ставляться до фізичної групи ДСТУ 12.4.103-83. До цієї групи відносяться пил, шум, зміни температури всередині цеху.

Таблиця 5.3 - Технічні міри захисту від впливу шкідливих факторів виробничого середовища

№ п/п	Небезпечний або шкідливий фактор виробничого середовища	Захисне пристрій	Тип пристрою	Параметри Пристрою	Місце установки
1	Запиленність	Витяжна вентиляція	КСЗ	9235 м ³ /год.	У місцях утворення пилу
2	Запиленність	Респіратор СИЗОД	ШБ-1М	-	Індивідуально
3	Шум	Навушники противошумові, беруши		Придатний до 110дБА	Індивідуально
4	Температура Холодний період	Утеплена куртка, ватяні штани, костюм з х/б тканини, черевики	Тн	-	Індивідуально
	Теплий період року	костюм з х/б тканини, черевики	Ти		
5	Шкідливі хімічні речовини	Теж що й при запиленності + костюм х/б, рукавиці	Пм	-	Індивідуально

Всі працівники цеху безкоштовно забезпечені спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту. До складу спецодягу входять: костюм х/б тканини, черевики, у зимовий час видається утеплена куртка й ватяні штани (ДНАОП 0.00-3.01-98).

Для захисту органів подиху робітником видаються респіратори протипилові типу ШБ - 1М за ДСТУ 12.01.029-80.

Для захисту органів слуху противошумові навушники ДЕСТУ 12.01.029-80 з межею до 110 дБА.

5.4 Технічні рішення по гігієні праці і виробничій санітарії

Мікроклімат.

Під вентиляцією розуміють систему заходів і пристроїв, призначених для забезпечення на робочих місцях, у робочих й обслуговуваних зонах приміщень метеорологічних умов і чистоти повітряного середовища. Залежно від способу переміщення повітря розрізняють природну й механічну вентиляцію.

Для усунення осідання пилу в приміщенні, зменшуючи її кількість у повітрі, все встаткування закрито парасолями (витяжна вентиляція), з'єднаними за допомогою воздуховодів із пристроями для очищення повітря, що видаляється. Також у прольоті ділянки використовують природну вентиляцію повітря. У такому виді вентиляції повітря надходить і видаляється через щілини вікна, двері, ворота, ліхтарі.

Опалення побутових приміщень здійснюється за допомогою панелей (батареї) у які як теплоносій використовують пару з температурою до 120⁰С. Опалення побутових приміщень здійснюється від цеху тепловодозабезпечення.

Дієвим засобом забезпечення необхідних гігієнічних якостей повітря, що сприяють нормальній роботі, і відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99 передбачена вентиляція деяких робочих місць. Норми мікроклімату на постійних робочих місцях зазначені в таблиці 7.4.

Таблиця 5.4 –Значення допустимих параметрів повітряного середовища у робочій зоні приміщень

Період року	Категорія роботи з по важкості	Період року			Температура повітря в не- постійних робочих місць, °С
		на постійних робочих місцях			
		темпера- тура повіт- ря, °С	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повіт- ря, м/с	
Холодний	Середньої важкості ІІБ	21	75	0,2	15
Холодний	Важка ІІІ	19	75	0,3	13
Теплий	Середньої важкості ІІБ	27	70	0,4	21
Теплий	Важка ІІІ	26	75	0,5	19

Освітлення виробничих приміщень.

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональ- не освітлення. Незадовільне освітлення заважає проведенню робіт, веде до зниження продуктивності праці й працездатності очей і може бути причиною їх захворювань.

Характеристика приміщення ливарної ділянки:

- характер робіт	середня точність
- розмір об'єкта розпізнавання, мм	від 1 до 5
- розряд зорової роботи	V
- подразряд роботи	B
- контрастність об'єкта розпізнавання	середня
- фон	середній
- E_H – штучна, лк	150

Для ремонту устаткування передбачене штучне освітлення.

В цеху штучне освітлення проектується двох систем: загальне (рівномір- не або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального висвітлення додається місцеве. Застосування одного місце- вого висвітлення не допускається, тому що різкий контраст між яскраво освіт-

леними й неосвітленими місцями стомлює очі сповільнює швидкість роботи й нерідко є причиною нещасних випадків. На ділянці є дугові ртутні лампи типу ДРЛ-400, ДРЛ-100 і світильники типу: «Універсаль», «Глибоковипромінювачь», а також «Астра».

На ділянці використовується природне й штучне освітлення.

Прийнята система природного освітлення - бічна.

Слюсар повинен мати V розряд зорової роботи. При загальній системі освітлення освітленість становить $E = 150$ лк.

Природне освітлення нормується. Основним показником нормування служить коефіцієнт природної освітленості (КПО).

Місто Запоріжжя перебуває в 4 поясі світлового клімату, тому КПО для нього буде обчислюватися по формулі:

$$\text{КПО}_n^4 = \text{КПО}_n^3 \cdot m \cdot e = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 1,38\%, \quad (5.2)$$

де КПО_n^3 - значення КПО для 3 пояси світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового клімату;

e - коефіцієнт сонячності клімату.

Освітленість повинна бути забезпечена не менш 75% максимуму, що досягається застосуванням комбінованого освітлення.

Виробничий шум.

По походженню шум буває механічний, виникаючий у результаті тертя вузлів і деталей механізмів і машин на холостому й робочому ході; аэрогидродинамічний, що виникає при великих швидкостях руху потоків повітря, газів, рідин; імпульсний, виникаючий у результаті зіткнення твердих тіл; термічний, генеруємый при згоранні газоподібного палива у форсуночних пристроях.

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 перенапруги центральної нервової системи й розладу функцій внутрішніх органів і систем людини.

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

Рівень шуму не перевищує норми завдяки тому, що всі агрегати, що створюють вібрації (робочі машини, двигуни, вентилятори й т.п.), установлюють на самостійних фундаментах, віброізованих від підлоги й інших конструкцій будинків, або на спеціально розрахованих амортизаторах зі сталевих пружин або пружних матеріалів. Для ослаблення передачі вібрацій і шуму по повітряним і трубопроводам приєднання їх до вентиляторів і насосів виробляється за допомогою гнучкої вставки із прогумованої тканини або гумового патрубку.

Виробничі випромінювання.

Температурний режим у виробничих приміщеннях або в ізованих 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, надлишкове тепло, нагріває повітря робочих приміщень.

Робітники обтискного цеху 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 й ін.; теплоізоляцію й охолодження робочих місць (постів керування, кабін машиністів кранів й ін.); природну й механічну вентиляцію; повітряне охолодження замкнутих просторів печей, що перебувають у ремонті; 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.

5.5 Засоби пожежної безпеки

Ділянка має категорію пожежонебезпеці А и В (негорючі речовини розпечені або розплавлені, і горючі речовини, що спалюються або утилізуються як паливо). Будівля ділянки стана слябінг відноситься до II ступеня вогнестійкості (будівля з несучими й конструкціями, що обгороджують, із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів).

Вогнестійкість конструкцій:

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

До первинних засобів пожежогасіння в цеху відносять: вогнегасники ВВ-5(25 шт), ВВ-10 (47 шт.), ВВП-10 (35 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.

5.6 Інженерний розрахунок аерації станового прольоту

Метою розрахунку аерації цеху є визначення необхідної площі аераційних прорізів для забезпечення заданої температури повітря в робочій зоні. Розрахунок аерації проводиться для несприятливого режиму роботи, що відповідає відсутності вітру й для теплого періоду року.

Вихідними даними є: кількість надлишкового тепла, виділюваного в цеху $W_{\text{изб}} = 12000$ кДж/с; кількість питомих надлишкових теплових виділень $W_0 = 150$ Дж/с; відстань між центрами проточних і витяжних отворів $H = 21$ м; висота від рівня підлоги до площини робочої зони $h_{\text{рз}} = 1,5$ м; температура припливного повітря $t_{\text{пр}} = 27^\circ\text{C}$; надлишкова температура повітря в робочій зоні $\Delta t_{\text{рз}} = 5^\circ\text{C}$.

1 Визначимо температуру повітря, що надходить:

$$t_{\text{yx}} = \frac{\pi \cdot W_0^{2/9} \cdot \Delta t_{\text{рз}}^{2/3} \cdot h_{\text{рз}}^{2/9}}{H^{1/9}} + t_{\text{пр}}, \quad (5.3)$$

Підставимо вихідні дані у вираження (7.3), одержимо:

$$t_{\text{yx}} = \frac{3,14 \cdot 150^{2/9} \cdot 5^{2/3} \cdot 1,5^{2/9}}{21^{1/9}} + 27 = 48^\circ\text{C}.$$

2 Кількість припливного повітря, необхідного для асиміляції надлишків тепла:

$$G = \frac{W_{\text{изб}}}{0,24 \cdot (t_{\text{yx}} - t_{\text{np}})}, \quad (5.4)$$

Підставивши значення в (7.4), одержимо:

$$G = \frac{12000}{0,24 \cdot (48 - 27)} = 23800 \frac{\text{Н}}{\text{с}}.$$

3 Розподіляємо повітрообмін між проточними отворами дорівнює:

$$\begin{aligned} G_3 &= G_1; & G_3 + G_1 &= 23800\text{Н} \\ G_2 &= G_2' \end{aligned}$$

де G_1, G_3 – маси повітря, що проходять через проточні отвори;

G_2, G_2' - маси повітря, що проходять через витяжні отвори.

4 Середня температура в цеху:

$$t_{\text{cp}} = \frac{t_{\text{yx}} + t_{\text{np}}}{2}, \quad (5.5)$$

$$t_{\text{cp}} = \frac{48 + 27}{2} = 37,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Середня щільність повітря в цеху:

$$\gamma_{\text{cp}} = 11,404 \frac{\text{Н}}{\text{М}^3}.$$

5 Визначаємо площу отворів при відсутності вітру:

Розташовуваний тиск:

$$\Delta p_{\text{T}} = H \cdot (\gamma_{\text{np}} - \gamma_{\text{yx}}), \quad (5.6)$$

де $\gamma_{yx} = 11,05 \text{ Н/м}^3$ – щільність повітря, що видаляється;

$\gamma_{np} = 11,97 \text{ Н/м}^3$ - щільність припливного повітря.

$$\Delta p_T = 21 \cdot (11,97 - 11,05) = 19,32 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}. \quad (5.7)$$

Приймаючи різницю тисків на рівні нижніх отворів однакової, маємо:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = \frac{\Delta p_T}{2} = \frac{19,32}{2} = 9,66 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}. \quad (5.8)$$

Виходячи, що $G_1 = G_3$; $G_2 = G'_2$, знаходимо площі проточних і витяжних отворів.

$$F_1 = F_3 = \frac{G_1}{0,64 \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_1 \cdot \gamma_{np}}}, \quad (5.9)$$

де $G_1 = 11900 \text{ Н/с}$ – кількість повітря, що проходить через протяжний отвір;

Δp_1 – різниця тисків на рівнях, Н/м^3 .

$$F_1 = \frac{11900}{0,64 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,66 \cdot 11,97}} = 1222 \text{ м}^2.$$

$$F_2 = F'_2 = \frac{G_2}{0,64 \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_2 \cdot \gamma_{yd}}}, \quad (5.10)$$

Підставивши дані в (7.10), одержимо:

$$F_2 = \frac{11900}{0,64 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,66 \cdot 11,05}} = 1272 \text{ м}^2.$$

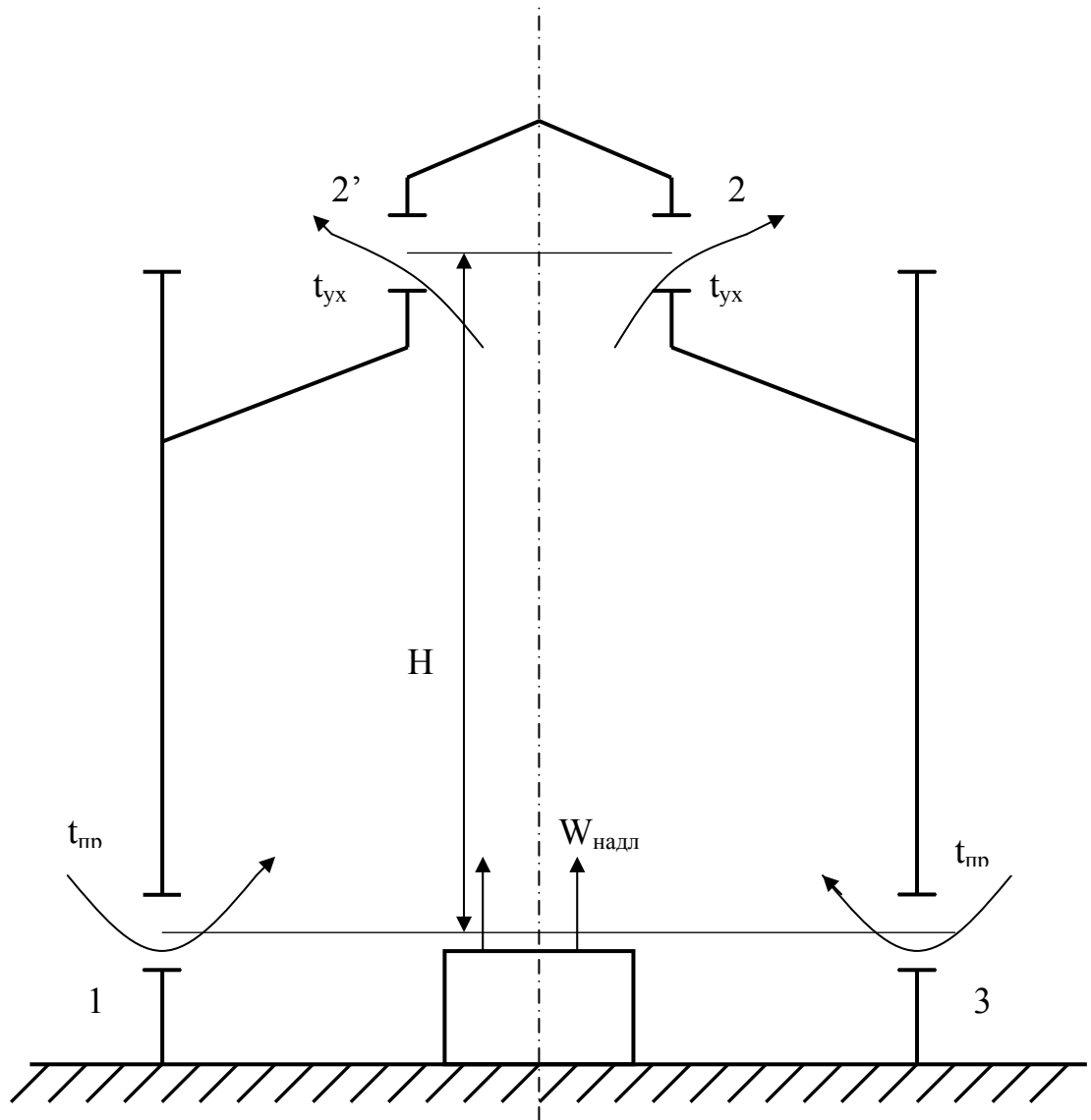


Рисунок 5.1 – Схема аерації прольоту цеха

За результатами розрахунків видно, що для забезпечення прийнятної температури повітря в робочій зоні необхідно щоб площа проточних аераційних прорізів становила мінімум 1222 м^2 , а площа витяжних аераційних прорізів була мінімум 1272 м^2 .

5.7 Техногенна безпека

Для ліквідування аварійних ситуацій в цеху складено план їх ліквідацій (ПЛАС) табл. 5.5.

Таблиця 5.5 - ПЛАС з ліквідації аварійної ситуації

Найменування стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основні принципи аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) і її наслідків	Способи й засоби попередження, локалізації аварії
Вихід параметрів за критичні значення	Перевірка вивченості властивостей застосовуваних речовин, їхній аналіз, виявлення особливо небезпечних речовин, виявлення параметрів, що вказують на небезпеку технологічних процесів і їхніх критичних значень, оцінка достатності оснащення засобами, що виключають вихід параметрів за припустимі межі, їхня ефективність, надійність	Дооснащення технологічних процесів засобами контролю, керування й противоаварійного захисту, підвищення їхньої надійності й ефективності; удосконалюванню технологічних процесів
Зношування, утома матеріалу апарата	Перевірка вивченості корозійних властивостей застосовуваних речовин, наявності даних про швидкість корозії й зношування; відповідність матеріалу устаткування (трубопроводів), захисного покриття, ущільнювальних матеріалів. Наявність умов для механічного ушкодження встаткування (трубопроводів) від зовнішніх і внутрішніх джерел впливу	Застосування устаткування підвищеної надійності, ефективного захисного покриття й захисних пристроїв
Підвищена вібрація	Перевірка надійності й вірності кріплення апаратів, машин, трубопроводів, соосності з'єднань пристроїв, що з'єднуються	Своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізувавши технічну базу і наявні літературні джерела в сфері експлуатації, ремонту та проектування рольгангів, можна зробити висновки:

1. Конвеєрне устаткування має на виробництві велику питому вагу, за різними оцінками складає до 60% від обсягу всього наявного устаткування.

2. Транспортна рольгангова лінія обтискного стану представлена двома типами рольгангів, а саме – транспортними та робочими.

3. Серед подальших кроків з розвитку конвеєрних машин, можливо виділити наступні:

- створення машин для безперевантажувального транспорту вантажів від початкового до кінцевого пунктів призначення;

- підвищення продуктивності конвеєрних установок шляхом вибору найбільш раціональної форми несучого елемента конвеєра, а також шляхом підвищення швидкості несучих елементів;

- підвищення надійності машин і спрощення їхнього обслуговування;

- впровадження автоматизованих систем керування з використанням ЕОМ;

- зниження маси й зменшення габаритних розмірів конвеєрів за рахунок принципово нових, полегшених конструкцій машин, вузлів, широкого застосування легких сплавів;

- уніфікація й нормалізація устаткування з одночасним збільшенням кількості його типорозмірів;

- підвищення якості й культури виробництва машин за рахунок широкого застосування методів передової технології й технічної естетики.

4. Проведене дослідження параметрів енергоспоживання секції рольгангу, в залежності від типу використаного привода, вказує на доцільність використання приводів з індивідуальним приводом для зменшення енергоспоживання, збільшення надійності роботи секції та лінії транспортування в цілому.

5. Розрахунки вказують, що зменшення енергоспоживання можливо досягнути на рівні 60% від попереднього рівня, тобто в порівнянні з використанням групових приводів.

6. Впровадження та використання індивідуальних частото-регульованих приводів доцільне та обґрунтоване.

7. Представлені розрахунки найбільш навантажених вузлів рольгангу вказують на значний запас міцності обладнання.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

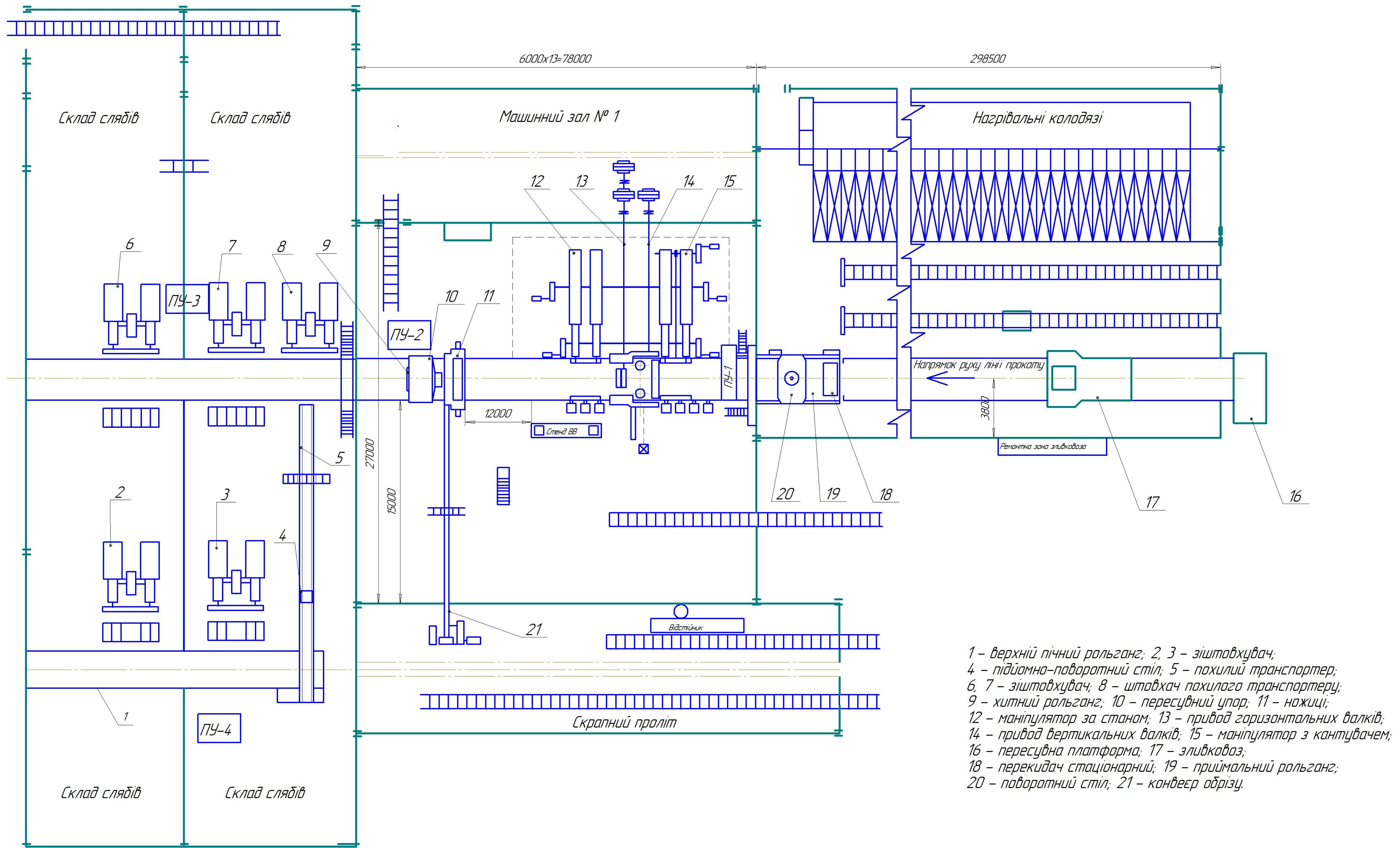
1. Машина та агрегати металургійних заводів. Т. 3. Машина та агрегати для виробництва та обробки прокату: Підручник для вузів/ А. І. Целіков та ін. М.: Металургія, 1988. - 432 с.
2. Королев А.А. Механічне устаткування прокатних цехів чорної та кольорової металургії. М.: Металургія, 1976. 544 с.
3. Седуш В.Я. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин: Підручник. – Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2008. – 379 с.
4. Добронос Ю. К. Конспект лекцій з дисципліни «Механічне обладнання металургійних заводів» для студентів напрямку 133 – «Галузеве машинобудування». Краматорськ: ДДМА, 2019. 82 с.
5. Макогон В.Г., Фомін Г.Г., Гринчук Л.С., Вічок В.С. Технологія листової прокатки. М.: Металургія, 1969. 240 с.
6. Заблонский К.І. Деталі машин: Підручник. – Одеса: Астропринт, 1999. – 404с.
7. Решетов Д.Н. Деталі машин: Підручник для студентів машинобудівних і механічних спеціальностей вузів. - 4-е вид., перероб. і доп. - М.: Машинобудування, 1989. - 496с.
8. Підшипники кочення: Довідник-каталог/ Під ред. В.Н. Нарішкіна та Р.В. Коросташевського. - М.: Машинобудування, 1984. - 280с., іл.
9. Іванченко Ф.К. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів НП/ Ф.К, Іванченко, В.М. Гребеник, В.І. Ширяев – Київ: Вища школа, 1995 - 456с.
10. Ніколаєв В.О, Мазур В.Л. Виробництво плоского прокату. Підручник/ Запоріжжя: ЗДІА, 2010 – 320с.
11. Обладнання прокатних цехів Навчальний посібник для студентів ЗДІА металургійних спеціальностей денної та заочної форми навчання / Укл.М.Г. Прищип, - Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 116с.
12. Прищип М.Г. Обладнання цехів ОМТ МВ до курсового і дипломного проектування– Запоріжжя: ЗДІА, 2014 – 80с.

13. Прицип М.Г.Методичний посібник до виконання курсових робіт з дисципліни ТЛ і КМЦ . НМП– Запоріжжя: ЗДІА, 2002 – 74с.
14. Конспект лекцій з дисципліни «Вступ до спеціальності. Розділ «Обробка металів тиском»» для студентів, які навчаються за напрямком підготовки 050401 "Металургія"освітньо-кваліфікаційних рівнів "бакалавр" всіх форм навчання/Укладачі С.В.Єршов. - Дніпродзержинськ, ДДТУ. - 2015. - 92 с.
15. Абсадигов Б.Н. Розрахунки потужності приводів роликів нового відвідного рольганга/Б.Н. Абсадигов//Вісник КазАТК. - 2008. - №5(54). - с. 64-71.
16. Афанас'єв В.Д. Автоматизований електропривод у прокатному виробництві. - М.: Металургія, 1979. - 280с.
17. Видрін Н.В., Федосеєнко А.С. Автоматизація прокатного виробництва. - М.: Металургія, 1984. - 472с.
18. Козярук А. Е. Методи й засобу підвищення енергоефективності машин і технологій з асинхронними електроприводами/ А.Е.Козярук, Б.Ю.Васильєв.// Вісник Юургу. Серія Енергетика – 2015. - №1. - с. 47 – 53.
19. Н.Х. Давильбеков і ін. А.с. № 1748896 СРСР. МКИ 5 В 21, В 39/00. Відвідний рольганг листопрокатного стану / 4732967/27: Заявлено 01.09.1989. Публ. у Б.І. 23.07.92, Бюл. № 27.
20. Байгунчєков Ж.Ж., Машєков С.А., Абсадигов Б.Н. і ін. Розв'язок про видачу попереднього патенту на винахід «Відвідний рольганг широкоштабового стану» за заявкою № 2005/0529.1 від 28.06.2006 г.
21. Т.Ю.Кєпич та ін.Ісажєв В.Г. Охорона праці в гал. Інженерні рішення практичних задач. Х.: 2005.
22. Ярошевська В.М., Чабан В.І. Охорона праці в галузі. К.: ВД «Професіонал» 2004.
23. Ярошевська В.М. та ін. Словник термінів і понять з безпеки життєдіяльності. - К.: НМЦ, 2004. - 255 с.
24. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці - Львів: Афіша, 2000 - 350 с.

25. Правила улаштування електроустановок, затверджені наказом Міненерго вугілля України від 21.07.2017 № 476.
26. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи): Навчальний посібник. - Кам'янець-Подільський: Буйницький О.А., 2008.- 108 с.
27. Васильчук М.В., Медвідь М.В., Сачков Л.С. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності. - К.: Фенікс, 2000. - 896 с.
28. Зиньковский М. М. Техніка безпеки й виробнича санітарія. Довідник.- М.: Металургія, 1990.- 196 с.
29. Охорона праці. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту./ Укл.: Румянцев В.Р. та інші. -Запоріжжя, 2011.
30. Energy-efficient drives. Answers for industry.–[Siemens AG, 2009].– 15 p.
31. Energy efficiency: Using drives to control motors can lead to big savings [Електроний ресурс].–Режим доступу:<http://new.abb.com/drives/energy-efficiency>.
32. Mirchevski S. Energy efficiency in electric drives/ S. Mirchevski // Electronics. – 2013. – vol.16, no.1 – p.46-49.
33. Waide P. Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems: working paper / P. Waide, BrunnerC. – Paris: International Energy Agency, 2011. – 130 p.
34. Hanitsch R. Energy efficiency electric motors/ R. Mirchevski // World Climate & Energy Event: conference, January 6-11, 2002. – RIO, 2002.
35. Гречаний О. М., Шевченко І.О., Лінник Ю.М. Аналіз існуючих типів конвеєрних машин обтискних прокатних станів та їх подальший розвиток// Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». - Запоріжжя: ЗНУ, 2023. - с.7-11.

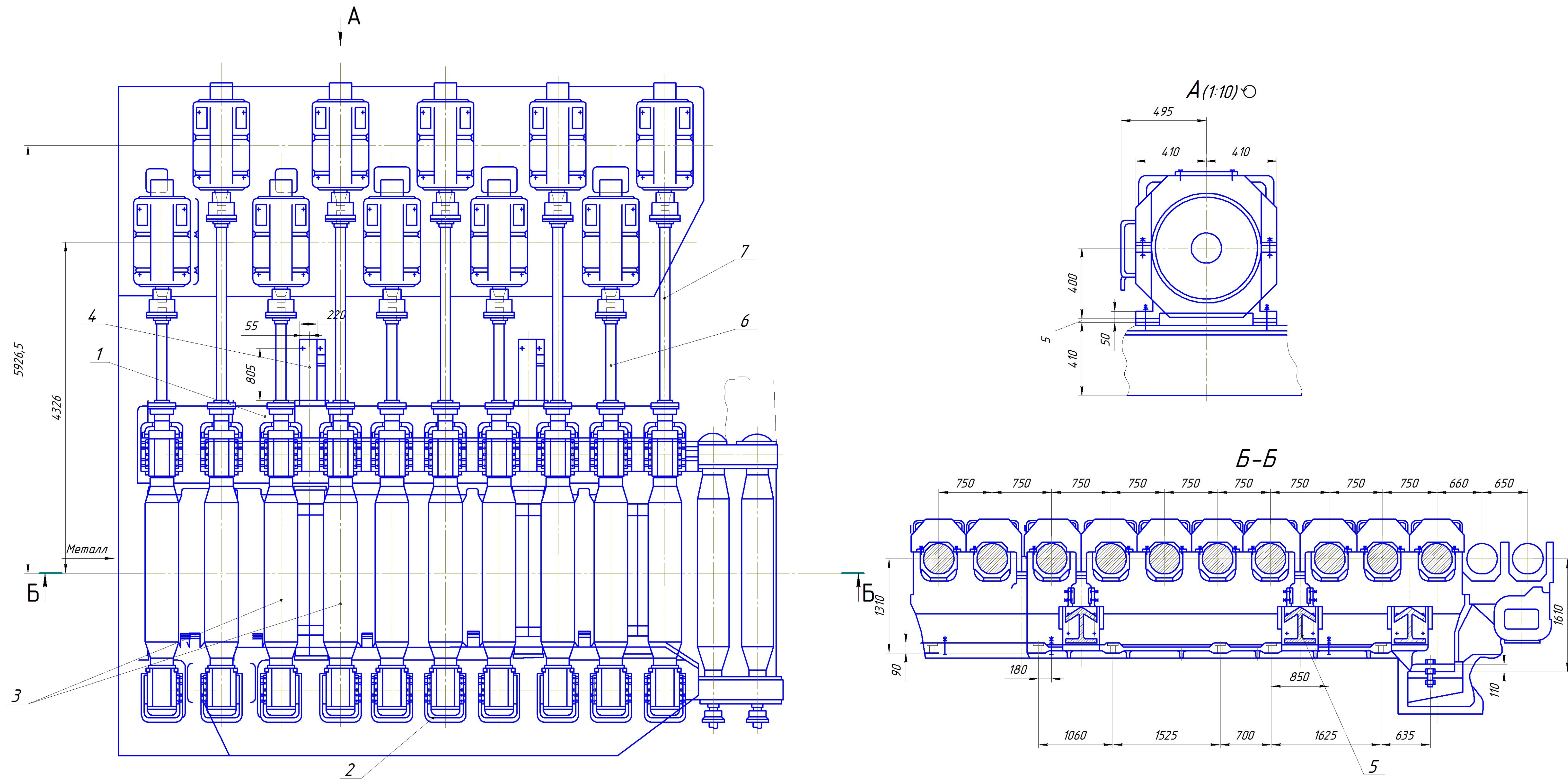
ДОДАТКИ

План розташування устаткування ЦГП відділення слядів



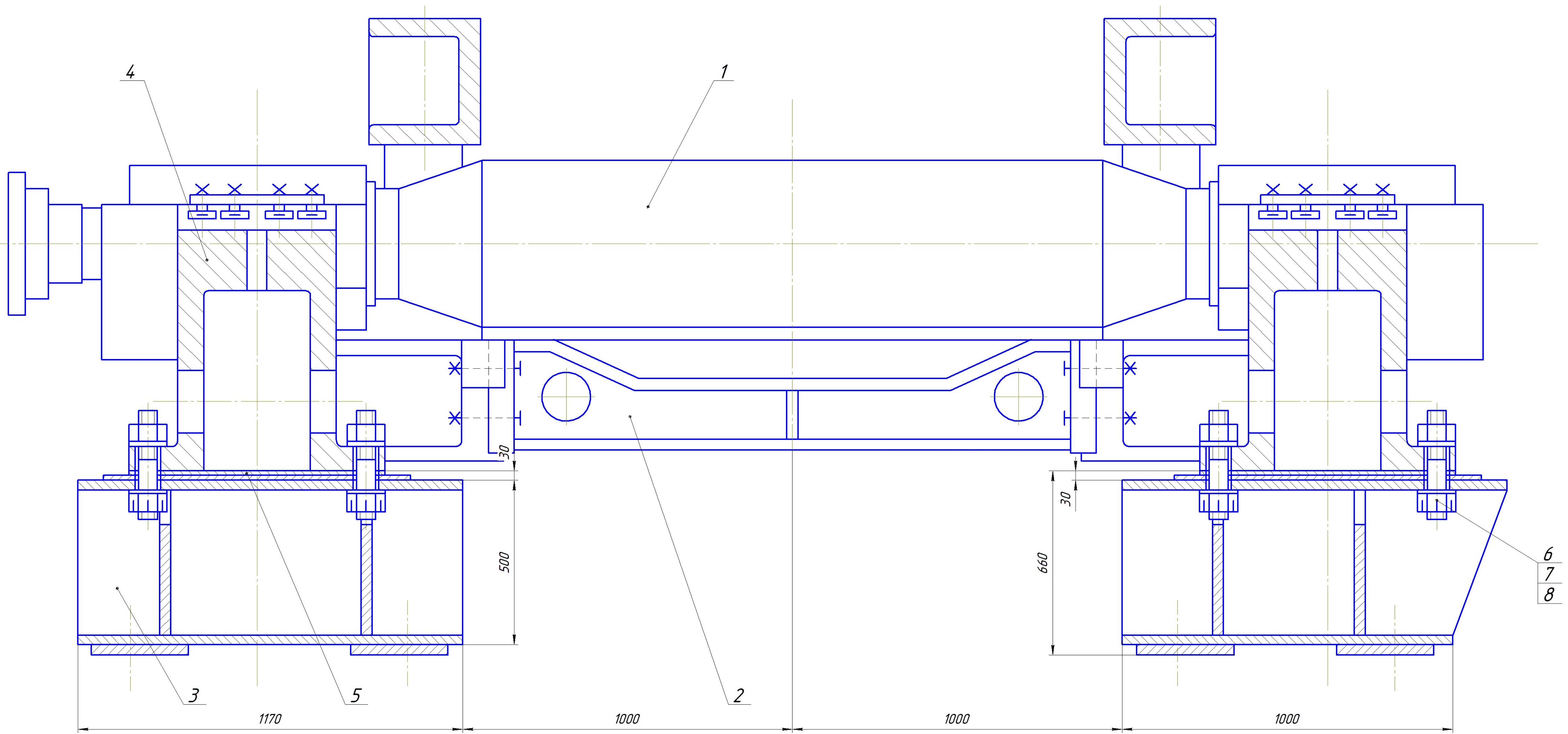
- 1 – верхній пічний рольганг; 2, 3 – зіштовхувач;
- 4 – підійомно-поворотний стіл; 5 – похилий транспортер;
- 6, 7 – зіштовхувач; 8 – штовхач похилого транспортеру;
- 9 – хитний рольганг; 10 – пересувний упор; 11 – ножиці;
- 12 – маніпулятор за станом; 13 – привод горизонтальних валків;
- 14 – привод вертикальних валків; 15 – маніпулятор з кантувачем;
- 16 – пересувна платформа; 17 – зливковоз;
- 18 – перекидач стаціонарний; 19 – приймальний рольганг;
- 20 – поворотний стіл; 21 – конвеєр обрізу.

Транспортний рольганг обтискового стану з безредукторним приводом



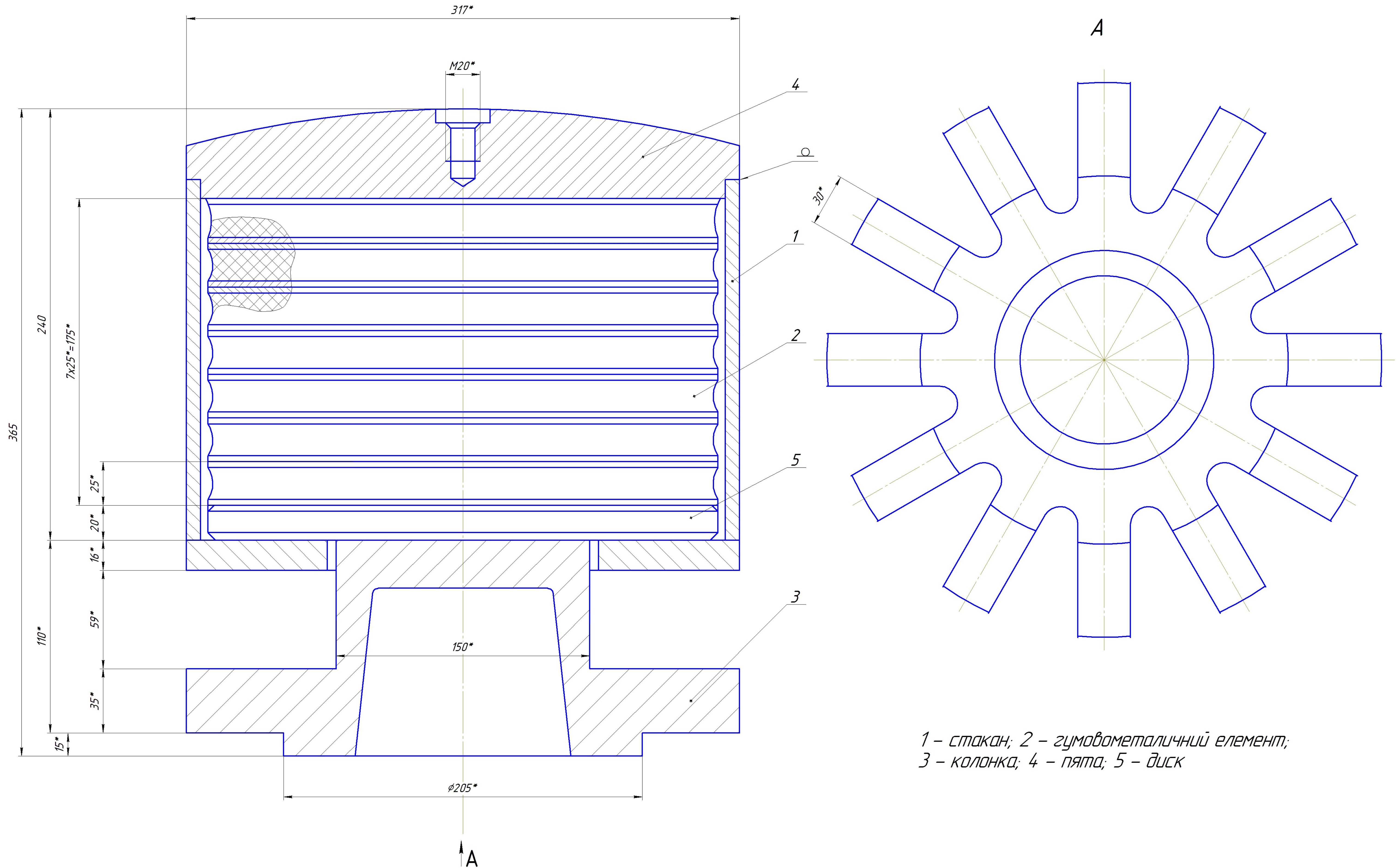
1, 2 - рама; 3 - ролик; 4 - кронштейн; 5 - траверза; 6, 7 - вал

Вузел ролика транспортного рольганга



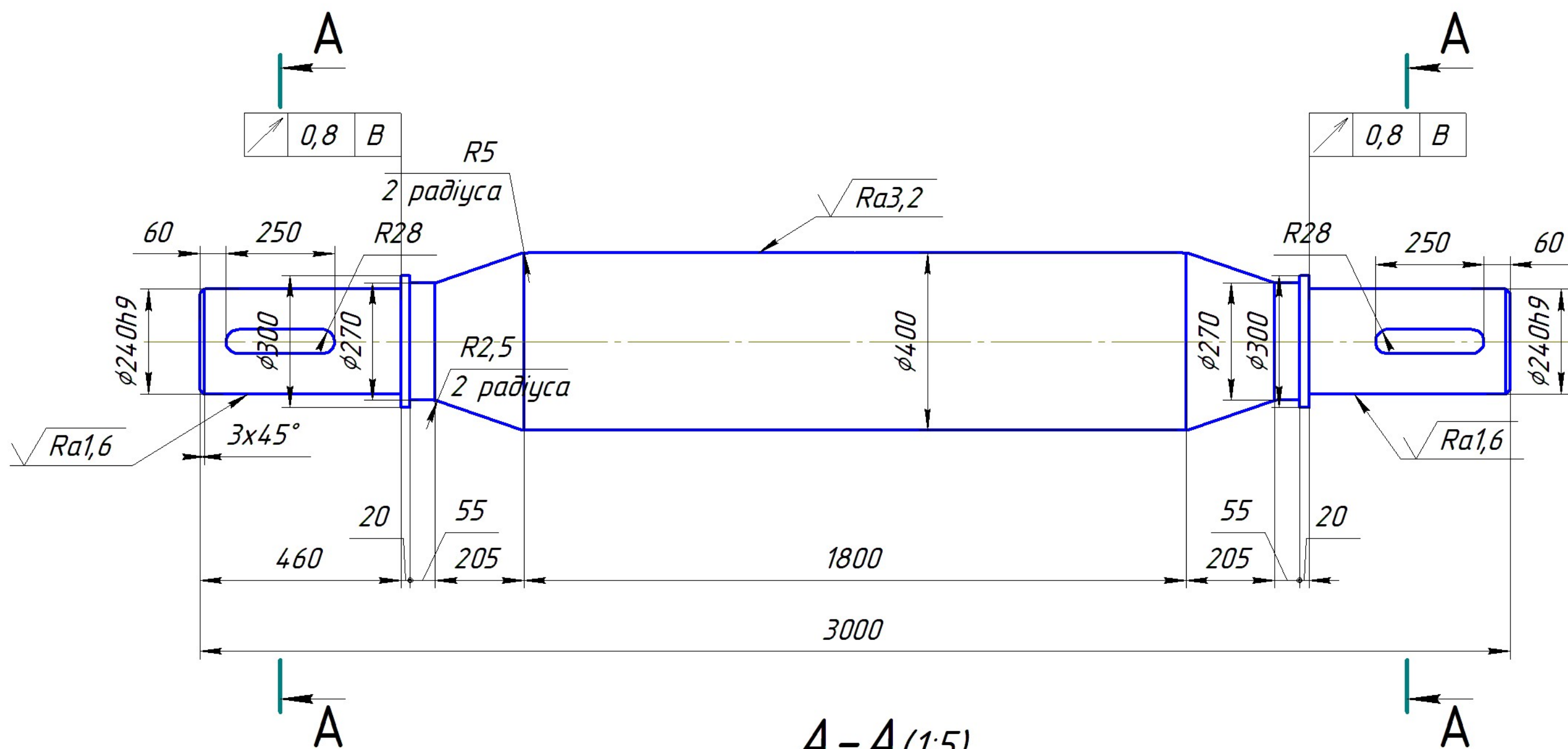
1 – ролик; 2 – траверза; 3 – рама; 4 – опора; 5 – лист; 6 – гайка; 7 – шайба; 8 – шпилька

Амортизатор



1 – стакан; 2 – гумометаллический элемент;
3 – колонка; 4 – пята; 5 – диск

РОЛИК



A-A (1:5)

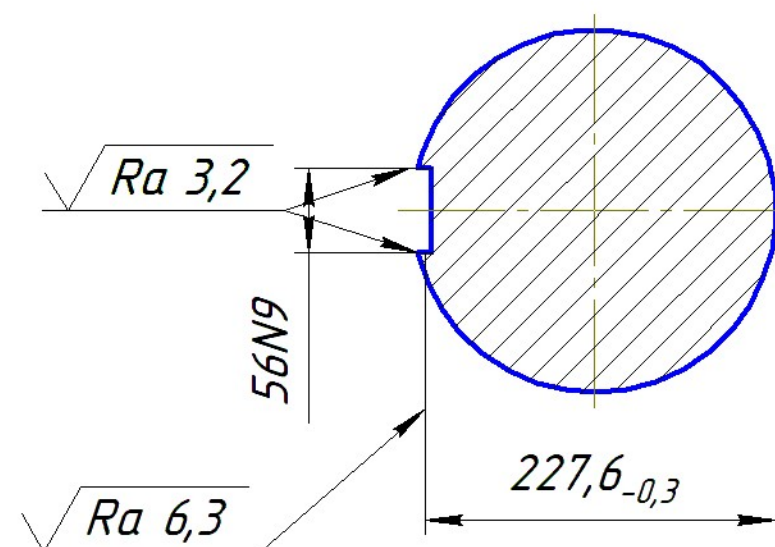
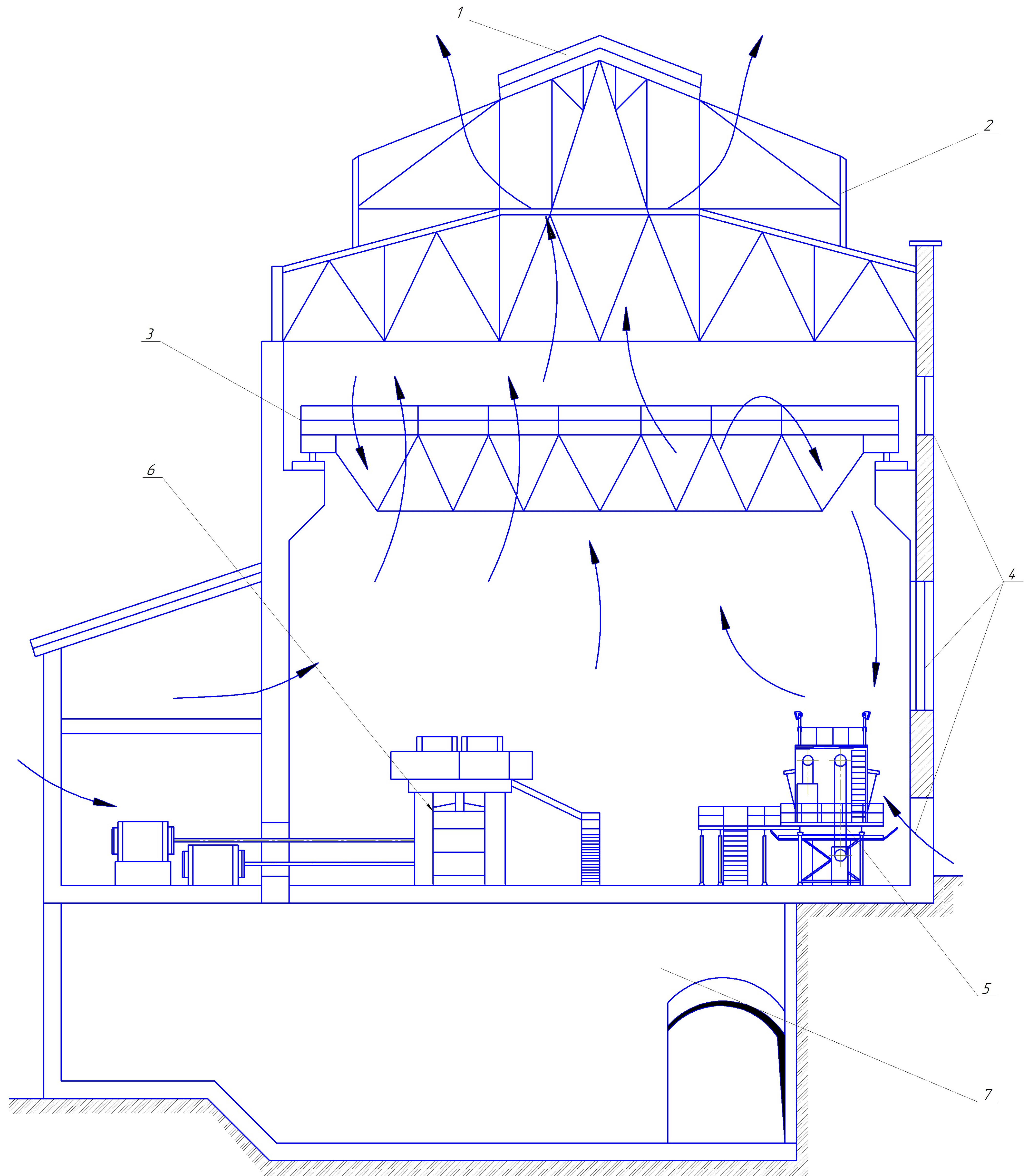


Схема аерації станового прольоту ЦГП відділення слябів



1 – аераційний ліхтар; 2 – вітрозахисні щіти; 3 – мостовий кран; 4 – притяжні отвори;
5 – пост керування; 6 – робоча кліть; 7 – підвальне приміщення.