

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

Кваліфікаційна робота / проект

Перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему **Розробка заходів щодо зниження розходу металу за рахунок використання нових типів зливків зі сталі 15кп на обтискному стані 1150**

Виконав: студент IV курсу, групи 6.1361-омт-с
спеціальності 136 Металургія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Обробка металів тиском

(код і назва освітньої програми)

Р.С. Кудальцев

(ініціали та прізвище)

Керівник

проф. каф. МТЕТБ, д.т.н. Д.О. Кругляк

Рецензент

доц. каф. МТЕТБ, доц., к.т.н. Ю.О. Белоконь

Запоріжжя – 2024 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерний навчально – науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень
Спеціальність 136 «Металургія»
(код та назва)
Освітньо-професійна програма Обробка металів тиском
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МТЕТБ
Ю.О. Белоконь
“ 12 ” 02 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Кудальцев Роман Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Розробка технології прокатки зливків 780x1450 мм зі сталі 15кп на стані гарячої прокатки

керівник роботи (проекту) Белоконь Юрій Олександрович, д.т.н., проф.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “26” 12. 23 р. № 2215-с

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Матеріали виробничої (переддипломної) практики, курсові проекти, технічна документація ПАТ «Запоріжсталь», літературні джерела, інтернет-ресурси. Розміри зливка 780x1450 мм, сталь – 15кп

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Реферат. Вступ. Загальна частина. Технологічна частина. Механічна частина. Охорона праці та техногенна безпека. Висновки.
Мета кваліфікаційної роботи – розробити заходи щодо зниження розходу металу за рахунок використання нових типів зливків зі сталі 15кп на обтискному стані 1150 ПАТ «Запоріжсталь»

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація до 15 слайдів (графіки залежностей, схем деформацій, схеми розміщення устаткування та обладнання тощо).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
1 Загальна частина	Кругляк Д.О., проф. каф. МТЕТБ	
2 Технологічна частина	Кругляк Д.О., проф. каф. МТЕТБ	
3 Механічна частина	Кругляк Д.О., проф. каф. МТЕТБ	
4 Охорона праці та техногенної безпеки	Кругляк Д.О., проф. каф. МТЕТБ	

7. Дата видачі завдання 26.12.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Реферат, вступ, розділ 1.	12.02.24 – 13.03.24	
2.	Розділи 2 - 3	16.03.24 – 17.04.24	
3.	Охорона праці (розділ 4), висновки, оформлення ПЗ і креслень, підготовка доповіді і презентації.	20.04.24 – 24.05.24	

Студент

(підпис)

Р.С. Кудальцев

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Д.О. Кругляк

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

(підпис)

Ю. О. Белоконь

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 66 с., 15 табл., 10 рис., 21 джерело,

СЛЯБІНГ, КЛІТЬ, ЗЛИТОК, ПОТУЖНІСТЬ, ПРИВІД, РЕЖИМ ОБТИСКІВ

Мета кваліфікаційної роботи – розробити заходи щодо зниження розходу металу за рахунок використання нових типів зливків зі сталі 15кп на обтискному стані 1150 ПАТ «Запоріжсталь»

У кваліфікаційній роботі розглянуто обладнання обтискного цеху та технологію прокатки на стані «Слябінг 1150». Також був розглянутий сортамент і марки сталей, які прокатуються на стані.

Проаналізовано недоліки роботи обладнання стану та заходи щодо їх усунення, розглянуто питання з розробки заходів щодо зниження розходу металу за рахунок використання нових типів зливків.

Приведено розрахунок режиму обтисків, потужності стана, зусилля прокатки, продуктивність стана та розрахунок валків на міцність.

В економіці виробництва приведені розрахунки річної виробничої програми, собівартості 1т прокату, рентабельності 1т прокату, економічного ефекту.

З охорони праці та техногенної безпеки розглянуті такі положення як технічні рішення щодо безпечної експлуатації стана, технічні рішення з санітарії та гігієни праці на дільниці, протипожежна безпека та заходи щодо охорони навколишнього середовища.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1. Характеристика цеха	7
1.2. Технічна характеристика обладнання	12
1.3. Сортамент стана і марки сталей	14
1.4. Технологічний процес прокатки	18
1.5. Аналіз недоліків роботи обладнання стану	20
1.6. Заходи щодо усунення недоліків	21
1.7. Зниження розходу металу за рахунок використання нових типів зливків	26
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	28
2.1. Розрахунок режиму обтисків	28
2.2. Розрахунок зусиль прокатки	33
2.3. Розрахунок продуктивності стана	34
2.4. Основні техніко-економічні показники роботи стана	36
2.5. Розрахунок витрат з кожної статті витрат з переробки	38
2.6. Розрахунок річної економії	42
2.7. Основні техніко-економічні показники роботи	43
3. МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА	45
3.3. Розрахунок валків на міцність	45
3.4. Розрахунок натискних гвинтів на міцність та динамічний розрахунок електродвигунів привода натискного механізму	46
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	50
6.1. Технічні рішення щодо безпечної експлуатації стана	50
6.2. Технічні рішення з санітарії та гігієни праці на дільниці	52
6.3. Протипожежна безпека	58
6.4. Заходи щодо охорони навколишнього середовища	65
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	65

ВСТУП

Обробка металів тиском – це технологічний процес отримання фасонних деталей і заготовок способом пластичного деформування металу в гарячому та холодному стані. При цьому використовують властивість металу – пластичність. Обробка металів тиском – один з найпоширеніших, найпродуктивніших і найдешевших методів виготовлення заготовок різної маси та розмірів з металів та сплавів.

Обробкою тиском одержують вироби у виді заготівель, близьких за формою до готових деталей, з великою продуктивністю і малими відходами.

Близько 90% усієї виплавленої в Україні сталі піддається різним способам обробки тиском. При обробці металів тиском вироби одержують пластичним деформуванням вихідної заготівлі. Цей процес відрізняється значною економічністю, високим виходом придатного і великою продуктивністю.

У листопрокатному виробництві нагріті зливки спочатку прокатують на обтискних станах — слябінгах, які крім двох горизонтальних валків можуть мати й два вертикальних валки для обтискування бокових поверхонь металу, що прокатуються. Робоча поверхня валків — гладка. Товщина прокату визначається зазором між валками. Обтиснутий на слябінгу зливок перетворюється у плоский брусок прямокутного перетину — сляб. Така форма є найзручнішою для подальшого прокатування у лист.

Останнім часом більш популярною стала МБЛЗ. Безперервне розливання забезпечує значну економію металу внаслідок зменшення обрізи і енергії, яка витрачалася на нагрів зливка в нагрівальних колодязях. Вийняток нагрівальних колодязів дозволило в значній мірі позбутися від забруднення атмосфери. По ряду інших показників: якості металопродукції, можливості механізації і автоматизації, поліпшення умов праці, безперервне розливання також ефективніше традиційних способів.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика цеха

Обтискний цех є структурним підрозділом металургійного комбінату «Запоріжсталь». Цех спеціалізується на виробництві товарних та переробних зливків зі слябів.

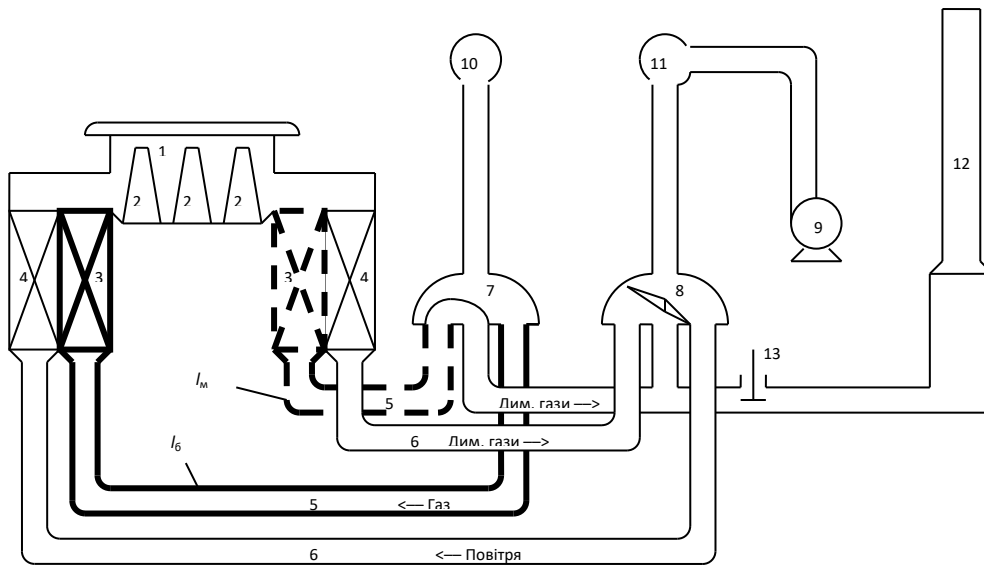
Обтискний цех складається з:

1. Відділення нагрівальних колодязів.
2. Стану слябінг 1150.
3. Термічного відділення.
4. Адьюстажу.

Нагрів металу в обтискному цеху здійснюється в регенеративних нагрівальних колодцях. Всього 14 груп колодців: групи №№ 1 – 11, 13 і 14 складаються з 4-х ячеек і для зручності розміщення плавок і видалення рідкого шлаку блокуються по схемі 2 – 2 і 3 – 1. Група № 12 з рідким шлаковидаленням складається з 6 ячеек і блокується по схемі 3 – 3. Вказані групи призначені для нагріву вуглецевих, низьколегованих і високовуглецевих, леггованих і спеціальних марок сталей.

У відділенні нагрівальних колодців є один загальний газовий колектор і 3 повітряні (у перший колектор нагнітають повітря вентилятори груп №№1 – 6, в другій – вентилятори груп №№ 7 – 11, в третій – №№ 12 – 14).

Для прибирання продуктів згорання кожна група має свій димар, на групах №№ 1 – 11 висота труби – 50 м, на групах №№12, 13 і 14 – 80 метрів.



1. - робочий простір; 2. - зливки; 3. - газові регенератори; 4. - повітряні регенератори; 5. - газові димоходи; 6 - повітряні димоходи; 7. - газовий перекидний клапан (Фортер); 8. - повітряний перекидний клапан (симплекс); 9. - вентилятор; 10. - колектор змішаного газу; 11 - колектор повітряний; 12. - димова труба; 13 - димовий шибер.

Рисунок 1.1 - Схема регенеративного колодязя

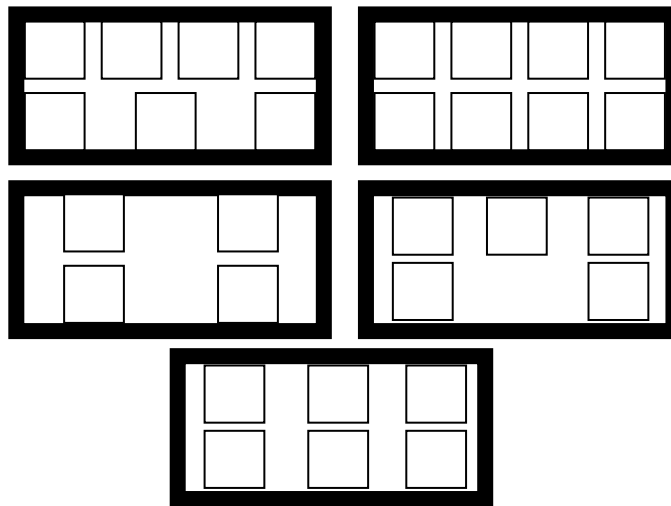
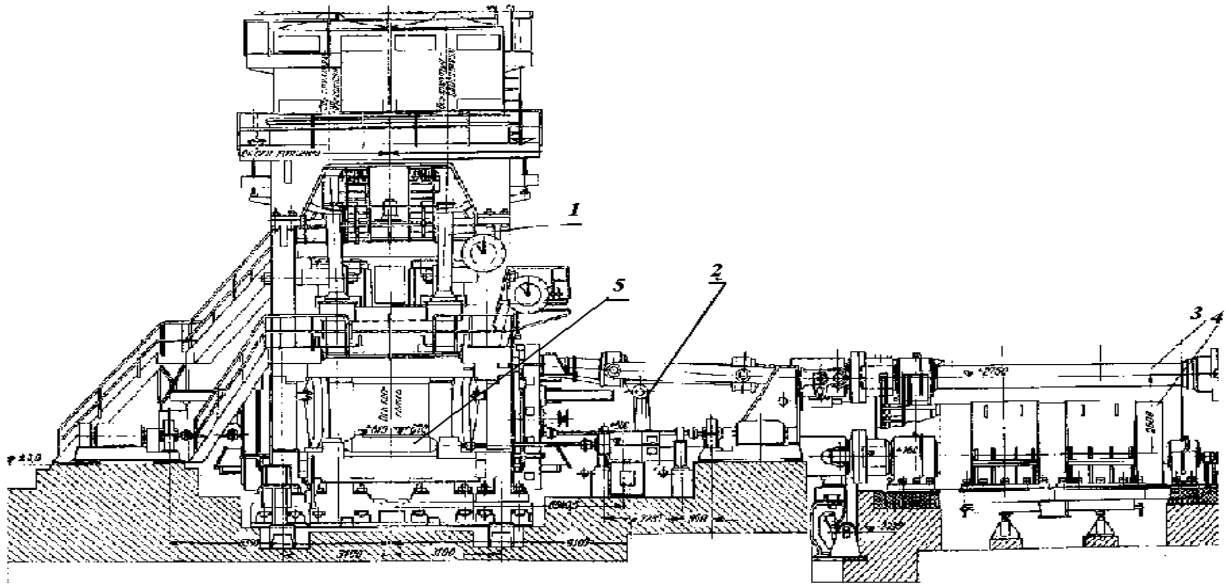


Рисунок 1.2 - Схема розташування злиwkів в осередках

У становому прольоті знаходяться прокатний стан «слябінг 1150», та ножиці для вирізки слябів.

Стан має дві кліті: горизонтальних валків і вертикальних валків

У головній частині стану встановлені: приймальний рольганг зі стаціонарним опрокидувачем і поворотним столом.



1. - робоча кліть; 2 - універсальні шпінделя приводу горизонтальними роликками;
3 - проміжний вал; 4 - головні електродвигуни; 5 - горизонтальні валки.

Рисунок 1.3 - Головна лінія слябінга 1150

Робоча кліть з горизонтальними валками має валки діаметром 1150 мм з довжиною бочки 2100 мм. Валки мають гладку бочку і обертаються в підшипниках з текстолітовими вкладишами. Робочі валки мають індивідуальний привід від двох електродвигунів потужністю по 4600 кВт.

Стан слябінг увійшов до ладу 1 квітня 1937 р. Обтискний стан «слябінг 1150» прокатує зливки масою до 20 тон з вуглецевої і нержавіючої сталі на сляби завтовшки 100-200 мм, шириною 1000-1520 мм, завдовжки 4700-11000 мм. Нагрів злиwkів проводиться в регенеративних колодцях. Сляби, призначені для прокатки на лист, в гарячому стані передаються на широкосмуговий стан гарячого прокату.

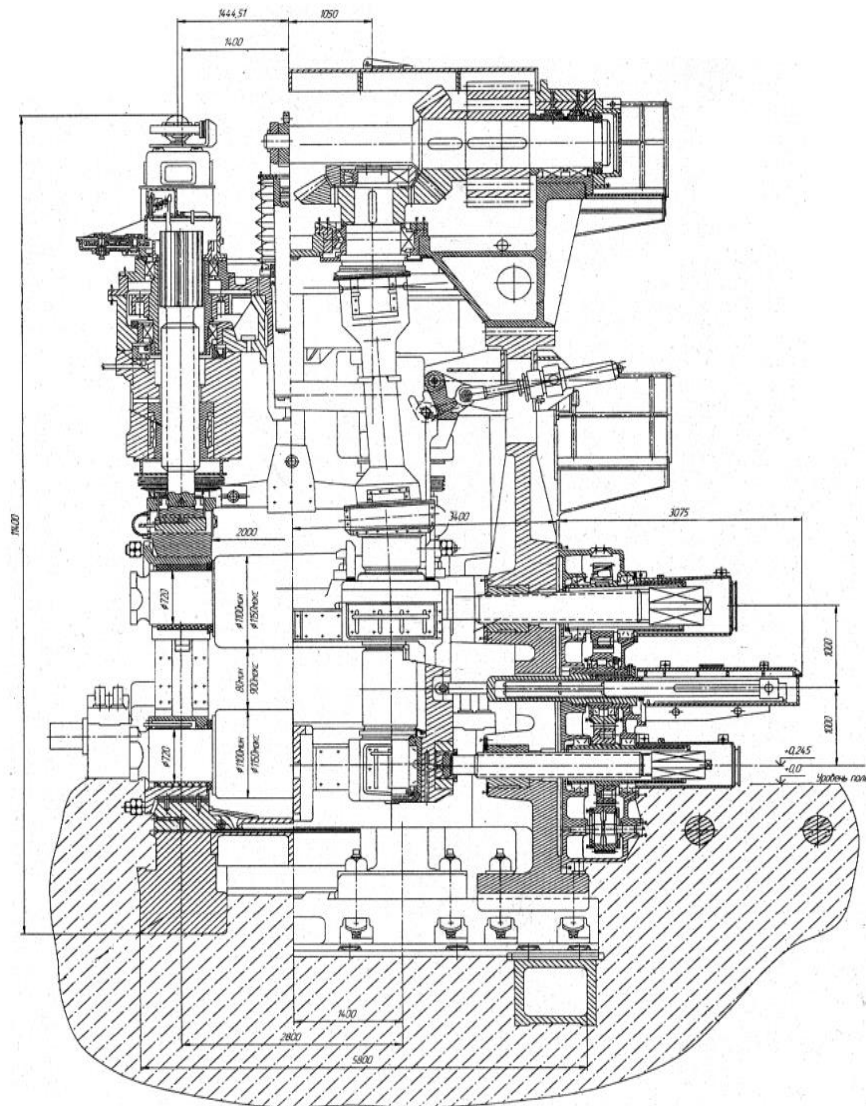


Рисунок 1.4 - Робоча кліть

На стані встановлений зливковоз, який переміщається своїми катками на рейковому шляху. До складу зливковоза входить рама, люлька, встановлена з можливістю повороту щодо рами і виконану у вигляді короба, стінка якого, звернена в бік приймального рольганга, виконана з наскрізними прорізами.

Недоліком зливковоза є те, що при транспортуванні гарячих зливків через прорізи люльки на шляху зливкоподачі просипається окалина. Тим самим засмічується шлях, на очистку якого витрачається ручна праця.

Також на стані встановлено поворотний стіл, який призначений для повороту зливків на 180° в залежності від замовлення, марки сталі та наявності дефектів зливка.

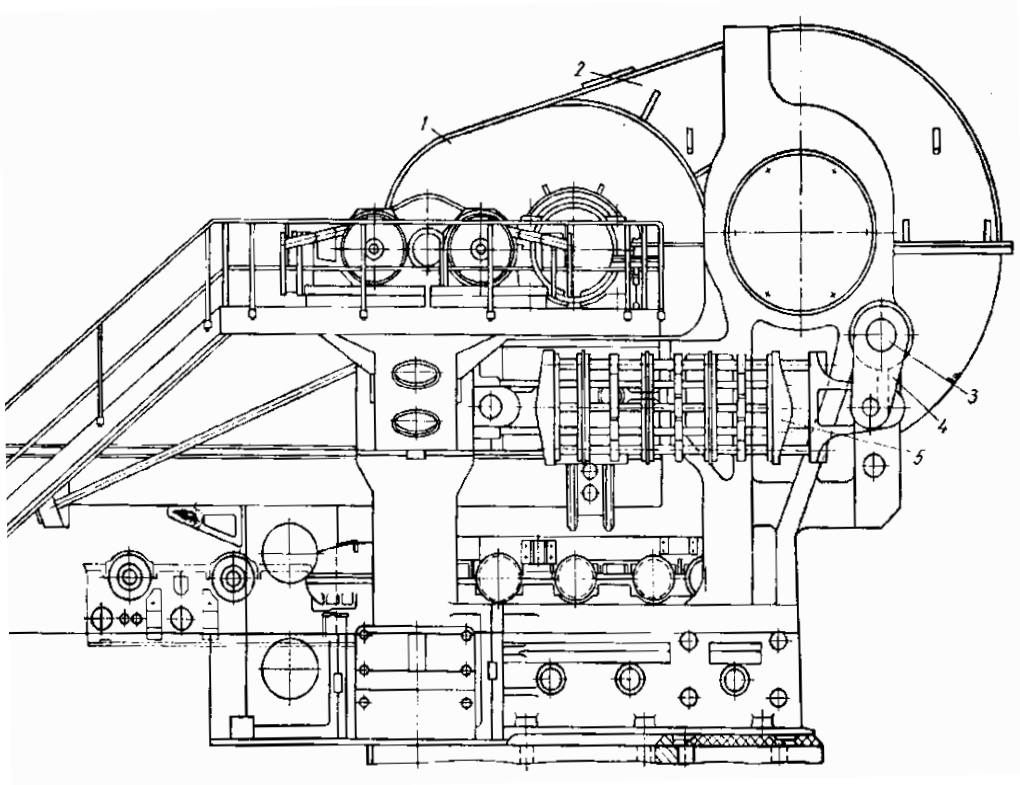


Рисунок 1.5- Загальний вигляд ножиць з верхнім різом

На ножицях розкат ріжуть на мірні довжини і при наявності дефектів обрізають їх. Ножиці мають максимальне зусилля різання 25 МН і ширину ножів 2100 мм.

За ножицями розташовані штовхачі, які при необхідності зіштовхують розкат на столи для подальшого транспортуванні слябів краном на склад.

Термічне відділення має у своєму складі 4 печі з викатним подом, які призначені для повільного охолодження слябів з легованих марок сталей.

Адьюстаж служить для обробки слябів деяких марок сталей. Обробка полягає в сповільненому охолодженні в термічних печах з подом викочування, рихтуванню поверхні на пресах, зачистці поверхні вогняними різакми та абразивними кругами. Частина слябів йде на склад, а частина поступає в ЦГПТЛ для подальшої прокатки на стані 1680.

Сляби непридатні за якістю поверхні складуються на складі для подальшої зачистки в холодному стані. Після зачистки сляби прямують в методичні печі ЦГП для нагріву перед подальшою обробкою на стані НТЛС 1680.

1.2. Технічна характеристика обладнання стану

Слябінг є універсальним реверсивним станом, який має горизонтальні і вертикальні валки. На слябінгу встановлено 14 груп нагрівальних колодязів. При розташуванні їх в один ряд, як зазвичай практикувалося на блюмінгах і слябінгах, довжина шляху злитковоза в один кінець досягає 220 м.

Все обладнання слябінга можна розділити на п'ять ділянок:

1. Приймальну ділянку стану, що складається з двох прийомних рольгангів, стаціонарного опрокидувача, транспортних рольгангів і поворотного пристрою з вагами;

2. Головну лінію з пов'язаними з нею робочими рольгангами і маніпулятором з кантувачем;

3. Ножиці з прилеглими до них рольгангами, штовхачем обрізі, конвеєром для прибирання обрізі;

4. Хвостову ділянку стану, що складається з механізмів для таврування, зважування та прибирання слябів.

Головна лінія стану складається з двовалкової робочої кліті з горизонтальними валками і розташованої перед нею двовалкової кліті з вертикальними валками.

Привід кожного горизонтального валка здійснюється від електродвигуна. потужністю 7200кВт через шпindel без шестерінчатої кліті.

Відстань між горизонтальними валками регулюється від 80 до 900 мм, швидкість підйому валків 150 мм/с, оберти валків регулюються в межах +/- 53-0-53 об/хвил.

Кліть вертикальних валків: діаметр валків 700мм і довжина бочки 1150 мм.

Привід вертикальних валків здійснюється від 4-х електродвигунів, потужністю 1250кВт кожен через циліндровий редуктор з передатним числом -3,744.

Відстань між валками від 1800 до 720мм; швидкість переміщення валків 64,8мм/с; оберти валків регулюються у діапазоні +/- 78-0-78 об/хв.

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

Стан обладнаний маніпулятором і кантувачем.

Призначення маніпулятора - точна установка зливка по осі прокату і вирівнювання розкату.. Механізм для установки верхнього валка забезпечує підйом його на 1750 мм зі швидкістю 75-150 мм/с. Робоча кліть з вертикальними валками має валки діаметром 900 мм з довжиною бочки 1150 мм. Для використання всієї бочки валків вони виконані так, що їх можна перевертати при перевалці, завдяки чому значно збільшується термін служби валків. Привід вертикальних валків здійснюється від одного електродвигуна постійного струму потужністю потужність 2200 кВт. Механізм установки вертикальних валків забезпечує зазор між валками в межах 600-2150 мм. Швидкість установки валків регулюється в межах 40-80 мм/с.

Ножиці для різання гарячих слябів мають максимальне зусилля різання 25 МН і ширину ножів 2100 мм.

Пересувний упор призначений для фіксації розкату при різанні на сляби наступних розмірів:

- товщина сляба – 80 - 230мм;
- ширина сляба – 720 - 1550мм;
- довжина сляба – 1800 - 4700мм;
- швидкість пересування каретки - 0,12м/с.

Максимальні розміри перетину розкату, що допускається для різання на ножицях приведені в таблиці 2.

Таблиця 1.1 – Максимальні розміри перетину розкату, що допускається для різання на ножицях

Марка сталі	Максимальні розміри перетину	
	товщина мм.	ширина мм.
08пс (кп), 08Ю, Ст0, Ст5Гпс.	200	1500
10, 15, 20, 25, 30, 15к, 20к, Ст0, Ст15.	200	1420
12ГС, 16ГС, 09Г2, 08ГСЮТ, 08ГЮФ.	170	1400
45, 55, 60С2, 70Х, 65Г, 60Г, 70Г..	160	1400

За ножицями на рольгангу з вмонтованими в нього автоматичними вагами сляби зважуються і потім можуть рухатися за двома напрямками: безпосередньо в ЦГПТЛ без проміжного нагріву; до методичних печей для нагріву і потім на стан ЦГПТЛ для подальшої прокатки.

Штовхачі слябів збиральних пристроїв, крім того, служать для просування стопи слябів зі штабелючих пристроїв на стаціонарні стелажі для гарячих слябів.

Обладнання для прибирання слябів. Для зштовхування слябів з відповідного рольганга і укладання їх в стопи встановлено два зіштовхувача обладнаних 8-ма пальцями кожен.

Робочий хід зіштовхувача- 4400мм. Швидкість- 0,56 м/с, максимальне зусилля штовхання – 40 т. Привід здійснюється від двох електродвигунів потужністю 96кВт через черв'ячний редуктор і зубчаті рейки.

Штабелючий пристрій призначений для укладання слябів в стопи. Найбільша висота стопи дорівнює 800 мм, а маса досягає 30 т.

Штабелючий пристрій являє собою підйомний стіл, переміщуваний двома вертикальними гвинтами. Для передачі слябів в другій проліт складу встановлено спеціальний візок вантажопідйомністю 50 т.

1.3. Сортамент стана і марки сталі

Слябінг, високопродуктивний прокатний стан, призначений для обтиску великих зливків (масою до 45 т) в великі плоскі заготовки - сляби. Слябінг - вузькоспеціалізований стан з двома парами валків - горизонтальними і вертикальними; встановлюється на металургійних заводах, в прокатних цехах в яких є високопродуктивні листові стани.

Тип, розміри і маса зливків, а також мінімальна і максимальна ширина слябів, що прокатуються з кожного типу зливка, приведені в таблиці 3.

Зовнішній вигляд зливків повинен задовольняти СТІ 226.04.24, а під час поступання зливків з інших заводів – міжзаводським технічним умовам на постачання зливків.

Початковий метал – вуглецева, низьколегована і високовуглецева сталь. Хімічний склад сталі повинен відповідати ГОСТ, ТУ або внутрішньозаводським технічним умовам

У дипломному проекті розглянута сталь 15кп. 15кп – конструкційна вуглецева якісна сталь. Використовується у виготовленні елементів трубних з'єднань, штуцерів, вилок та інших деталей котлотурбобудівництва, що працюють при температурах від -40 до 425 ° С; після цементації і ціанування - деталі, від яких потрібна висока твердість поверхні і невисока міцність серцевини (кріпильні деталі, осі, важелі та ін. деталі).

Хіміко-термічно оброблена сталь 15кп застосовується для виготовлення кріпильних деталей, осей, важелів та інших деталей, до яких пред'являються вимоги високої поверхневої твердості при невисокій міцності серцевини.

Сталь схильна до старіння.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 15кп

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.12 - 0.19	до 0.07	0.25 - 0.5	до 0.3	до 0.04	До 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 15кп згідно з ГОСТ 1050-2013

Межа плинності, $\sigma_{0,2}$, МПа	Тимчасовий опір розриву, σ_b , МПа	Відносне подовження при розриві, δ_5 , %	відносне звуження, ψ , %
> 205	> 350	> 29	> 55

Таблиця 1.4 – Ударна в'язкість сталі 15кп

Ударна в'язкість сталі 15кп (Дж/см ²)					
T= +20 °C	T= -20 °C	T= -30 °C	T= -40 °C	T= -50 °C	стан поставки
274	108	59	34	20	Після нормалізації

Твердість матеріалу: НВ 10 -1 = 143 МПа

Температура прокатки: °С: початку 1300, кінця 700. Охолодження на повітрі

Температура критичних точок: $A_{c1} = 735$, $A_{c3} (A_{cm}) = 863$, $A_{r3} (A_{rcm}) = 840$,
 $A_{r1} = 685$

Зварюваність матеріалу: без обмежень. Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, КТС.

Флокеночутливість: не чутлива.

Схильність до відпускнуї крихкості: не схильна.

Оброблюваність різанням: в гарячекатаному стані при НВ 143 і $\sigma_B = 450$ МПа,
 До ν тв. спл = 1,8

Марки сталі, що рекомендуються, залежно від групи міцності для листа завтовшки до 3,9 мм і класу міцності для листа завтовшки до 10 мм приведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Сортамент зливок, що прокатуються на стані слябінг

Тип зливка	Перетин зливка, мм		Висота зливка, мм	Маса зливка, т	Ширина прокатуваних слябів, мм
	верх	низ			
Кипляча, напівспокійна і нестаріюча сталь					
XV	720x960	780x1000	2300	11,9	850-930
1Б	720x1170	780x1200	2300	13,4	970-1160
2Б	720x1350	780x1400	2350	16,0	1170-1360
4А	720x1570	780x1600	2300	17,7	1370-1520
Спокійна, низьколегована і високолегована сталь (зливки з прибутковими надставками)					
XV	780x1000	720x960	3100	14,4	850-960
Спокійна і низьколегована сталь, зливки зі вставками з ЖСС (без прибуткових надставок)					
1Б	720x1170	780x1200	2450	14,0	970-1160
2Б	720x1350	780x1400	2450	16,3	1170-1360
А	720x1570	780x1600	2450	18,6	1370-1400 нл. 1370-1420 сп.

Продовження таблиці 1.5.

Спокійна високовуглецева сталь (зливки з прибутковими надставками)					
IX	640x990	580x942	2650	11,0	870-950
X	640x1100	580x1065	2650	11,8	960-1050
XI	640x1220	580x1196	2650	13,0	1060-1170
XII	640x1340	580x1305	2650	14,7	1180-1290
XIII	640x1480	580x1436	2650	16,2	1300-1400
Спокійна високовуглецева сталь, зливки зі вставками з ЖСС (без прибуткових надставок)					
1Б	720x1170	780x1200	2450	14,0	970-1160
2Б	720x1350	780x1400	2450	16,3	1170-1360
4А	720x1570	780x1600	2450	18,6	1370-1400
Примітка – перетин зливок прийнятий номінальним внутрішнім розміром виливниць.					

Таблиця 1.6 – Марки сталей і розподіл їх по групах залежно від режиму нагріву злитків

Група сталей за нагрівом зливок	Марка сталі	Хімічний склад по ГОСТ, ТУ, внутрішньозаводським нормам
I	08пс(кп), 10пс(кп), 15пс(кп), 20пс(кп)	ГОСТ 1050-88
	08пс(кп), 08пс(кп) г/к, 08пс(кп) г/к 08пс(кп) для КРКЗ 08пс(кп) для прокату на жерсть 08псН, 15псН	ГОСТ 9045-93 За внутрішньозаводським и нормами
	08Ю	ГОСТ 9045-93
	08Ю для облицювання 25пс Ст 0пс(кп), Ст1пс(кп), Ст2пс(кп) для всіх груп	По внутр ТУУ 14-4-458-99 Вим. № 1 03.02.2010 За заводськими нормами

Продовження таблиці 1.6.

	Ст3пс(кп) для всіх груп Ст4пс(кп) для всіх груп	
	Ст3гпс, Ст5гпс	ДСТУ 2651-2005 (ГОСТ 380-2005)
II	10, 15, 20, 25, 30	ГОСТ 1050-88 Вим. № 1
	15К, 20К Ст0, Бст0, ст2сп для всіх груп	ГОСТ 5520-2017 ДСТУ 2651-2005
	Ст3сп для всіх груп Ст4сп для всіх груп Ст15сп мідиста	(ГОСТ 380-2005) ТУУ 14-2-1241-2000 Вим. № 1
III	12ГС	ГОСТ 19281-89 Вим. № 1
	15К, 20К Ст0, Бст0, ст2сп для всіх груп	ГОСТ 5520-2017 ДСТУ 2651-2005
	09Г2С, 10Г2, 10Г2А	ГОСТ 4543-2016 Вим. № 1-5
	17ГС, 17ГІС	ТУ, ГОСТ 19281-89 Вим. № 1
	09Г2Т	ТУ У 27.3-00190319- 1313-2004 17.06.2009
IV	Ст5сп для всіх груп	ГОСТ 380-94
	07ГСЮФ, 08ГСЮТ, 08ГСЮФ	ТУ У 27.1.4-516-2002 01.06.2007
	08ГЮТ, 08ЮТ, 08ГЮФ	ТУ 14-226-135-93 Вим.№ 1-4 01.04.2009
	09Г2СЮЧ, 09ХГ2СЮЧ	ТУ 14-15-307-93 Вим. № 1-4 01.07.2005
V	60С2А, Ст45, Ст55	ГОСТ 1050-88 Вим. № 1
	Ст65Г, Ст60с2	ГОСТ 14959-7 Вим. № 1-6
	70Х	ТУ 14-143-250-77 Вим № 4-17 01.01.2010

1.4. Технологічний процес прокатки

Стан слябінг 1150 призначений для прокатки слябів різних розмірів. Зливки, нагріті в нагрівальних колодязях, передаються кліщовими кранами в

люльку зливковоза і люльку причіпного візка, за допомогою якого зливки транспортуються до приймального упору. Зливки з люльки зливковоза укладаються на приймальний рольганг, а зливки з люльки причіпного візка за допомогою кліщового крана встановлюються в люльку стаціонарного перекидача для подальшої їх укладання на приймальний рольганг. Зливки по прийомному рольгангу транспортуються на поворотний стіл, за допомогою якого вони можуть повертатися в горизонтальному положенні на 180° . Таким чином в залежності від технології прокатки зливки можуть бути задані в універсальну кліть донною або головною частиною. Від столу до робочої кліті зливки передаються транспортними рольгангами. Транспортування злиwkів в робочу кліть ведеться за допомогою рольгангів, змонтованих перед і за кліттю, і маніпулятора з кантувачем.

Прокатка злитків в універсальній кліті виконується згідно встановленого режиму прокатки для даної марки сталі. Прокатка відбувається за допомогою робочих рольгангів, змонтованих перед і за кліттю, і маніпулятора з кантователем.

Після прокатки на стані розкат по транспортному рольгангу передається до ножиць, центрується лінійками по осі лінії прокатки, при необхідності клеймується клеймувачем в бічну грань і задається в ножиці для обрізки переднього кінця, порізу на мірні довжини і обрізки заднього кінця. Різка розкату на мірні довжини забезпечується пересувним упором.

Обрізь від ножиць забирається за допомогою конвеєру і передається в скрапной проліт для завантаження в залізничні вагони.

Готові сляби по транспортному рольгангу передаються транзитом в цех гарячої прокатки тонкого листа до стану 1680, розташованому за слябінгом в одну прокатну лінію. Сляби, призначені для обробки, подаються на штабелювальні столи за допомогою штовхачів. Зі штабелювальних столів сляби передаються електромостовими кранами на склад для їх обробки. Після обробки сляби кранами передаються на штабелювальні столи для їх подачі в нагрівальні печі тонколистового стану.

1.5. Аналіз недоліків роботи обладнання стану

Подальше зростання виробництва слябінга в даний час обмежується:

1) недостатньою потужністю нагрівальних засобів, що викликає крім обмеження обсягу виробництва, затримку злитків перед посадкою в колодязі, а отже - перевитрата палива, затримку охолодження виливниць, збільшення кількості виливниць і розливних складів, що знаходяться в обігу;

2) наявністю чотирьох колодязних кранів з малою вантажопідйомністю $Q = 20\text{т}$ не дозволяє збільшувати вагу злитка. Один з чотирьох кранів велику частину часу зайнятий на обслуговуванні ремонтів нагрівальних колодязів. Кран № 62 через великий фізичний знос систематично знаходиться на ремонтах;

3) недостатньою продуктивністю одного зливковоза для подачі зливків від нагрівальних колодязів до стану. Він рухається вздовж фронту всіх нагрівальних колодязів зі швидкістю до $5,6\text{ м / с}$, не забезпечує максимальну годинну продуктивність стану. Злитковоз через низку конструктивних недоліків не забезпечує нормальну роботу і викликає часті простої стану;

4) двигуни головного приводу стану не дозволяють інтенсифікувати режим обтиснень в горизонтальній кліті стану;

5) кантувач має ряд конструктивних недоліків і не забезпечує нормальну роботу;

6) високим ступенем зношеності і недостатньою потужністю ножиць для різання розкату високоміцних сталей;

7) низькою продуктивністю засобів для прибирання обрізків від ножиць в скрапний проліт;

8) недостатньою продуктивністю існуючого обладнання складу слябів (штабелюючих пристроїв і кранів);

9) недостатня міцність і жорсткість корпусу редуктора вертикальних валків;

10) швидке зношування бронзових гайок натискних гвинтів.

1.6. Заходи щодо усунення недоліків

Одним із способів прискорити темп прокатки слябінга полягає в зменшенні пауз виникають між злитками. На комбінаті "Запоріжсталь" злитки, нагріті до температури прокатки, з нагрівальних колодязів кліщовим краном подаються на зливковоз, який підвозить їх до приймального рольгангу слябінга і укладає на ролики. Потім злиток по рольгангу подається до робочої кліті стану.

Заходом, що полегшує роботу зливковоза, є введення в будівлю нагрівальних колодязів приймального рольганга слябінга з установкою на ньому стаціонарного перекидача, вбудованого в приймальний рольганг і укладають злитки на ролики рольганга по осі прокатки. Також злитки можуть подаватись на опрокидувач за допомогою кліщового крана, минаючи зливковоза.

Переваги лінії комбінату "Запоріжсталь" з зливковоза у якого складна конструкція механізму перекидання:

- 1) лінія з одним зливковоза займає менші виробничі площі;
- 2) можливість кантування злитка в момент руху самого зливковоза;

3) введення приймального рольганга в будівлю нагрівальних колодязів зменшує пробіг зливковоза, а установка на рольгангу стаціонарного перекидача дозволяє здійснити подачу злитків з перших груп колодязів на приймальний рольганг кліщовими кранами, що також полегшує роботу зливковоза.

Недоліки цієї лінії:

1) швидкість зливкоподачі не висока введу витрати часу на повернення зливковоза на вихідну точку.

У нових великих цехах, продуктивність яких становить 5,0-5,5 млн.т / рік застосовують так звану кільцеву зливкоподачу, при якій по замкнутому витягнутому кільцю безперервно рухаються чотири зливковоза. За допомогою колодязного кліщового крана нагріте злиток укладається на раму зливковоза в горизонтальному положенні; в цьому ж положенні у закругленого ділянки

рейкового шляху, розташованого збоку від приймального рольганга, злиток за допомогою стаціонарного бокового штовхача стикається з рами зливковоза і подається на ролики приймального рольганга. Прямі ділянки розташовані уздовж фронту нагрівальних колодязів. При підході до закругленої передньої ділянки шляху зливковоз зупиняється, і зливоч за допомогою бокового стаціонарного штовхача укладається на ролики приймального рольганга.

Переваги описаної конструкції стаціонарного бокового штовхача:

1) простота конструкції (відсутність люльки-перекидача зі складним шатунно-кривошипним механізмом) і надійність в експлуатації, необхідної для безперебійної роботи;

2) невелика маса зливковоза і невелика витрата електроенергії;

3) можливість включення в автоматичний цикл кільцевої подачі зливків декількома зливковоза, а значить підвищення продуктивності;

4) можливість укладання зливків на платформу в горизонтальному положенні, відповідному положенню злитка при транспортуванні його рольгангом до стану для прокатки.

Як і будь-якої конструкції, даний спосіб має недоліки:

1) конструкції з кільцевим рухом зливковозів значно збільшує виробничу площу;

На слябінгу конструкції НКМЗ для кільцевої зливкоподачі застосований зливковоз комбінованого типу: колодязних кліщовим краном злиток встановлюється на люльку в вертикальному положенні. При підході до приймального рольгангу люлька зі злитком за допомогою гідроприводу повертається на 90° навколо осі вала; при цьому злиток укладається на горизонтальну раму зливковоза і потім бічним зіштовхувачем стикається на приймальний рольганг.

Переваги даної конструкції:

1) можливість включення в автоматичний цикл кільцевої подачі зливків декількома зливковоза, а значить підвищення продуктивності;

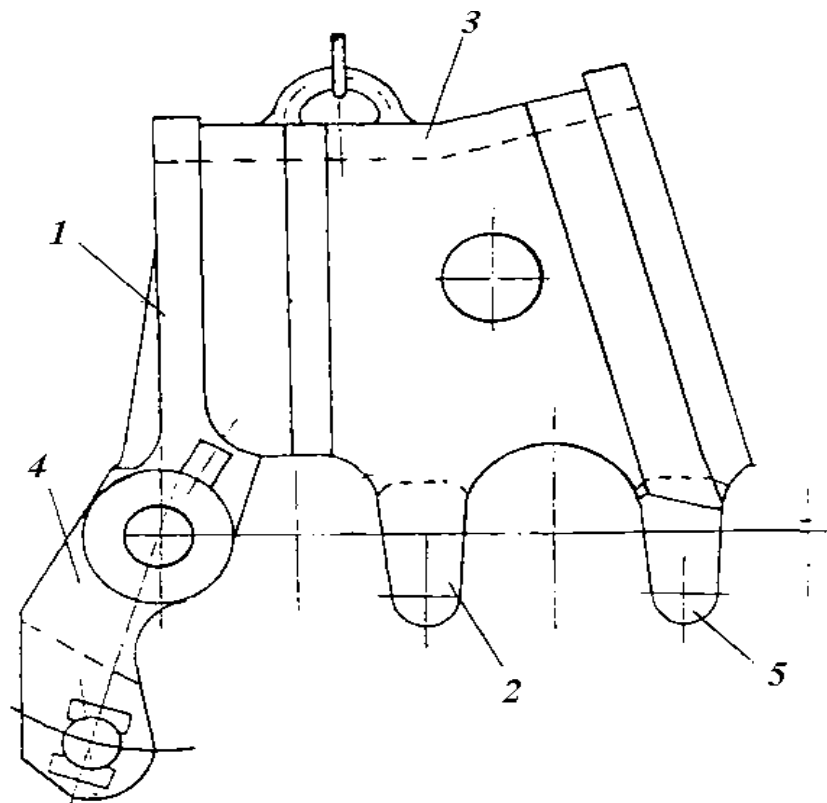
2) можливість укладання зливків на платформу в горизонтальному положенні, відповідному положенню злитка при транспортуванні його рольгангом до стану для прокатки.

Недоліки конструкції зливковоза НКМЗ:

1) конструкції з кільцевих рухом зливковозів значно збільшує виробничу площу;

Також на МК Запоріжсталь застосовують стаціонарні перекидачі, які теж є механізмом подачі зливків на приймальний рольганг. Слід зауважити, що стаціонарний перекидач, як говорилося вище, призначений для полегшення роботи зливковоза з кривошипно - шатунним механізмом перекидання злитків.

Пропозиції по модернізації приймальної частини стана 1150 і опис проекту модернізації.



1 - перша складова коромисла; 2,5 - зуб; 3 - стінка; 4 - друга складова коромисла

Рисунок 1.6 – Люлька перекидача до реконструкції

Пропозиції по модернізації приймальної частини стана 1150 спрямовані на те, щоб зменшити паузи зливкоподачі при прокатці, виключити простої стану, пов'язані з витратами часу на проведення поточних ремонтів поворотного столу.

Відповідно до вище перелічених недоліків пропонується наступна альтернатива - зміна геометрії люльки стаціонарного перекидача.

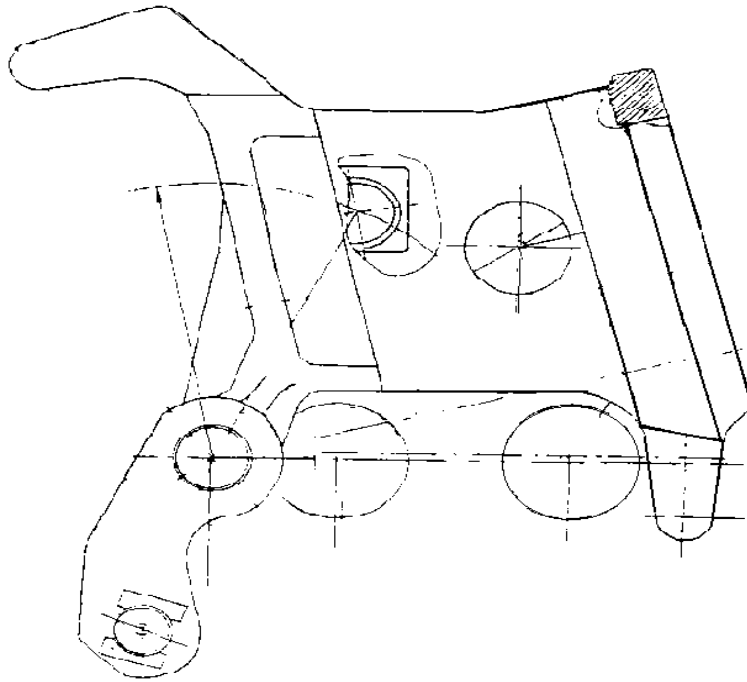


Рисунок 1.7 – Люлька перекидача після реконструкції

Мета зміни геометрії люльки стаціонарного перекидача в тому, щоб нова конструкція перекидача дозволяла кантувати злиток як в сторону стану, так і в бік колодязів; і таким чином розвантажити роботу поворотного столу. На малюнку 2.2 представлена схема дії люльки. Як видно з малюнка кантування злитка можливо тільки в одному напрямку (в бік кліті).

Відсікаючи зуб 2 і видалення стінки 3, в чинній колісці і додаючи зуб, отримуємо нову геометрію. Різниця в геометрії незначна, але важлива. На рисунку 2.3 представлена конструкція, яка могла б кантувати злиток і в сторону нагрівальних колодязів. Відбувається це в такий спосіб. Злиток краном ставиться в отвір утворився після видалення стінки 3. Перекидач канта злиток в сторону колодязів. Це дозволить здійснювати розворот злитка без долі поворотного столу.

Слід врахувати, що видаляється стінка в діючій моделі, а це значить, що вага люльки значно зменшиться. Така обставина надалі може принести

економічну вигоду в плані зменшення потужності електродвигуна цього механізму.

Таким чином при ТО і Р поворотного столу, розворот злитків може здійснювати стаціонарний перекидач.

Також для підвищення температури злитків перед прокаткою рекомендується встановити екран, описаний в п. 2.2.

Дослідження впливу профілю валків на перебіг металу при прокатці слябів і розробка заходів з метою зниження кінцевого обрізу металу.

Однією з особливостей прокатки на слябінг 1150 є деформування металу вертикальними валками, що приводить до обладнання фігурних решт у вигляді «риб'ячого хвоста», що сприяє збільшенню витрати металу.

Зменшення довжини «риб'ячого хвоста» на слябінгу забезпечується за рахунок застосування горизонтальних валків з опуклим профілем бочки.

При деформації такими валками збільшується в кожному проході подовження середніх по ширині ділянок розкату в порівнянні з деформацією циліндричними валками.

В результаті цього в останньому проході різниця в довжині розкату на бічних ділянках і в середині зменшується, обумовлюючи зменшення довжини «риб'ячого хвоста».

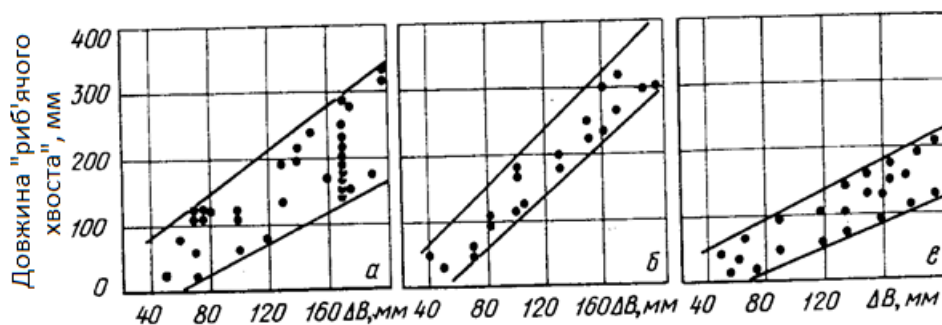


Рисунок 1.—8 Довжина «риб'ячого хвоста» при прокатці слябів в залежності від в циліндричних валках (а, б) і з одним опуклим (в) валком.

При випробуванні трьох комплектів валків з діаметральної опуклістю 4-5 мм встановлювали в нижнє положення. Верхні валки виготовляли з циліндричним профілем бочки.

Вимірювання профілювання валків певним чином позначилося на поперечному перерізі прокатних слябів. При прокатці в циліндричних валках 52 тис. Т. Металу товщина слябів в середині ширини на 2 - 3,5 мм менше, ніж товщина на крайках. В кінці кампанії циліндричних валків (після прокатки 194 тис. Т.) Поперечний переріз сляба має опуклу форму, причому поперечна різнотовщинність досягає 4 - 6 мм.

При прокатці з опуклим нижнім валком протягом всієї кампанії служби валків поперечний переріз сляба має увігнуту форму.

За рахунок застосування опуклого валка різниця в товщині сляба на крайках і в середині, в порівнянні з прокаткою в циліндричних валках, в початок кампанії збільшилася на 2 - 3 мм, а в кінці кампанії (після прокатки 306 тис. Т.) зменшилася на 4-6 мм.

В результаті виконаної реконструкції при установці злитків в новий стаціонарний перекидач пауза між злитками під час прокатки скорочується. Відповідно скорочується час прокатки зливків. Це призводить до підвищення продуктивності слябінга, і відповідно ЦГПТЛ.

Також через зменшення часу проведеного на приймальному рольгангу підвищується температура злитків і отже зменшуються енергосилові параметри (розрахунок наведено нижче). Це призводить до зниження витрати електроенергії. До зниження витрат на енергоресурси веде і скорочення часу роботи поворотного столу.

1.7. Зниження розходу металу за рахунок використання нових типів зливків

Запропоновані зливки типа 2С мають, у порівнянні зі стандартними зливками типа 2Б, збільшену висоту та ширину, що дозволяє підвищити вихідну масу зливка з 18 т до 22 т.

При стандартному процесі прокатки фактична величина обрізи при прокатці зливків типа 2Б і 2С залишається однаковою, а при використанні зливків підвищеної маси знижується величина розхідного коефіцієнта, що дозволить збільшити вихід годного у порівнянні з прокаткою стандартних зливків. Так, при

прокатці зливків 2Б витратний коефіцієнт буде дорівнювати 1,25, а при прокатці зливків типа 2С витратний коефіцієнт буде дорівнювати 1,18.

На ряду з запропонованими новими типами зливків в проекті пропонується зменшити обрізь за рахунок використання обтисків в вертикальних валках при прокатці зливків збільшеної ширини.

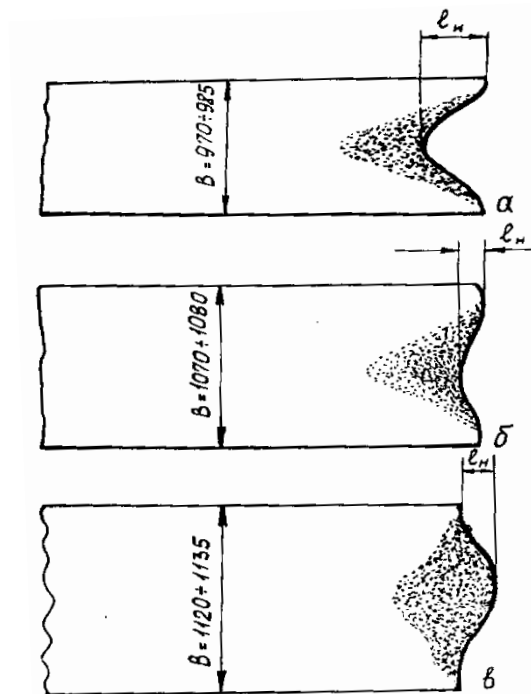


Рисунок 1.9 – Довжина і форма переднього кінцевого розкату при прокатці зливків різної ширини.

Внаслідок збільшення висоти і ширини зливків знижується довжина утворення «риб'ячого хвоста», завдяки цьому кількість обрізі зменшується, що дозволить збільшити вихід придатного металу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок режиму обтисків

Вихідні дані:

$$h_0 \times b_0 = 780 \times 1450 \text{ мм}$$

$$h_k \times b_k = 140 \times 1400 \text{ мм}$$

$$L_0 = 2500 \text{ мм}$$

$$D = 1150 \text{ мм}$$

1. Визначаємо катаючий діаметр валків з врахуванням переточки

$$D_k = 0,9 * D \quad (3.1)$$

$$D_k = 0,9 * 1150 = 1035 \text{ мм}$$

2. Визначаємо величину середнього обтиску за прохід, приймаємо кут захоплення $\alpha = 21^\circ$

$$\Delta h_{\text{cp}} = D_k (1 - \cos \alpha) \quad (3.2)$$

$$\Delta h_{\text{cp}} = 1035 * (1 - \cos 21) = 68 \text{ мм}$$

Приймаємо $\Delta h_{\text{cp}} = 70 \text{ мм}$

3. Визначаємо величину сумарного обтиску

$$\sum h = h_0 - h_k \quad (3.3)$$

$$\sum h = 780 - 140 = 640 \text{ мм}$$

4. Визначаємо кількість проходів

$$n = \frac{\sum \Delta h}{\Delta h_{\text{cp}}} \quad (3.4)$$

$$n = \frac{640}{70} = 9$$

5. Розподіляємо обтиски по проходах

$$\sum \Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4 + \dots + \Delta h_9 \quad (3.5)$$

$$\sum \Delta h = 90 + 85 + 80 + 75 + 70 + 65 + 65 + 55 + 55$$

6. Визначаємо товщину розкату по проходах:

$$h_1 = h_0 - \Delta h_1 = 780 - 90 = 690 \text{ мм} \quad (3.6)$$

$$h_2 = h_1 - \Delta h_2 = 680 - 85 = 605 \text{ мм}$$

$$h_3 = h_2 - \Delta h_3 = 605 - 80 = 525 \text{ мм}$$

$$h_4 = h_3 - \Delta h_4 = 525 - 75 = 450 \text{ мм}$$

$$h_5 = h_4 - \Delta h_5 = 450 - 70 = 380 \text{ мм}$$

$$h_6 = h_5 - \Delta h_6 = 380 - 65 = 315 \text{ мм}$$

$$h_7 = h_6 - \Delta h_7 = 315 - 65 = 250 \text{ мм}$$

$$h_8 = h_7 - \Delta h_8 = 250 - 55 = 195 \text{ мм}$$

$$h_9 = h_8 - \Delta h_9 = 195 - 55 = 140 \text{ мм}$$

7. Визначаємо поширення по проходах:

$$\Delta b_1 = 0.35 * \frac{\Delta h_1}{h_0} * \sqrt{R * \Delta h_1} = 0.35 * \frac{90}{780} * \sqrt{575 * 90} = 10 \text{ мм} \quad (3.7)$$

$$\Delta b_2 = 0.35 * \frac{\Delta h_2}{h_1} * \sqrt{R * \Delta h_2} = 0.35 * \frac{85}{690} * \sqrt{575 * 85} = 10 \text{ мм}$$

$$\Delta b_3 = 0.35 * \frac{\Delta h_3}{h_2} * \sqrt{R * \Delta h_3} = 0.35 * \frac{80}{605} * \sqrt{575 * 80} = 10 \text{ мм}$$

$$\Delta b_4 = 0.35 * \frac{\Delta h_4}{h_3} * \sqrt{R * \Delta h_4} = 0.35 * \frac{75}{525} * \sqrt{575 * 75} = 10 \text{ мм}$$

$$\Delta b_5 = 0.35 * \frac{\Delta h_5}{h_4} * \sqrt{R * \Delta h_5} = 0.35 * \frac{70}{450} * \sqrt{575 * 70} = 10 \text{ мм};$$

$$\Delta b_6 = 0.35 * \frac{\Delta h_6}{h_5} * \sqrt{R * \Delta h_6} = 0.35 * \frac{65}{380} * \sqrt{575 * 65} = 10 \text{ мм};$$

$$\Delta b_7 = 0.35 * \frac{\Delta h_7}{h_6} * \sqrt{R * \Delta h_7} = 0.35 * \frac{65}{315} * \sqrt{575 * 65} = 15 \text{ мм};$$

$$\Delta b_8 = 0.35 * \frac{\Delta h_8}{h_7} * \sqrt{R * \Delta h_8} = 0.35 * \frac{55}{250} * \sqrt{575 * 55} = 15 \text{ мм};$$

$$\Delta b_9 = 0.35 * \frac{\Delta h_9}{h_8} * \sqrt{R * \Delta h_9} = 0.35 * \frac{55}{195} * \sqrt{575 * 55} = 20 \text{ мм}.$$

8. Визначаємо величину сумарного поширення

$$\sum \Delta b = 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 10 + 15 + 15 + 20 = 110 \text{ мм}$$

9. Визначаємо величину сумарного обтиску в вертикальних клітях

$$\sum \Delta h_b = b_0 - b_k + \sum \Delta b = 1450 - 1400 + 110 = 160 \text{ мм} \quad (3.8)$$

10. Розподіляємо обтиск в вертикальних клітях:

$$\sum \Delta h_b = 25 + 25 + 25 + 25 + 20 + 10 + 10 + 10 + 10$$

11. Визначаємо ширину розкату в кожному проході

$$b_1 = b_0 - \Delta h_b + \Delta b_1 = 1450 - 25 + 10 = 1435 \text{ мм} \quad (3.9)$$

$$b_2 = b_1 - \Delta h_b + \Delta b_2 = 1435 - 25 + 10 = 1420 \text{ мм}$$

$$b_3 = b_2 - \Delta h_b + \Delta b_3 = 1420 - 25 + 10 = 1405 \text{ мм}$$

$$b_4 = b_3 - \Delta h_b + \Delta b_4 = 1405 - 25 + 10 = 1390 \text{ мм}$$

$$b_5 = b_4 - \Delta h_b + \Delta b_5 = 1390 - 20 + 10 = 1380 \text{ мм}$$

$$b_6 = b_5 - \Delta h_b + \Delta b_6 = 1380 - 10 + 10 = 1380 \text{ мм}$$

$$b_7 = b_6 - \Delta h_b + \Delta b_7 = 1380 - 10 + 15 = 1385 \text{ мм}$$

$$b_8 = b_7 - \Delta h_b + \Delta b_8 = 1385 - 10 + 15 = 1390 \text{ мм}$$

$$b_9 = b_8 - \Delta h_b + \Delta b_9 = 1390 - 10 + 20 = 1400 \text{ мм}$$

12. Визначаємо площі поперечного перетину по проходах

$$F_1 = h_1 * b_1 = 690 * 1435 = 990150 \text{ мм}^2 \quad (3.10)$$

$$F_2 = h_2 * b_2 = 605 * 1420 = 859100 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = h_3 * b_3 = 525 * 1405 = 737625 \text{ мм}^2$$

$$F_4 = h_4 * b_4 = 450 * 1390 = 625500 \text{ мм}^2$$

$$F_5 = h_5 * b_5 = 380 * 1380 = 524400 \text{ мм}^2$$

$$F_6 = h_6 * b_6 = 315 * 1380 = 434700 \text{ мм}^2$$

$$F_7 = h_7 * b_7 = 250 * 1385 = 346250 \text{ мм}^2$$

$$F_8 = h_8 * b_8 = 195 * 1390 = 271050 \text{ мм}^2$$

$$F_9 = h_9 * b_9 = 140 * 1400 = 196000 \text{ мм}^2$$

13. Визначаємо витягування по проходах

$$\mu_1 = \frac{F_0}{F_1} = \frac{1131000}{990150} = 1,14 \quad (3.11)$$

$$\mu_2 = \frac{F_1}{F_2} = \frac{990150}{859100} = 1,15$$

$$\mu_3 = \frac{F_2}{F_3} = \frac{859100}{737625} = 1,16$$

$$\mu_4 = \frac{F_3}{F_4} = \frac{737625}{625500} = 1,18$$

$$\mu_5 = \frac{F_4}{F_5} = \frac{625500}{524400} = 1,19$$

$$\mu_6 = \frac{F_5}{F_6} = \frac{524400}{434700} = 1,2$$

$$\mu_7 = \frac{F_6}{F_7} = \frac{434700}{346250} = 1,25$$

$$\mu_8 = \frac{F_7}{F_8} = \frac{346250}{271050} = 1,27$$

$$\mu_9 = \frac{F_8}{F_9} = \frac{271050}{196000} = 1,38$$

14. Визначаємо довжину розкату по проходах

$$l_1 = l_0 * \mu_1 = 2500 * 1,14 = 2850 \text{ мм} \quad (3.12)$$

$$l_2 = l_1 * \mu_2 = 2850 * 1,15 = 3280 \text{ мм}$$

$$l_3 = l_2 * \mu_3 = 3280 * 1,16 = 3800 \text{ мм}$$

$$l_4 = l_3 * \mu_4 = 3800 * 1,18 = 4480 \text{ мм}$$

$$l_5 = l_4 * \mu_5 = 4480 * 1,19 = 5330 \text{ мм}$$

$$l_6 = l_5 * \mu_6 = 5330 * 1,2 = 6400 \text{ мм}$$

$$l_7 = l_6 * \mu_7 = 6400 * 1,25 = 8000 \text{ мм}$$

$$l_8 = l_7 * \mu_8 = 8000 * 1,27 = 10160 \text{ мм}$$

$$l_9 = l_8 * \mu_9 = 10160 * 1,38 = 14020 \text{ мм}$$

15. Визначаємо кути захвату по проходах

$$a_1 = \sqrt{\frac{\Delta h_1}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{90}{575}} * 57,3 = 22^\circ \quad (3.13)$$

$$a_2 = \sqrt{\frac{\Delta h_2}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{85}{575}} * 57,3 = 22^\circ$$

$$a_3 = \sqrt{\frac{\Delta h_3}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{80}{575}} * 57,3 = 21^\circ$$

$$a_4 = \sqrt{\frac{\Delta h_4}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{75}{575}} * 57,3 = 20^\circ$$

$$a_5 = \sqrt{\frac{\Delta h_5}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{70}{575}} * 57,3 = 19^\circ$$

$$a_6 = \sqrt{\frac{\Delta h_6}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{65}{575}} * 57,3 = 18^\circ$$

$$a_7 = \sqrt{\frac{\Delta h_7}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{65}{575}} * 57,3 = 18^\circ$$

$$a_8 = \sqrt{\frac{\Delta h_8}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{55}{575}} * 57,3 = 17^\circ$$

$$a_9 = \sqrt{\frac{\Delta h_9}{R}} * 57,3 = \sqrt{\frac{55}{575}} * 57,3 = 17^\circ$$

За результатами розрахунків складаємо підсумкову таблицю

Таблиця 2.1-Результати розрахунків режиму обтисків

№ з\п	h_0 , мм	b_0 , мм	h_1 , мм	b_1 , мм	Δh , мм	Δb , мм	Δh_b , мм	l_0 , мм	l_1 , мм	F , мм ²	μ	a°
1	780	1450	690	1435	90	10	25	2500	2850	990150	1,14	22
2	690	1435	605	1420	85	10	20	2850	3280	859100	1,15	22
3	605	1420	525	1405	80	10	20	3280	3800	737625	1,16	21
4	525	1405	450	1390	75	10	20	3800	4480	625500	1,18	20
5	450	1390	380	1380	70	10	20	4480	5330	524400	1,19	19
6	380	1380	315	1380	65	10	10	5330	6400	434700	1,2	18
7	315	1380	250	1385	65	15	10	6400	8000	346250	1,25	18
8	250	1385	195	1390	55	15	10	8000	10160	271050	1,27	17
9	195	1390	140	1400	55	20	10	10160	14020	196000	1,38	17

2.2. Розрахунок зусилля прокатки

Вихідні дані:

$$t_{\text{пл}} = 1500^{\circ}\text{C}$$

$$\sigma_{\text{в}} = 392 \text{ МН/м}^2$$

1. Визначаємо температурний коефіцієнт

$$k_t = \frac{t_{\text{пл}} - 75 - t}{1500} = \frac{1500 - 75 - 1200}{1500} = 0,15 \quad (3.14)$$

2. Визначаємо опір деформації

$$k = k_t * \sigma_{\text{в}} = 0,15 * 392 = 58,8 \text{ МН/м}^2 \quad (3.15)$$

3. Визначаємо довжину контактної поверхні

$$l = \sqrt{R * \Delta h} = \sqrt{575 * 90} = 227 \text{ мм} \quad (3.16)$$

4. Визначаємо коефіцієнт, який враховує вплив зовнішнього тертя

$$n'_{\sigma} = 1 + f_y \left(\frac{l}{h_c} - 1 \right) = 1 + \frac{1}{3} \left(\frac{227}{735} - 1 \right) = 0,79 \quad (3.17)$$

5. Визначаємо контактний тиск

$$p_{\text{ср}} = k * n'_{\sigma} = 58,8 * 0,79 = 46,4 \text{ МН/м}^2 \quad (3.18)$$

6. Визначаємо площу контактної поверхні

$$F = \frac{b_0 + b_1}{2} * \sqrt{R * \Delta h} = \frac{1450 + 1435}{2} * \sqrt{575 * 90} = 328148 \text{ мм}^2 = 0,328 \text{ м}^2$$

7. Визначаємо повний тиск металу на валки

$$P = p_{\text{ср}} * F = 46,4 * 0,328 = 15,21 \text{ МН} \quad (3.19)$$

Розрахунки в останніх проходах виконуються аналогічно. Результати приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку повного тиску по проходах

№ з\п	p_{cp} , МН / мм ²	F, м ²	P, МН
1	46,4	0,328	15,2
2	47	0,305	14,3
3	47,6	0,293	13,9
4	48,2	0,281	13,5
5	49,3	0,27	13,3
6	49,9	0,248	12,3
7	52,3	0,248	12,9
8	53,5	0,228	12,1
9	57	0,229	13

Приймаємо найбільший повний тиск металу на валки, P=15,2 МН

2.3. Розрахунок продуктивності стана

Вихідні дані:

$$h_0 \times b_0 = 780 \times 1450 \text{ мм}$$

$$h_k \times b_k = 140 \times 1400 \text{ мм}$$

$$L_0 = 2500 \text{ мм}$$

$$D = 1150 \text{ мм}$$

$$n = 9$$

$$V_1 = 0,9 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 1,4 \text{ м/с}$$

$$K_1 = 1,18$$

$$K_2 = 0,9$$

$$\rho = 7,85 \text{ т / м}^3$$

1. Визначаємо об'єм зливка

$$V = h_0 * b_0 * l_0 = 780 * 1450 * 2500 = 2,82 \text{ м}^3 \quad (3.28)$$

2. Визначаємо масу зливка

$$Q = V * \rho = 2,82 * 7,85 = 22,1 \text{ т} \quad (3.29)$$

3. Визначаємо машинний час по проходах

$$t_{M_1} = \frac{l_1}{V_1} = \frac{2390}{0,9} = 3 \text{ с}$$

$$t_{M_2} = \frac{l_2}{V_1} = \frac{2730}{0,9} = 3 \text{ с}$$

$$t_{M_3} = \frac{l_3}{V_1} = \frac{3165}{0,9} = 4 \text{ с}$$

$$t_{M_4} = \frac{l_4}{V_1} = \frac{3705}{0,9} = 4 \text{ с}$$

$$t_{M_5} = \frac{l_5}{V_1} = \frac{4410}{0,9} = 5 \text{ с}$$

$$t_{M_6} = \frac{l_6}{V_2} = \frac{5245}{1,4} = 4 \text{ с}$$

$$t_{M_7} = \frac{l_7}{V_2} = \frac{6450}{1,4} = 5 \text{ с}$$

$$t_{M_8} = \frac{l_8}{V_2} = \frac{8000}{1,4} = 6 \text{ с}$$

$$t_{M_9} = \frac{l_9}{V_2} = \frac{10400}{1,4} = 6 \text{ с}$$

4. Визначаємо сумарний машинний час

$$\sum t_M = t_{M_1} + t_{M_2} + t_{M_3} + t_{M_4} + \dots + t_{M_9}, \text{ с}$$

$$\sum t_M = 3 + 3 + 4 + 4 + 5 + 4 + 5 + 6 + 7 = 40 \text{ с}$$

5. Визначаємо час пауз

$$t_{n_0} = 10 \text{ с} - \text{Задача у кліть}$$

$$t_{n_1} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_2} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_3} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_4} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_5} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_6} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_7} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

$$t_{n_8} = 4 \text{ с} - \text{Реверсування}$$

6. Визначаємо сумарний час пауз

$$\begin{aligned} \sum t_n &= t_{n_0} + t_{n_1} + t_{n_2} + t_{n_3} + \dots + t_{n_9}, \text{ с} \\ \sum t_n &= 12 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 42 \text{ с} \end{aligned}$$

7. Визначаємо ритм прокатки

$$T_n = \sum t_m + \sum t_n = 40 + 42 = 82 \text{ с}$$

8. Визначаємо продуктивність прокатного стану

$$A = \frac{3600 * Q * K_2}{T_n * K_1} = \frac{3600 * 22,1 * 0,9}{82 * 1,18} = 727 \text{ т/год} \quad (3.30)$$

9. Визначаємо середньочасову продуктивність стану

$$A_{\text{ср}} = A * \frac{K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр.ср}}} = 727 * \frac{1,065}{1,006} = 769 \text{ т/год} \quad (3.31)$$

де $k_{\text{тр}}$ – коефіцієнт складності по стану згідно з прокатуємою маркою сталі і розмірами смуг, згідно заводських даних $k_{\text{тр}} = 1,065$;

$k_{\text{тр.ср}}$ – середній коефіцієнт важкості посеред стану, згідно заводських даних $k_{\text{тр.ср}} = 1,006$.

2.4. Основні техніко-економічні показники роботи стану

Розраховуємо табличним методом, виходячи з норм витрат на 1т та цін, що використовуються на підприємстві.

Норми енерговитрат та паливо беремо за статистичними даними підприємств.

$$Z_n = H_n \cdot C_n$$

2.4.1. За проектом

В результаті впровадження заходів щодо удосконалення організації виробництва збільшується за рахунок умовно-постійної частини витрат з переробки.

Умовно-постійні витрати-це витрати, загальна сума яких не залежить від кількості виготовленої продукції, а в зв'язку з ростом виробництва умовно-постійні витрати на 1т зменшуються. Умовно-змінні витрати-це витрати, загальна сума яких за певний час залежить від обсягу виробництва продукції, в зв'язку з ростом обсягу виробництва витрати на 1т залишаються без змін, а на весь обсяг виробництва збільшується.

Сума кожної статті витрат з переробки за проектом розраховується за формулою

$$Z_{пр} = Z_б \cdot D_{змін} + Z_б \cdot D_{пост} / K_{рм}$$

де $Z_б$ -сума з кожної статті витрат з переробки за вихідними даними, грн.

$D_{змін}$ - доля умовно-змінних витрат (коефіцієнт)

$D_{пост}$ - доля умовно-постійних витрат (коефіцієнт)

$K_{рм}$ - коефіцієнт зросту обсягу виробництва для даної марки сталі

Таблиця 2.3 – Відсоток розподілу витрат з переробки на умовно-постійній та змінні

Статті витрат	умовно-змінні, %	умовно-постійні, %
Паливо	60	40
Електроенергія	90	10
Вода	70	30

Продовження таблиці 2.3

Стиснений кисень	80	20
Начислення на оплату	75	25
Допоміжні матеріали	85	15
Змінне обладнання	85	15
Витрати на утримання основних засобів	15	85
Капітальний ремонт	15	85
Поточний ремонт	15	85
Робота транспортних цехів	70	30
Амортизація основних фондів	-	100
Загально-виробничі затрати	-	100
Інші витрати	61	39

2.5. Розрахунок витрат з кожної статті витрат з переробки

Витрати на електроенергію

$$Z_{np} = 28,87 \cdot 0,6 + \frac{28,87 \cdot 0,1}{1,04} = 28,7 \text{ грн}$$

Витрати на воду

$$Z_{np} = 30,13 \cdot 0,7 + \frac{30,13 \cdot 0,3}{1,04} = 29,7 \text{ грн}$$

Витрати на стиснене повітря

$$Z_{np} = 3,5 \cdot 0,8 + \frac{3,5 \cdot 0,2}{1,04} = 3,4 \text{ грн}$$

Витрати на допоміжні матеріали

$$Z_{np} = 15,53 \cdot 0,85 + \frac{15,53 \cdot 0,15}{1,04} = 15,4 \text{ грн}$$

Витрати на оплату праці виробничих робітників

$$Z_{np} = 30,4 \cdot 0,7 + \frac{30,4 \cdot 0,3}{1,04} = 21,56 \text{ грн}$$

Начислення на оплату праці виробничих робітників

$$Z_{np} = 9,2 \cdot 0,75 + \frac{9,2 \cdot 0,25}{1,04} = 9,11 \text{ грн}$$

Витрати на змінне обладнання

$$Z_{np} = 2,5 \cdot 0,85 + \frac{2,5 \cdot 0,15}{1,04} = 2,48 \text{ грн}$$

Витрати на утримання основних засобів

$$Z_{np} = 8,5 \cdot 0,15 + \frac{8,5 \cdot 0,85}{1,04} = 8,22 \text{ грн}$$

Витрати на поточний ремонт

$$Z_{np} = 6,4 \cdot 0,15 + \frac{6,4 \cdot 0,85}{1,04} = 6,19 \text{ грн}$$

Витрати на капітальний ремонт

$$Z_{np} = 5,5 \cdot 0,15 + \frac{5,5 \cdot 0,85}{1,04} = 5,3 \text{ грн}$$

Транспортні витрати

$$Z_{np} = 1,3 \cdot 0,7 + \frac{1,3 \cdot 0,3}{1,04} = 1,28 \text{ грн}$$

Витрати на амортизаційні відрахування

$$Z_{np} = \frac{1,9 \cdot 1}{1,04} = 1,82 \text{ грн}$$

Загально-виробничі витрати

$$Z_{np} = \frac{3,75 \cdot 1}{1,04} = 3,6 \text{ грн}$$

Кількість енерговитрат, води, стисненого повітря визначаємо за формулою:

$$K = \frac{Z_{np}}{Ц}, \text{ де}$$

Ц-ціна(енерго витрат, води, стисненого повітря та інше)

$$K_{\text{електр.ен}} = \frac{28,87}{2155} = 0,0133 \text{ Т}$$

$$K_{\text{вода}} = \frac{29,7}{1778} = 0,0167 \text{ Т}$$

$$K_{\text{ст.пов.}} = \frac{3,4}{253} = 0,0134 \text{ Т}$$

Таблиця 2.4 – Розрахунок витрат з переробки

Найменування витрат	За вихідними даними			За проектом			Відхилення, грн
	Кіл-сть, т	Ціна, грн	Сума, грн	Кіл-сть, т	Ціна, грн	Сума, грн	
Електроенергія, тис. кВт год	0,013396	2155	28,87	0,013340	2155	28,87	0,17
Вода, тис. м ³	0,0014	1778	30,013	0,006	1778	29,7	0,31
Стиснене повітря, тис. м ³	0,017	253	3,5	0,024	253	3,4	0,1
Разом від витрат			62,38			61,97	0,41
Допоміжні матеріали			15,53			15,4	0,13
Опл.праці виробн.робітн.			30,4			21,56	8,84
Начисл.на опл.праці виробн.робітн.			9,2			9,11	0,09
Змінне обладнання			2,5			2,48	0,02
Утриман.осн. засобів			8,5			8,22	0,28
Поточний ремонт			6,4			6,19	0,21
Капітальний ремонт			5,8			5,3	0,5
Робота трансп. цехів			1,3			1,28	0,02

Продовження таблиці 2.4

Амортизація осн. засобів			1,9			1,82	0,07
Загально- виробничі витрати			3,75			3,6	0,15
Витрати з переробки			147,37			136,93	10,44

За результатами розрахунків складаємо калькуляцію 1т прокату.

Таблиця 2.5 – Калькуляція собівартості 1 тони прокату сталі 15кп

Назва	Сума по вихідним даним, грн	Сума по проекту, грн	Відхилення, грн
Задане:	10342,87	10135,80	207,07
Відходи	987,74	853,09	134,65
Задане за винятком відходів	9355,13	9282,71	72,42
Витрати з переробки	143,37	136,93	6,44
Виробнича собівартість 1т прокату	9498,5	9419,64	78,86

2.6. Розрахунок річної економії

В результаті удосконалення технологічного процесу річний економічний ефект може бути одержано за рахунок впливу двох факторів:

1 зменшення витратного коефіцієнту

2 зменшення умовно-постійних витрат в результаті росту обсягу виробництва

Визначаємо річну економію

$$C_{\text{річ}} = (C_1 - C_2) \cdot V_{\text{пр.м}}, \text{ грн, де}$$

C_1 C_2 – собівартість 1т прокату за вихідними даними і за проектом, грн

$V_{\text{пр.м}}$ – річний обсяг виробництва за маркою сталі за проектом, т/год

$$C_{\text{річ}} = (9498,5 - 9419,64) \cdot 533690,7 = 42086848,6 \text{ грн}$$

2.7. Основні техніко-економічні показники роботи

На основі виконаних розрахунків складаємо таблицю основних техніко-економічних показників дипломного проекту.

Таблиця 2.6 – Основні техніко-економічні показники дипломної роботи.

Назва показників	Одиниця вимірюван.	За вихідними даними	За проектом	Відхилення, грн
Поточні простой	год	808,8	746,8	62
% поточних простоїв	%	10	9,2	0,8
Годинна продуктивність стана за маркою сталі	Т/год	700	727	27
Середньогодинна продуктивність стану	Т/год	750	769	19
Річний обсяг виробництва	Т	5645382,8	5459400	185982,8
Річний обсяг виробництва за маркою сталі	Т	533690,7	509530	24160,7

Продовження таблиці 2.6

Штат списковий (Ш _{спис})	осіб		100	
Річний фонд оплати праці робітників дільниці	грн		27600222	
Середньомісячна зарплата 1 робітника	грн		20354	
Собівартість 1т прокату марки сталі 15кп	грн	9498,5	9419,64	78,86
Сума річної економії	грн		42086848,6	

3. МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок валків на міцність

Вихідні дані:

$$P = 15,2 \text{ МН},$$

$$b = 1450 \text{ мм},$$

1. Знаходимо максимальний згинаючий момент по середині бочки валка

$$M_{\text{вигину}} = \frac{P}{2} * \frac{a}{2} - \frac{P}{2} * \frac{b}{4} = \frac{P}{4} \left(a - \frac{b}{2} \right) \quad (3.20)$$

$$M_{\text{вигину}} = \frac{15,2}{4} \left(2,7 - \frac{1,45}{2} \right) = 7,7 \text{ МН} * \text{м}$$

2. Знаходимо обертаючий момент

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{пр}} + M_{\text{тр}}, \quad (3.21)$$

$$M_{\text{тр}} = P_{\text{max}} * d_{\text{ш}} * f_n, \quad (3.22)$$

$$M_{\text{пр}} = P_{\text{max}} * \Psi * \sqrt{R_k * \Delta h}, \quad (3.23)$$

$$M_{\text{пр}} = 15,21 * 0,5 * \sqrt{0,517 * 0,09} = 1,64 \text{ МН} * \text{м}$$

$$M_{\text{тр}} = 15,21 * 0,6 * 0,02 = 0,18 \text{ МН} * \text{м}$$

$$M_{\text{об}} = 0,18 + 1,64 = 1,82 \text{ МН} * \text{м}$$

3. Розраховуємо шийку валка на вигин і кручення

$$\sigma_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{вигину}}}{W_{\text{вигину}}} = \frac{P * l}{0,4 * d_{\text{ш}}^3}, \quad (3.24)$$

$$\tau_{\text{ш}} = \frac{M_{\text{об.ш.}}}{W_{\text{кр.ш.}}} = \frac{M_{\text{об.ш.}}}{0,2 * d_{\text{ш}}^2}, \quad (3.25)$$

$$\sigma_{\text{ш}} = \frac{15,2 * 0,72}{0,4 * 0,633^3} = 104 \text{ МН/м}^2,$$

$$\tau_{\text{ш}} = \frac{1,82}{0,2 * 0,633^2} = 35,87 \text{ МН/м}^2.$$

4. Знаходимо загальне навантаження в небезпечному перетині

$$\sigma_{\text{заг}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} , \quad (3.26)$$

$$\sigma_{\text{заг}} = \sqrt{104^2 + 3 * 35,87^2} = 121,1 \text{ МН/м}^2$$

5. Знаходимо запас міцності в небезпечному перетині

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\text{заг}}} , \quad (3.27)$$

$$n = \frac{900}{121,1} = 7,4$$

Висновок: Запас міцності валка забезпечений

3.2. Розрахунок натискних гвинтів на міцність та динамічний розрахунок електродвигунів привода натискного механізму

Вихідні дані:

$$Y = 15,2 \text{ МН}$$

$$v = 0,25 \text{ М/с}$$

$$s = 48 \text{ мм}$$

$$d = 440 \text{ мм}$$

$$d_{\text{н}} = 350 \text{ мм}$$

1. Натискні гвинти та гайка

$$d_1 = d - 1,7s ,$$

$$d_1 = 440 - 1,7 * 48 = 358 \text{ мм}$$

$$d_2 = d - 0,7s ,$$

$$d_2 = 440 - 0,7 * 48 = 404 \text{ мм}$$

$$\alpha = \arctg \frac{s}{\pi d^2} ,$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{48}{3,14 * 440^2} = \operatorname{arctg} 0,0038$$

$$\alpha = 2^{\circ} 10'$$

2. Напряга стиснення в перерізі нижнього опорного кінця гвинта

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{4Y}{\pi d_{\text{н}}^2},$$

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{4 * 15,2 * 10^6}{3,14 * 350^2} = 158 \text{ МПа}$$

Напряга кручення в тілі гвинта при $M_{\text{в}} = 6,1 \text{ кН} * \text{м}$

$$\tau = \frac{M_{\text{в}}}{0,2d^3},$$

$$\tau = \frac{6,1 * 10^6}{0,2 * 350^3} = 76 \text{ МПа}$$

Матеріал гвинта – сталь 40ХН. Натискна гайка висотою $H=720 \text{ мм}$ і діаметром $D=750 \text{ мм}$; кількість витків різьби

$$z = \frac{H}{s};$$

$$z = \frac{720}{48} = 15;$$

Напряга сум'яття між витками гвинта та гайки

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4Y}{\pi(d^1 - d^2)z};$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 * 15,2 * 10^6}{3,14(440^2 - 385^2)15} = 28,4 \text{ МПа}$$

Напруга сум'яття по площі дотику гайки та станини

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4Y}{\pi(D^1 - d_{\text{отв}}^2)};$$

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{4 * 15,2 * 10^6}{3,14(750^2 - 470^2)} = 56,6 \text{ МПа};$$

3. У період пауз між пропусками металу крізь валки та торці натискних гвинтів діє зусилля від вантажного пристрою врівноваження верхнього валка. На один гвинт це зусилля складає 150 кН. При $\mu_{\text{п}} = 0,1$; $d_{\text{п}} = 520$ мм; $\mu_{\text{р}} = 0,08$; $\phi = 4^{\circ}34'$ знаходимо момент необхідний для обертання гвинта у період пауз

При опусканні гвинта

$$M'_{\text{в}} = 150 \left[\frac{0,52}{3} 0,1 + \frac{0,404}{2} tg(2^{\circ}10' + 4^{\circ}34') \right] = 6,1 \text{ Кн} * \text{м};$$

При підйомі гвинта

$$M''_{\text{в}} = 150 \left[\frac{0,52}{3} 0,1 + 0,202 tg(4^{\circ}34' + 2^{\circ}10') \right] = 3,8 \text{ Кн} * \text{м};$$

4. Кожен натискний гвинт приводиться від окремого вертикального електродвигуна постійного струму потужністю 180 – 270 кВт.

Номінальний момент електродвигуна

$$M_{\text{н}} = \frac{N_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}} = \frac{30}{\pi} * \frac{N_{\text{н}}}{n_{\text{н}}};$$

$$M_{\text{н}} = 9,56 * \frac{180}{500} = 3,44 \text{ Кн} * \text{м};$$

Між двигуном та натискним гвинтом є зубчаста передача з передаточним числом $i=4,5$; передачі $\eta = 0,94$.

Моменти на гвинті приведені к валу електродвигуна

$$M'_{\text{ст}} = \frac{6,1}{(4,5 * 0,95)} = 1,42 \text{ Кн} * \text{м};$$

$$M''_{\text{ст}} = \frac{3,8}{(4,5 * 0,95)} = 0,89 \text{ Кн} * \text{м};$$

5. При повторно-короткочасному режимі електродвигуни працюють при часто повторних прискорень та гальмування. Для розгону мас що обертаються від електродвигуна потрібні додаткові моменти та потужності.

Моменти інерції, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$: якоря електродвигуна 25; проміжкові шестерні 220; натискний гвинт 80;

Приведений к валу електродвигуна момент інерції усіх мас що обертаються

$$J_{\text{пр}} = 25 + \frac{220+80}{i^2};$$

$$J_{\text{пр}} = 25 + \frac{300}{4,5^2} = 40 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

У період розгону і тормозу електродвигун здатен працювати з кутовим прискоренням $\varepsilon = d\omega/dt$, та розвивати динамічний момент:

При опусканні натискного гвинта при $\varepsilon = 50 \text{ л/с}^2$

$$M'_{\text{дин}} = J_{\text{пр}} \cdot \varepsilon;$$

$$M'_{\text{дин}} = 40 \cdot 50 = 2 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

При підйомі натискного гвинта $\varepsilon = 60 \text{ л/с}^2$

$$M''_{\text{дин}} = 40 \cdot 60 = 2,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Моменти на валу електродвигуна у період розгону :

При опусканні натискного гвинта

$$M'_{\text{дв}} = M'_{\text{ст}} + M'_{\text{дин}};$$

$$M'_{\text{дв}} = 1,42 + 2 = 3,42 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

При підйомі натискного гвинта

$$M''_{\text{дв}} = M''_{\text{ст}} + M''_{\text{дин}};$$

$$M''_{\text{дв}} = 0,89 + 2,4 = 3,29 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Закон України «Про охорону праці» визначає, що охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

До основних нормативно-правових актів з охорони праці, що діють на підприємстві належать:

1. Закон України «Про охорону праці».
2. Закон «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування»
3. Кодекс законів про працю КЗпП);
4. Правила охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу (НПАОП 27.01-1.04-09) та інші.

4.1. Технічні рішення щодо безпечної експлуатації стану слябінг 1150.

Відділення стан слябінг 1150 обтискного цеху ПАТ «Запоріжсталь з точки зору небезпечних, поділяється на:

1. Ділянки, відносяться категорії особливо небезпечних (можливість травмування рухомими механізмами, опіки та інше);

ножиці в момент різку, відділення ад'юстажу в момент прибирання слябів на стелажі та їх зачищення.

2. Ділянки, що належать до категорії вибухонебезпечних об'єктів:

нагрівальні колодязі у період їх розпалювання:

зона знаходження маслопродуктів:

зорозподільний пункт №1;

3. Ділянки, що належать до категорії пожежонебезпечних об'єктів:

ножиці.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення таких вимог:

До роботи на дільниці стан слябінг 1150 в якості операторів допускаються особи, які досягли 18-річного віку, що мають

медичний висновок, що така робота їм не протипоказана, що пройшли теоретичне практичне навчання. склали іспити цехової кваліфікаційної комісії і посвідчення на право виконання робіт.

Працівники стану слябінг 1150 зобов'язані знати виконувати наступні мають інструкції: інструкцію з охорони праці № 0.01 для робітників усіх професій, керівників і фахівців цехів комбінату Запоріжсталь інструкцію з ОП № 0.12 з охорони праці для стропальників і технологічну карту на вантажно-розвантажувальні роботи;

струкцію з ОП № 0.06 по застосуванню биркової системи;

виробничу інструкцію і інструкцію з експлуатації нагрівальних колодязів.

Всі робочі станового прольоту повинні бути навчені і мати посвідчення на право виконання робіт з зачеплення і стропування вантажів на робочому місці. Оператори 4 разряду (окальники), що займаються прибиранням окалини, повинні бути навчені управлінню волокуші, а також навчені і мати

посвідчення стропальника.

Адміністрація цеху зобов'язана щорічно проводити перевірку знань робітників станового прольоту по виконуваній роботі. Перевірка знань оформляється відповідними протоколами.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- 1.Перебування людей на рольгангу під час роботи стану слябінг 1150.
- 2.Відпочивати і грітися в заборонених і огорожених місцях.
- 3.Заходити за огороження рухомих частин механізмів. відкривати огорожу і кожухи механізмів під час роботи обладнання.
- 4.Проводити роботи в місцях, де немає габаритів або освітлення.
- 5.Технологічному персоналу забороняється втручатись в роботу електросхем і займатися ремонтом електрообладнання.

4.2. Технічні рішення щодо гігієни праці та виробничої санітарії.

4.2.1. Мікроклімат.

Згідно останньої атестації ЛОНС приміщень цеху, одержані наступні показники мікроклімату.

Таблиця 4.1 – Мікроклімат у приміщенні

Фактори	Дата вимір.	Нормат. знач. (ГДК, ГДР)	Факт. знач.	III-клас – шкідливі та небезпечні умови та характер праці			Час дії фактору, % за зміну
				1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
Температура повітря, °С	01.06.05	15 - 27	28			11,0	91,7
Швидкість пересування повітря, м/сек	01.06.05	0,2 - 0,5	0,3				91,7
Відносна вологість повітря, %	01.06.05	55	29				91,7
Інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	01.06.05	140	5010		5210		91,7

ЗІЗ, що використовують оператори та різники гарячого металу:

Спецодяг, спец. взуття та інші засоби індивідуального захисту:

- 1 Костюм суконний, термін носіння – 2 роки;
- 2 Костюм х\б з вогнестійкою кропіткою, термін носіння – 2 роки;
- 3 Черевики шкіряні, термін носіння – 0,5 року;

- 4 Захисні окуляри;
- 5 Каска;
- 6 «Беруши»;

Усі робочі станового прольоту зобов'язані носити захисні каски та окуляри.

4.2.2. Склад повітря робочого простору.

Виробничий пил виникає внаслідок механічного роздрібнення твердих тіл, транспортування сипучих матеріалів, неповного згоряння горючих речовин і при процесах конденсації (розливання металів, електрозварювання).

Гранично допустимі концентрації компонентів у повітрі робочого простору згідно з ГОСТ 12.1.005 - 88 «Загальні вимоги до складу повітря робочої зони» наведені у таблиці.

Таблиця 4.2 – Зміст повітря робочого простору.

Компонент	Дата вимір.	Норм ат. знач. (ГДК, ГДР)	Факт знач.	III-клас – шкідливі та небезпечні умови та характер праці			Час дії фактора, % за зміну
				1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	
Пил	07.03.00	4,0	8,721		2,2		91,7
Ангідрид сірний	07.03.00	10	6,355				91,7
Марганцю оксиди	07.03.00	0,3	0,234				91,7
Оксиди вуглецю	07.03.00	20,0	14				91,7
Діоксид азоту	07.03.00	2,0	1,346	2,0			91,7

Надані значення перевищують допустимі ГДК по ГОСТ 12.1005 – 88.

Для видалення шкідливих речовин пропонується застосовувати витяжну загально обмінну вентиляцію уздовж дільниці стану.

4.2.3. Виробниче освітлення.

Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно чинити засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частотої переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо-та вибухонебезпека світильників);
- повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

Види виробничого освітлення:

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні

приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

1 Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

2 Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення, та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу. Мінімальна освітленість робочих поверхонь при аварійному освітленні повинна складати 5% від нормованої освітленості робочого освітлення, але не менше 2 лк.

3 Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Його необхідно влаштовувати в місцях, небезпечних для проходу людей; в приміщеннях допоміжних будівель, де можуть одночасно знаходитись більше 100 чоловік; в проходах; на сходових клітках, у виробничих приміщеннях, в яких працює більше 50 чоловік. Мінімальна освітленість на підлозі основних проходів та на сходах при евакуаційному освітленні повинна бути не менше 0,5 лк, а на відкритих майданчиках — не менше 0,2 лк.

4 Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість повинна бути 0,5 лк на рівні землі.

5 Чергове освітлення передбачається у неробочий час, при цьому, як правило, використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

Таблиця 4.3 – Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень.

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
			Освітленість, лк		КПО, %			
			При комбінованому освітленні	При загальному освітленні	При верхньому чи боковому освітленні	При боковому освітленні	При верхньому чи комбінованому освітленні	При боковому освітленні
Високої точності	0,3 – 0,5	III	2000 – 400	500 – 200	5	2	3	1,2
Середньої точності	0,5 – 1,0	IV	750 – 350	300 – 150	4	1,5	2,4	0,9
Малої точності	1 – 5	V	300 – 200	200 – 100	3	1	1,8	0,6
Загальне спостереження за ходом виробничих процесів	---	VIII	---	75 – 30	1	0,3	0,7	0,2

4.2.4. Виробничі шуми та вібрації.

Надмірний шум шкідливо впливає на здоров'я працівників, сприяє виникненню травматизму і знижує продуктивність праці. Робота в умовах підвищеного шуму протягом всього дня викликає стомлення слухових органів. Вухо людини сприймає звуки з частотою від 16-20 до 20000 Гц.

Вимірювання інтенсивності виробничих шумів здійснюється шумометрами. Коливання з частотою більше 20000 Гц називаються ультразвуковими. Ультразвук в значній інтенсивності становить серйозну небезпеку для здоров'я і навіть для життя людини. Дія ультразвукових коливань на організм людини передається як через повітря, так і при зіткненні працюючих предметів, які коливаються з ультразвуковою частотою.

Вібрації - коливання тіл з частотою менше 20 - 16 Гц. Тривалий вплив вібрації великої частоти викликає вібраційну хворобу, яка вражає нервово-м'язову і серцево-судинну систему людини і веде до пошкодження суглобів. При цьому може виникнути часткова втрата працездатності. Для вимірювання вібрацій в цеху використовують віброщупи, що відносяться до приладів неелектричного типу.

Заходи щодо захисту від шуму і вібрації зводяться до наступних, основних:

- заміна виробничих процесів;
- раціоналізація виробничого обладнання;
- будівництво спеціальних фундаментів;
- раціональне поєднання повітреводів з повітродувних машин і кріплень трубопроводів на опорах з амортизуючими прокладками;
- застосування спеціальних амортизуючих прокладок при кріпленні вібруючих агрегатів і компонентів машин
- застосування звукоізолюючих кожухів для закривання особливо шумного обладнання;
- застосування глушників шуму при випуску відпрацьованих газів, пари, повітря;з
- астосування звукоізолюючих і звукопоглинаючих матеріалів;
- використання індивідуальних засобів захисту від шуму і вібрацій.

4.2.5. Виробничі випромінювання.

За нормою рівень тепловипромінювання становить 140 Вт/м^2 , а фактично становить 675 Вт/м^2 .

Для зменшення тепловипромінювання необхідно максимально знижувати температуру джерел теплового випромінювання. У металургійних цехах це здійснюється збільшенням товщини стінок агрегатів, теплоізоляцією їх зовнішньої поверхні або охолодженням цих поверхонь. Також для захисту робітників від теплового випромінювання, а також для зменшення інфрачервоного випромінювання між джерелами випромінювання та робочим встановлюються екрани або заслонки, що зменшують шкідливу дію цих факторів.

4.3. Пожежна безпека.

4.3.1. Технічні рішення системи запобігання пожежі.

Для запобігання пожеж кожен працівник обтисного цеху повинен знати наступну інформацію:

- Відповідно до встановленого на комбінаті порядку, інструктаж з пожежної безпеки проводиться окремо від інструктажу з охорони праці, із занесенням запису до спеціального журналу;
- Перевірка знань основних положень інструкцій з пожежної безпеки проводиться працівникам цеху один раз на рік;
- Особи, відповідальні за пожежну безпеку діляниць і служб, призначені розпорядженням по цеху (яке видається щорічно), одночасно є відповідальними за підготовку устаткування до проведення вогневих робіт;
- Таблички з зазначенням посад та прізвищ осіб, відповідальних за пожежну безпеку, вивішуються на діляницях на видних місцях.

Джерела пожежної небезпеки в цеху:

- Наявність ЛЗР і ГР.
- Горючий газ (природний, коксовий та доменний).

- Наявність лакофарбових матеріалів та розчинників.
- Іскріння в електроустановках.
- Статична електрика.
- Виділення горючих сумішей і пилу в процесі виробництва на агрегатах та вентиляційних установках.
- Мастильні матеріали та їх пари.

Наявність промаслених обтиральних матеріалів.

Ділянка стану 1150 по вибухонебезпеці згідно ДСТУ Б В.1–36:2016 належить до категорії «Г» .

Шляхи евакуації і виходи з приміщень цеху повинні постійно утримуватися вільними. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з приміщення і замикатися на внутрішні запори що легко відмикаються. Сходові марші і площадки повинні мати справні огорожі з поручнями. Шляхи евакуації і виходи повинні бути забезпечені евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм і ПУЕ.

ЛЗР та ГР зберігаються в металічних ящиках або шафах у спеціально обладнаних для цієї мети приміщеннях з вказівкою найменування та норм потреб для цеху. Зберігання ГММ (бензин, керосин, густі та рідкі мастила) у непризначених для цієї мети виробничих приміщеннях **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**.

На робочих місцях можна зберігати у готовому до використання стані, у кількостях не перевищуючих змінну норму витрати, ЛЗР або ГР. Невикористані на протязі зміни ЛЗР або ГР необхідно повертати до кладових цеху. При транспортуванні та зберіганні вибухонебезпечних речовин та матеріалів типу карбїду кальцію, сілікальцію, сілінатрію необхідно уникати потрапляння вологи на них. Використання в приміщеннях із вибухонебезпечними та легкозаймистими матеріалами та речовинами обладнання, візків, інструменту, виконаного не у вибухонебезпечному виконанні **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**. Металеву стружку та використані обтиральні

матеріали по мірі їх накопичення необхідно збирати у металічні ящики та видаляти з виробничих площ по закінченні зміни.

4.3.2. Технічні рішення системи протипожежного захисту.

Усі виробничі, допоміжні та підсобні приміщення відділення нагрівальних колодязів повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок і т.д.), а також пожежним інвентарем згідно вимогам інструкції ПБ № 0.01. Пожежний інвентар, первинні засоби пожежогасіння, пожежні крани та стаціонарні установки пожежогасіння повинні знаходитися на видних та доступних місцях, а також бути пофарбованими у кольори згідно ГОСТ 12.4.026 – 75. Відключення на ремонт якої-небудь ділянки пожежного водопроводу або паропроводу повинно виконуватися тільки після письмового дозволу особи, відповідальної за пожежну безпеку та узгоджено з пожежною охороною комбінату. Категорично **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ** використовувати пожежний інвентар, первинні засоби пожежогасіння та пожежне обладнання для виробничих, господарських та інших потреб, не зв'язаних з пожежогасінням. Особою, відповідальною за справне становище стаціонарних, повітряно-пінних установок, пожежного водопроводу та систем пожежогасіння в цеху, є керівник енергослужби цеху. Він же здійснює їх перевірку, ведення та зберігання документації про них. Відповідальним за укомплектованість пожежних стендів в цеху є майстри

(старші майстри) дільниць, де вони встановлені. Кожний працівник цеху перед початком зміни зобов'язаний на своєму робочому місці (зоні роботи)

Перевірити наявність та склад первинних та стаціонарних засобів пожежогасіння. При виявленні займання у кабельних тунелях, масло підвалах, які неможливо загасити за допомогою вогнегасників, піску, для гасіння пожежі використовується насичена або перегріта пара з температурою до 300°C і тиском 6–18 атм небезпечна для життя людини. Перед ввімкненням систем пожежогасіння необхідно переконатися у відсутності людей у підвалі або тунелі, а потім виконати наступні дії:

- викликати пожежну частину за телефоном «101»;
- вимкнути палаючі кабелі (або електропостачання маслопідвала);

- з'ясувати, у якому відсіку виникла пожежа та переконатися у відсутності там людей;
- зачинити вентиляційні шибери відсіку та сусідніх з ним;
- відчинити розподільний вентиль «Р» на паропроводі того відсіку, у якому виникла пожежа;
- зачинити дренажний вентиль «Д»;
- відчинити запірний вентиль «З»;
- відчинити корінний вентиль «К».

Вогнегасник повітряно-пінний універсальної системі Іванова, призначений для гасіння повітряно-механічною піною легкозаймистих, а також інших горючих рідин та матеріалів у приміщеннях з температурою +2 – 50°C, маючих мережу стисненого повітря. Повітряно-пінний вогнегасник (пінний апарат) системи Іванова призводять до дії два працівника у наступному порядку:

- старший витягує із ящика ствол, розмотує пожежний рукав та прокладає його у напрямку осередку пожежі, приєднує рукав до з'єднуючої головки трубопроводу пінного апарату, і переконавшись у відсутності заломів та скруток рукава, дає команду другому відкрити повітря;
- другий відкриває повітряний вентиль для подачі повітря в апарат.

Порядок використання і ввімкнення стаціонарної повітряно-пінної установки УВП – 400 виконується згідно з інструкцією з експлуатації.

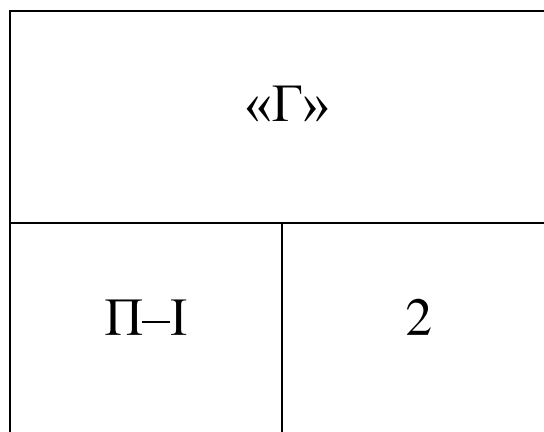


Рисунок 4.1 – Знак пожежонебезпеки

При проектуванні виробничих будівель передбачають можливість безперешкодного виходу з приміщень при виникненні пожеж, вибухів і інших аварій. Шляхи евакуації повинні бути мінімальної довжини.

4.4. Заходи по захисту навколишнього середовища в прокатному виробництві.

Близько 90% всієї сталі, що виплавляється надходить на прокатку. Прокатка - це деформація металу, здавлювання його валками. У порівнянні з іншими переділами чорної металургії в прокатному виробництві утворюються менше пилу і газів. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря в прокатному виробництві є нагрівальні печі, машини вогневої зачистки і травильні агрегати, а також стани гарячої прокатки, над якими утворюються пиловиброси (2,0-18,0 г/г прокату), що містять окалину (оксиди заліза) та інші метали в залежності від ступеня легування сталі і сплаву. Ці викиди надходять через аераційний ліхтар в атмосферу.

Для очищення димових газів нагрівальних печей прокатних цехів від оксидів азоту передбачаються ванадієві каталізатори, вбудовані в котли-утилізатори. В даний час в основному використовують високі димові труби. Для очищення газів машин вогневої зачистки застосовуються скрубери Вентурі, електрофільтри.

Утворені в прокатному виробництві стічні води складають від 30 до 50% загальної їх кількості, що утворюється на підприємстві з повним металургійним циклом. Стічні води утворюються при охолодженні валків, їх шийок і підшипників, змиві і транспортування окалини, а також при охолодженні ножиць та інших допоміжних механізмів. Стічні води містять окалину, масло, емульсію, кислоти, токсичні речовини. Вода забруднюється окалиною при гідрозбиві і гідрзмиві.

Стічні води, що містять окалину в основному освітлюються. Цей процес йде на два етапи: спочатку стічні води проходять відстійники глибокого освітлення, у вторинних відстійниках відбувається більш тонке очищення. Крім відстійників, для очищення стічних вод використовують гідроциклони.

У прокатному виробництві на станах гарячої прокатки використовується система оборотного водопостачання. В даний час на сучасних підприємствах передбачається триступенева система очищення оборотної води. Перший ступінь включає яму для окалини, радіальні відстійники з камерами флокуляції та сітчасті фільтри. В якості другої ступені очищення в системі передбачаються відстійники з вбудованими камерами гідроциклонного типу. На третьому ступені очищення застосовуються спеціальні фільтри антрацито-кварцові або з плаваючим пенополистирольним завантаженням.

Відходи прокатного виробництва утилізуються і переробляються.

ВИСНОВКИ

У загальній частині було розглянуто склад цеху гарячої прокатки в межах стану слябінг 1150, було розібрані технічні характеристики обладнання, потужності електродвигунів приводу робочих валків. Приведено сортамент зливків і марки сталей, які прокатуються на стані, розглянуто сталь 15кп на механічні властивості, хімічний склад, ударна в'язкість. Проаналізовані недоліки роботи обладнання стану та заходи щодо їх усунення, а саме заміну люльки стаціонарного перекидача, та використання нових типів зливків.

У технологічній частині було розраховано режим обтисків, зусилля прокатки, що склало 15,2 МН, та визначена продуктивність стану, яка становить 727 т/год, розраховані основні техніко-економічні показники стана, розрахунок річної економії становив 42086848,6 грн.

У механічній частині було розраховано валки на міцність, в результаті якого було доведено, що запас міцності валків забезпечений. Проведено розрахунок натискних гвинтів на міцність та динамічний розрахунок електродвигунів приводу натискного механізму.

В розділі охорони праці та техногенної безпеки були приведені технічні рішення щодо безпечної експлуатації стану слябінг 1150, Технічні рішення щодо гігієни праці та виробничої санітарії, а саме мікроклімат, склад повітря робочого простору, виробниче освітлення, виробничі шуми та вібрації, виробничі випромінювання. Була розглянута пожежна безпека, а саме технічні рішення системи запобігання пожежі та технічні рішення системи протипожежного захисту. А також були розглянуті заходи по захисту навколишнього середовища в прокатному виробництві.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Серета Б.П. Обробка металів тиском : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 250 с.
2. Серета Б.П. Прокатне виробництво : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Запоріжжя: ЗДІА, 2008. 312 с.
3. Василёв Я.Д., Сафьян М.М. Производство полосовой и листовой стали : учебник для вузов. Киев : Вища школа, Головное издательство, 1976. 192 с.
4. Клименко В.М., Онищенко А.М., Минаев А.А. Горелик В.С. Технология прокатного производства : учебное пособие для вузов. Киев: Вища школа, Головное издательство, 1989. 311 с.
5. Сафьян М.М., Мазур В.Л., Сафьян А.М., Молчанов А.И. Технология процессов прокатки и волочения. Листопрокатное производство : учебник для вузов. Киев: Вища школа, Головное издательство, 1988. 351 с.
6. Жук А. Я., Малышев Г. П., Желябина Н. К., Клевцов О. М. Техническая диагностика. Контроль и прогнозирование : монография. /– Запорожье ЗГИА, 2008. 224 с.
7. Чащин В. В., В. А. Капитанов, Попов Е. С. Использование температурной математической модели при разработке технологии регулируемого охлаждения горячекатаной полосы в рулоне. *Производство проката*. 2008. № 8. С. 17-23.
8. Василев Я. Д., Мінаєв О. А. Теорія поздовжньої прокатки : підручник. Донецьк : УНІТЕХ, 2009. 488 с.
9. Серета Б.П. Термічна обробка металів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 270 с.
10. Серета Б.П. Теорія будови рідкого, кристалічного та аморфного стану речовини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 238 с.
11. Серета Б.П. Металознавство і термічна обробка чорних і кольорових металів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 302 с.
12. Дубовский Б. А., Никифоров Б. А., Радионова Л. В. Исследование влияния технологических параметров горячей прокатки на структуру

низкоуглеродистых и низколигированных марок стали. Производство проката. 2006. №10. С. 15-20.

13. Іващенко О. В. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломного проекту. Запоріжжя : Вид. ЗДІА, 2004. 31 с.

14. Бойчик И. М. Экономика предприятия : учебное издание. Киев : Атика, 2002. 480 с.

15. Покропивного С. Ф. Экономика предприятий : учебник. За об. ред. С.Ф. Покропивного. изд.2-е, переред. и доп. Киев : КНЕУ, 2001. 528 с.

16. Жидецкий В. Ц., Джигирей В. С., Мельников А. В. Основы охраны труда. учебник. изд. 2-е, дополненное. Львов : Афиша, 2000. 350 с.

17. Ткачук К. Н., Иванчук Д. Ф., Сабарно Р. В., Степанов А. Г. Справочник по охране труда на промышленном предприятии. Киев : Техника, 1991. 285 с.

18. Панасейко С. П. Гигиена труда и производственная санитария : учебное пособие для студентов ЗГИА. Запорожье : ЗГИА, 2003. 232 с.

19. Панасейко С. П. Методические указания для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Охрана труда» (раздел «Вентиляция и кондиционирование»). Запорожье : ЗГИА, 2002. 45 с.

20. Пеклов А. А., Степанова Т. А. Кондиционирование воздуха. Киев : Высшая шк., 1978. 328 с.

21. Рижков В. Г. Електробезпека. Методичні вказівки до дипломного та курсового проектування, контрольних робіт і практичних занять для студентів ЗДІА спеціальності „Металургія чорних металів” спеціалізації „Охорона праці та екологія металургійного виробництва” денної та заочної форм навчання / Укл.: В. Г. Рижков. Запоріжжя, 2004. 60 с.