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 технології прокатки штаб 1,6 х1000 мм із сталі 65Г на реверсивному стані 1680**

Виконав: студент IV курсу, групи 6.1362-омт-с
спеціальності 136 Металургія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Обробка металів тиском
(код і назва освітньої програми)
А.Р. Козачухно
(ініціали та прізвище)

Керівник
доц. каф. МТЕТБ,доц., к.т.н. Ю.В. Бондаренко

Рецензент
проф. каф. МТЕТБ, проф,дк.т.н. В.О. Скачков

Запоріжжя – 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Запорізький національний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

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

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. Бєлоконь

“ 20 ” 01 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Козачухно Артему Романовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

Тема роботи (проекту) **Розробка технології прокатки штаб 1,6 х1000 мм із сталі 65Г на реверсивному стані 1680**

керівник роботи (проекту) Бондаренко Юлія Володимирівна, к.т.н., доц.,
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “27” 12 24 р. № 2031-с

1. Строк подання студентом роботи 23 травня 2025 року

2. Вихідні дані до роботи: Матеріали переддипломної практики, курсові проекти, технічна документація , літературні джерела, інтернет-ресурси

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Реферат. Вступ. Загальна частина. Технологічна частина. Механічна частина. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел

Мета кваліфікаційної роботи – **р**озробка технології прокатки штаб 1,6 х1000 мм із сталі 65Г на реверсивному стані 1680

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація виконана в програмі Power Point на 12 слайдах.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
Вступ, реферат, 1–4, висновки, перелік літератури	Бондаренко Ю.В., доц. каф. МТЕТБ	

6. Дата видачі завдання 20.01.2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Реферат, вступ, розділ 1.	21.01.25 – 14.03.25	
2.	Розділи 2 - 3	17.03.25 – 18.04.25	
3.	Охорона праці (розділ 4), висновки, оформлення ПЗ і креслень, підготовка доповіді і презентації.	21.04.25 – 23.05.25	

Студент _____ **Козачухно А.Р.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ **Бондаренко Ю.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено
Нормоконтролер _____ **Карпенко Г.В.**
(підпис) (прізвище та ініціал

Реферат

Кваліфікаційна робота містить: _58_ с., _6_ рис.,_9_ табл.; використано літературних джерела _14_.

ПРОКАТКА, РЕВЕРСИВНИЙ СТАН, ДЕФОРМАЦІЯ, ШТАБА, РЕЖИМ ОБТИСКУ, СТАЛЬ 65Г, ЯКІСТЬ ПРОКАТУ, ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ, ВАЛКИ, МІЦНІСТЬ, ЗУСИЛЛЯ ПРОКАТКИ

Об'єкт дослідження – реверсивний стан 1680 в умовах ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь».

Метою роботи є є розробка технології прокатки штаб 1,6 х1000 мм із сталі 65Г на реверсивному стані 1680

Методи розрахунків – стандартні методики розрахунків у програмних комплексах Excel. Розрахунки, а також аналіз роботи стану на основі реальних виробничих даних.

Матеріал дослідження – сталь 65Г

У роботі бакалавра пропонується технологічний процес виробництва холоднокатаних штаб з нової марки сталі.

Виробництво нового виду продукції дозволяє розширити сортамент металу, що прокатують на стані та залучити більшу кількість замовників.

Збільшення кількості замовників дозволить збільшити прибуток підприємства.

Виконані розрахунки підтвердили можливість прокатки холоднокатаних штаб зі сталі 65Г на реверсивному стані 1680.

ЗМІСТ

ВСТУП……6

1. Загальна частина …….7

1.1 Характеристика ділянки ……...7

1.2.Технічна характеристика обладнання стана…….…….11

1.3 Сортамент стана і марки сталі…….13

1.4 Технологічний процес виробництва……...…….15

1.5 Аналіз недоліків роботи обладнання стану та заходи щодо їх усунення……19

1.6 Заходи щодо збільшення строку служби робочих валків…….22

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА……26

2.1 Розрахунок режиму обтисків……...26

2.2 Розрахунок зусиль прокатки……29

3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА……35

3.1 Розрахунок валків на міцність…….35

3.2 Розрахунок продуктивності стану……..40

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА……42

4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації реверсивного стану 1680……...42

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії ……44

4.3 Пожежнабезпека……50

4.4 Заходи щодо захисту навколишнього середовища в прокатному виробництві ……..….54

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……56

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ……..…….…….57

ВСТУП

Найважливішою галуззю України є чорна металургія. Вона охоплює низку виробництв, найважливішими серед яких є видобуток (підземний и закритий) і збагачення залізних та марганцевих руд, нерудної сировини, виплавляння чавуну, сталі, виробництво прокату, електросплавів, коксу, вторинна обробка металів.

Підприємства чорної металургії зосереджуються у місцях залягання залізних руд, коксівного вугілля. Під час будівництва металургійного заводу враховують наявність родовищ сировини для виробництва вогнетривкої цегли, а також так званих флюсів (вопняків, доломітів), за допомогою яких очищають гарячий розплавлений метал.

Галузь є водомісткою і тому орієнтується також на водні ресурси. В Україні дуже вдало територіально розміщені всі основні ресурси, що використовуються у чорній металургії. Країна має у цьому відношенні чи не найкраще становище в світи, причому запаси всіх потрібних для металургії сировинних ресурсів у Донбасі та Придніпров'ї дуже великі, що і створює сприятливі можливості для розширення металургійного виробництва.

Найбільшими центрами чорної металургії в Україні є Маріуполь, Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Кривий Ріг, Донецьк, Макіївка, Запоріжжя. Найбільше металу в Україні випускають у Дніпропетровській та Донецькій областях.

Прокатне виробництво є складовою завершальною ланкою металургійного циклу. Воно випускає сталеві труби різного діаметра, сортовий і листовий прокат, рейки тощо. Ці вироби широко використовують в усіх галузях господарства. Виробництво прокату чорних металів в Україні досить значне, хоч за останні роки скоротилося.

1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика ділянки

Цех холодної прокатки один з основних цехів комбінату ПАТ «Запоріжсталь». Він призначений для виготовлення холоднокатаної продукції у вигляді листів та рулонів із вуглецевих та легованих марок сталі, жерсті, а також травленої гарячекатаної продукції у вигляді рулонів і листів.

Цех складається з наступних відділень: травильного; прокатного: термічного: дресирувального; відділення жерсті; Травильне відділення складається з травильної лінії №4, у якій відбувається процес видалення окалини з поверхні штаб. Травильний агрегат здійснює травлення металу з вуглецевих і легованих марок сталі в розчині сірчаної кислоти.

Після гарячої прокатки метал охолоджується 2-3 доби. Температура рулонів перед травленням 150°С. Травильна лінія №4 складається з 4-х травильних ван й допоміжного обладнання: розмотувача, окалиноломача, змотувача, зварювальна машина, ножиць для обрізки кінців штаб тошо.

У 2014 році був введений в стрій безперервний травильний агрегат №4, у якому використовується хлористо-кислотне травлення. Травлення на лінії ведеться каскадним методом. Основною перевагою лінії є використання сірчастої кислоти, яка дозволяе оновлювати кислоту за допомогою добавляння кислоти, що у свою чергу вигідно з економічної та екологічної сторони. У своєму складі лінія має травильні ванни, лазерну стикозварювальну машину, яка виявляе дефекти зварки у реальному часі, розмотувача, змотувача та ножиць.

Після травлення рулони направляються на склад рулонів. Прокатне відділення у своєму складі має: безперервний чотирьох клітьовий стан 1680 та реверсивні стани 1200 та 1680. Безперервний чотирьох клітьовий

стан 1680 складається з 4-х послідовно розташованих клітей, що мають у своєму складі два опорних і два робочих валка, а також допоміжного обладнання: підвідного приймального пристрою, поворотного столу, розмо- тувача, моталки барабанного типу та іншого допоміжного обладнання.

Реверсивний стан 1200 складається з 4-х валкової кліті і допоміжного обладнання: підвідного конвеера, перекидача, розмотувача, двох моталок та змотувача. Стан обладнаний двома змотуначами, розташованими з обох боків робочої кліті, за допомогою яких створюють натягнення штаби при прокатці.

Реверсивний стан 1680 сктадасться з 4-х валкової кліті та дономіжного обладнання: підвидного конвеєра, розмотувача, правильно-тягнучої машини, прес-проводки, двох моталок. Робочі валки стана мають діаметр 500 мм, опорні валки 1700 мм, довжина бочки -1680мм. Стан має автономну систему подачі емульсії. Змотувачі барабаного типу встановлені з передньої і задньої сторони кліті. Змотувачі обладнані притискними роликами для запобігання розпушення рулонів.

Після прокатки на станах метал транспортують у декількох напрямках:

-у термічне відділення;

-у відділення жерсті;

Термічне відділення має у своєму складі 19 блоків печей, які складаються з 252-ух стендів і призначені для рекристалізаційного відпалу, холоднокатаних рулонів в одностопних ковпакових печах. Відпал здійснюється при температурі 630-690°С з метою видалення наклепу і залишкових напруг, а також одержання структури, яка забезпечує необхідні механічні і технологічні властивості. Блоки мають автономну систему подачі природного і захисного газів, повітря, електроенергії, води. Нагрівальний ковпак циліндричний, футерований вогнетривкою цеглою. Муфель виготовлений з нержавіючої сталі товщиною 6 мм. Кожен стенд

обладнаний циркуляційним вентилятором для створення конвекції захисного газу під муфелем. Цикл відпалу складається з нагрівання і витримки металу та його охолодження під муфелем.

Основними елементами ковпакових печей є: зовнішній нагрівальний ковпак, муфель, конверторні прокладки, димовий енжектор, газові пальники, циркуляційний вентилятор. Після закінчення витримки рулони надходять на склад дресирувального відділення для охолодження.

Дресирувальне відділення призначене для остаточної обробки, упаковки і відвантаження холоднокатаного металу. У відділенні знаходяться два дресурувальні стана 1700-1 та 1700-2, дресирувальний стан 1680, три агрегати поперечної різки (АПР-1, АПР-2, АПР-3), два агрегати поздовжнього розпуску (АПР-4, АПР-5), два пакувальні конвеєри, дві ділянки сортування металу та дві ділянки пакування рулонів.

Метою дресирування є надання поверхневого наклепу (поверхневе змі- цнення відпаленого металу з метою поліпшення його наступної штампуемості). Надання необхідної шорсткості поверхні, виправлення металу й одержання гладкої блискучої поверхні. Швидкість дресирування складає до 20 м/с. Обтиснення при дресируванні порядку 0,8-1,2%.

На дресирувальному стані, при необхідності, промаслюють штабу в процесі дресирування. Після дресирування рулони направляються або на порізку, або на пакування. На агрегатах поперечної різки оператор здійснює різання рулонної штаби на листи мірної довжини, виправлення, промаслення й укладання листів пакет.

Після різки на агрегатах метал відправляється на пакування чи при необхідності на сортування. Після пакування метал направляється на ділянку відвантаження. Якщо ж у процесі різки на металі був виявлений перегин або інші поверхневі дефекти, то метал відправляють для виправлення на стан 1680, який призначений для виправлення листів і різання штаб на листи.

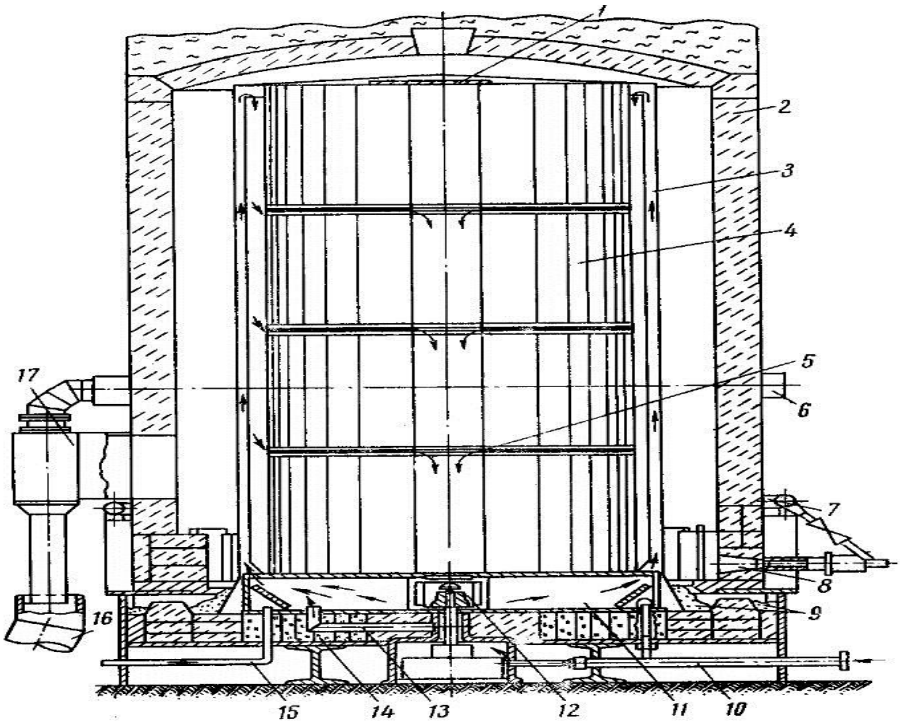


Рисунок 1.1 – Схема одностопної ковпакової печі

Відділення жерсті склаласться з наступних ділянок: 1.Термічного; 2.Прокатного; 3.Гарячого лудіння. Відділення жерсті призначене для виробництва білої та чорної жерсті. У відділені встановлено наступне обладнання: жерстекатальні стани 450 і 650, 4 дресирувальні стани, агрегати гарячого лудіння та агрегат знежирення і мийки.

Підкатом для жерсті служать холоднокатані штаби товщиною 0,5-0,6 мм. Що поступають з прокатного стану 1200. На агрегаті розпуску рулонів підкату здійснюють знежирення й очи- щення поверхні штаби з наступним подовжнім різанням. Для відпалу рулонів жерсті і підкату у відділенні жерсті встановлені ковпакові електропечі. Відпал здійснюється після холодної прокатки металу з метою видалення наклепу і залишкових напруг. У відділенні жерсті прокатка підкату здійснюється на двох безперервних чотирьохклітьових станах 450 і 650. Кожен з безперервних станів складаеться з чотирьохвалкових послідовно розташованих клітей і

допоміжного обладнання: прийомного пристрою, розмотувача, препроводки, моталки барабанного типу, знімача рулонів.

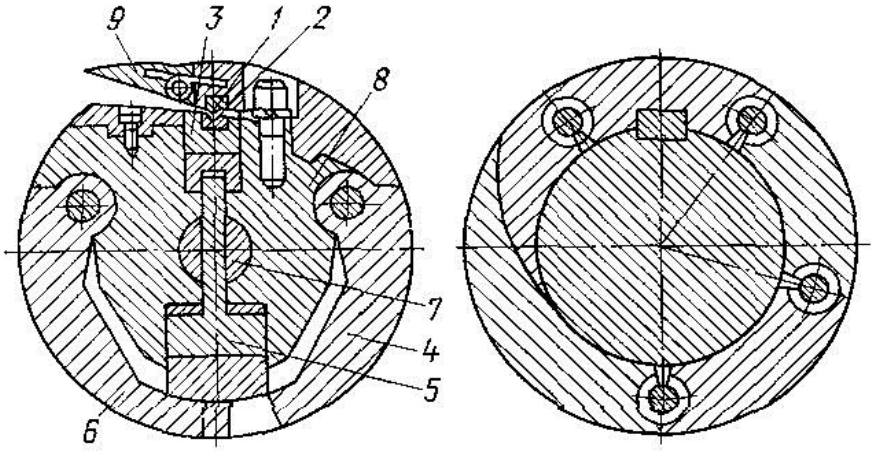
Після прокатки для забезпечення якісного покриття жерсті здійснюється знежирення і мийка прокату. Агрегат знежирення має три самостійні лінії. Для поверхневого зміцнення жерсті і надання 1-ї глянцевої чи жорсткуватої поверхні здійснюється дресирування. Для дресирування штаб у відділенні жерсті встановлені чотири двухвалкові дресирувальні стана. При виробництві білої жерсті після дресирування здійснюється лудіння. У відділенні жерсті здійснюють лудіння гарячим способом. Агрегат гарячого лудіння складається з наступного устаткування: розмотувача, петльової ями, травильної ванни, промивної ванни, ванни для нанесення олова, моталки, Температура олова в розплавленому стані складає 300-320 ºС. Відділення розділки призначене для прокаткий обробки нержавіючої сталі, і має у своему складі: гартівний агрегат, 20-ти валковий стан холодної прокатки, агрегат шліфування штаб (АШС), комбінований агрегат дресирування і різки штаб (КАДРС), а також листові ножиці з нижнім різом. Крім основних відділень до складу ЦХП також входять такі допоміжні служби, як: кранова, механічна, енергослужба, електрослужба, інструментальна та адміністративна. А також дві ділянки по переточуванню, насічці і зборці валків прокатних та дресирувальних станів.

1.2.Технічна характеристика обладнання стана

Реверсивний стан 1680 складається з кліті «кварто» та обслуговуючого конвеєра, обладнання, роликового поворотного столу, перекидача рулонів, розмотувача, роликової прес-проводки, двох моталок барабанного типу та знімача рулонів.

Робочі валки рухаються від електродвигуна потужністю 1650кВт, з регульованим числом оборотів 300-600 за хвилину – через комбінований з шестерненою кліттю редуктор, з передатним числом 3,21. Число оборотів робочих валків-93,5-187 за хвилину. Номінальне навантаження двигуна головного приводу при прокатці 3000А.

Швидкість прокатки: -заправна – до 0,5 м/с; -максимальна робоча до 4,74 м/с.Привід натискних гвинтів від двох електродвигунів по 442 кВт. І 775об/хв, через два редуктори з передавальним числом 1100:1. Швидкість переміщення натискних гвинтів 9,96 мм/хв. Електродвигуни з'єднані роз'ємною електромагнітною муфтою для забезпечення спільної або роздільної роботи гвинтів. Величина переміщення гвинтів вказується продуктметрами, розташованими на постах керування. Врівноваження верхніх опорних і робочих валків здійснюється за допомогою спеціальної гідравлічної системи з тиском мастила 125атм. Прокатні валки: розміри валків: сталь 60Х2СМФ, опорних бочка 9ХФ, матеріал валків: робочих серцевина – 40ХН2МА. Робочі валки-цільноковані із загартованою поверхнею бочки, опорні валки-з насадними бочками. твердість поверхні валків по Шору (ОСТ 24.013.20-90): робочих (бочка) – від 90 до 98од.; опорних (бочка)-від 70 до 85од.



1,2 – губки; 3- верхній клин; 4,6 – сегменти; 5 – нижній клин; 7 – шток; 8 – привідний вал; 9 – козирок

Рисунок 1.2 – Схема барабана моталки реверсивного стана 1680

Діаметр барабана змотувача, 760 мм. ;

Привід від двигуна, 600 кВт ;

Число оборотів, хв. : мінімальне - 28,5, максимальне - 104,37 ;

Діаметр поршня циліндра, 120 мм.;

Моталки барабанного типу встановлені з передньої та задньої сторін кліті. Діаметр барабана моталки 760мм. Привід кожної моталки від мотора 1450кВт, число обертів барабана моталки за хвилину: мінімальне –28,5, максимальне-104,37. Переміщення верхнього столу преспроводки у вертикальної площинності здійснюється від пневмоциліндру.

Реверсивний стан «1680» оснащений двома радіоізотопними товщиномірами , встановленими з лівої та правої сторін за робочою клітиною.

Тиск олії в гідросистемі високого тиску реверсивного стану 1680 має бути в межах 125атм.

1.3.Сортамент стана і марки сталі

Таблиця 1.1 Розміри полос із вуглецевих і низьколегованих марок сталі

Марки сталі	Розмір холоднокатаних муг,мм			Документ,регламентующий хім.складсталі
	товшина	ширина	товшина підкату	
1	2	3	4	5
0,8кп,08пс(для упаковочного листа)	0,5	1000-1220	2,0	ДСТУ 7809-2015
	0,5	1220-1250	2,5	
0,8кп,0,8пс(підкат для жерсті)	0,5	1000-1050	2,3	СТП 226.06.01-14
	0,6;0,7	1000-1230	2,0	
0,8кп,0,8пс,10кп,10с, DC01,DX51D	0,5;0,55; 0,6	1000-1230	2,0	ДСТУ 7809-2015 EN 10130-2006 EN 10346-2015

0,8кп,0,8пс,10кп, DC01,DX51D	0,6;0,65	1250	2,2	ДСТУ 7809-2015 ГОСТ 9045-93 EN 10130-2006 EN 10346-2015
Ст1кп,Ст1сп,0,8кп,0,8сп, 0,8Ю,DC01,DX51D	0,7	1000-1250	2,5	ДСТУ 22651-2005 (ГОСТ 380-2005) EN 10130-2006 EN 10346-2015
	0,8;0,9	1000-1250	2,7	
	1,0-1,3	1000-1250	3,0	
	1,4-1,6	1000-1250	3,5	
	1,7-2,0	1000-1250	3,8	

Марки сталі	Розмір холоднокатаних муг,мм			Документ,регламентующий хім.складсталі
	товшина	ширина	товшина підкату	
15кп,15пс,Ст2кп,Ст2пс, Ст3кп,Ст3пс	0,5;0,6	1000-1050	2,0	ДСТУ 7809-2015 ДСТУ 2651-2005 (ГОСТ 380-2005)
	0,7	1000-1250	2,5	
	0,8;1,0	1000-1250	2,7	
	1,1;1,3	1000-1500	3,0	
	1,4;1,6	1000-1500	3,5	
	1,7;2,0	1000-1500	3,8	
	1,0;1,2	940-1000	2,7	
	0,5;0,6	1000-1050	2,0	
	0,7	1000-1250	2,3	
	0,8-1,0	1000-1250	2,5	
	1,1;1,2	1000-1360	3,0	
Ст3пс(упаковочна стрічка)10,15,20кп 20пс	1,3;1,5	1000-1500	3,0	ДСТУ 7809-2015 Для спокійних марок сталі ширина-не більше 1250мм ДСТУ 2651-2005 ГОСТ 380-2005
	1,6;1,9	1000-1500	3,5	
	2,0	1000-1500	3,8	
20,25,Ст3сп	0,8;1,2	1000	2,0	ДСТУ 7809-2015 ДСТУ 2651-2005 ГОСТ 380-2005
	1,3;1,5	1000-1250	3,0	
	1,6;1,9	1000-1400	3,5	
	2,0	1000-1400	3,8	
10Г2	0,5	1000	2,0	ГОСТ 4543-71
	0,8;2,0	1000	2,3	
	1,3;1,5	1000	2,7	
	1,6;2,0	1000	3,2	
	0,8;2,0	1050	2,7	

60Г,65Г,70Г	1,5	1250	3,0	ГОСТ 14959-79
	2,0	1250	3,2	
55	0,8-2,0	1080	2,7	ДСТУ 7809-2015
45	0,7;1,5	1080	2,7	ДСТУ 7809-2015
10ХНДП	1,0	980-1124	3,0	ДСТУ 8541-2015

Таблиця 1.2-Марки сталі і розміри штаб із легованої сталі

Маркра сталі	Номінальні розміри гарячекатаних штаб,мм		Номінальні розміри холоднокатаних штаб,мм		Примітки
	товщина	ширина	товщина	ширина	
25ХГСА, 30ХГСА, 12Х2НВФА, 19Х2НВФА 23Х2НВФА 25ХСНВФА 30ХСНВФА 28Х3СНМВФА 38Х3СНМВФА 43Х3СМВФА 42Х2ГСНМ 30Х2ГСНВМ	3,0	1030-1230	0,8-2,0	1000-1200	Для всіх легованих марок сталей

Таблиця 1.3-хімічний склад сталі марки 65Г

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,62-0,7	0,17-0,34	0,9-1,2	0,25	0,035	0,035	0,25	0,2

1.4 Технологічний процес виробництва

Перед початком прокатки після простою стану (ремонт, перевалка опорних валків, відсутність металу та ін.) персонал стану повинен: перевірити стан технологічного обладнання та контрольновимірювальних

приладів стану; прокатку починати тільки за повної справності всього обладнання та приладів стану; перед заміною емульсії, зробити миття гарячою водою преспроводки за станом; після ремонту обладнання стану промити гарячою водою з позначкою про це в книзі рапортів майстрів змін; відібрати пробу емульсії визначення концентрації; перевірити візуальним оглядом стан відбійника емульсії

Категорично забороняється проштовхувати рулони по конвеєру ударами кранової скоби або рулоном, що знаходиться на скобі, щоб уникнути пошкодження кромок і поверхні рулонів.

Похилим приймальним рольгангом рулони подаються на поворотний стіл, який повертається на 90°, нахиляється і переміщує рулон на перекидач. Нахилом перекидача (від пневматичного циліндра) рулон їх обертанням скочується на опорні ролики люльки розмотувача та повертається в положення, зручне для захоплення відгиначем кінця зовнішньоговитка рулону, після чого затискається боковими направляючими, потім конен зовнішнього витка рулону піднімається опирателем в крайнє верхнє положення для заправки в ролики, що тягнуть.

Налаштування стану має забезпечити: отримання необхідної по заходу площині, рівномірної по довжині полоси; оптимальне натягненя; дотримання режимів обтискання, передбачених інструкцією.

Після перевалки опорних робочих валків, також довготривалого простою стану, коли валки були розведені на значну величину, вальцівник стану включає натискний пристрій і,щоб уникнути утворення перекосу валків, стежить за показаннями продуктиметрів, щоб опускання обох подушок верхнього опорного валка було строго однаковим. У разі відставання однієї з подушок необхідно вимкнути натискний пристрій, з'ясувати та усунути причину утворення перекосу, після чого продовжувати опускання опорного валка. Коли навантаження на двигун натискного пристрою досягне 20-40А, поштовхом провертаються робочі валки та перевіряється обертання опорних валків. Якщо один з опорних

валків не обертається, то знову вмикається натискний пристрій, і валки додатково притискаються (приблизно до 50А) до повного зіткнення. Як тільки опорні валки почнуть обертатися, проводиться запуск табору; при цьому валки, обертаючись, рясно поливаються емульсією по всій довжині бочки. За наявності рівномірного езазору між робочими валками, емульсія буде на передній бік усієї довжини бочки валка. При просочуватиметься дотику валків емульсія, ологодаря опуклості, віджиматиметься від середини до країв бочки валка.

Валки вважаються встановленими без перекосу, якщо відстані по краях бочку місцях проходження емульсії рівні.

Контроль за правильним встановленням валків у кліті, в процесі прокатки, здійснюється у напрямку переднього обтисненого кінця штаби виробляється на номінальну товщину допускними відхиленнями по товщині відповідно до ст. 1900420, інший або вимоги .Стан, перед згореверсуванням, зупиняється з таким розрахунком, щоб задній кінний не дійшов на 1,0-1,2 м до осі робочих валків.

У момент зупинки стану перед реверсуванням окрім проведення обов'язкового розведення, щоб мати можливість приймати штабу на праву моталку при другому зворотному пропуску штаби через валки; роликова прес-проводка підніметься. Всі механізми стану реверсуються на мінімальній швидкості поштовхами, і передній кінець штаби (раніше колишній заднім) задається в зів правої моталки.

Після захоплення заднього кінця штаби правою моталкою та створення натягу старший вальцювальник вимірює товщину штаби ручним мікрометром, і налаштовує стан на необхідну товщину. Для вимірювання товщини штаби ручним мікрометром стан зупиняється, налаштовується на задану товщину, потім працює на мінімальній швидкості; після коригування товщини по ізотопному товщиноміру перекладається на робочу швидкість, на якій працює до моменту, поки на моталці, що розмотує, залишається 10-15 витків. Потім стан переводиться на

мінімальну швидкість, на якій проводиться прокатка до максимально можливого розмотування рулону (на барабані моталки залишається 1.5 витка рулону), після чого стан і моталки реверсуються, і прокатка ведеться у зворотному напрямку (на моталці, що розмотує, також залишаються 1,5 витка) кожного пропуску, перед реверсуванням, необхідно робити додатковий запас не обтиснутої штаби довжиною 100-150мм, щоб уникнути потраплення потовщеної ділянки штаби у валки. Уповільнення та зупинка стану здійснюється автоматично за допомогою безконтактної системи точного зупинки. При ручному управлінні оператори постів №22 та №23 після кожного пропуску виготовляють запису довжини штаби, по яких виконують уповільнення стану. Казаний порядок прокатки ведеться відповідно до числа пропусків, необхідні для отримання остаточної товщини штаби. Після прокатки на остаточну товщину стан зупиняється, забрало правої моталки відкривається, звільняється задній кінець штаби, валки розводяться на величину, достатньо для вільного виходу заднього не обтисненого кінця штаби. Пропускається на заправній швидкості через підняту прес-проводку в розведені валки, подається до барабана моталки, заводиться в зів барабана і починається перемотування. 1,0-1,2 м. Стан зупиняється, прес-проводка піднімається, валки встановлюються на задане обтиснення, Задній кінець штаби на заправній швидкості подається до моталки і заводиться в зів її барабана. Подальший порядок операцій при прокатці – відповідно до п.п.

При прокатці необхідно звертати особливу увагу на натяг штаби між кліткою та моталками. Натяг контролюється за показаннями амперметрів, що знаходяться на постах управління №22 та №23. Натяг на барабані розмотує та намотує моталок має бути максимальним, але не більше 800А. При прокатці штаби товщиною від 0,5 до 0,7мм в останньому пропуску, щоб виявити розрив штаби, натяг необхідно зменшити до 300-450А. При прокатці зміну натягу проводити плавно, без ривків, а при реверсуванні попередньо зменшити натяг, а потім плавно підвищувати його до

необхідного рівня.При прокатці вуглецевого металу, величини натягу штаби в останньому пропуску повинні відповідати зазначеним у (щоб уникнути зварювання витків рулонів). Величина натягу штаби між кліттю і моталкой в останьому пропуску (для всього діапазону швидкостей).

Прокатаний рулон знімається барабана лівої моталки, після чого упаковується гарячекатаною сталевою стрічкою товщиною від 1,8 до 2,0мм наступним чином: а) змотаний рулон оператор стану затримує на підйомному столі знімача рулонів у такому положенні, щоб кінець штаби рулону до столу знімача; б) вальцювальник або його підручний простягає під рулон через спеціальну проводку пакувальну стрічку, запраяляет обидва кінці стрічки в замок, натягує стрічку за допомогою пакувальної машинки, потім загинає «вушка» замка молотком (цим закріплюються кінці стрічки в замку); в) оператора головного поста, особисто переконавшись, що рулон упакований і в приямці приймального стелажу відсутні люди, нахилом столу скидає рулон. На приймальний стелаж лінійки для скочування рулонів повинні бути чистими, без потік-олії. У разі потреби, а також при прокатці плавок з особливими вимогами до чистоти поверхні та відповідальних замовлень, може використовуватись підкладний папір.

1.5 Аналіз недоліків роботи обладнання стану та заходи щодо їх усунення.

Реверсивный стан «1680» був збудований майже на початоку існування цеху взагалі. За роки свого існування, незважаючи на деякі нововведення, він трохи застарів та потребує фундаментальних дій щодо його реконструкції. Проявом застарілості стана є його низька продуктивність, та хоча якість виробляемої продукції гарна, вона також

потребує впровадження нового та автоматизації старого обладнання. З модернізацією реверсивного стана «1680» стане питання про реконструкцію деякого обладнання інших дільниць.

З метою поліпшення показників роботи стану та якості прокату пропонують провести наступну модернізацію окремого устаткування реверсивного стану «1680»:

На даний момент низька швидкість знімання холоднокатаних рулонів з барабана змотувача (0,25 м/с) гальмує роботу стана. Пропонується підвищити швидкість змотувача рулонів до 0,5 – 0,75 м/с, що дозволить підвищити продуктивність стана за рахунок зменшення простоїв.

Підмотка рулонів (при пориві зварювального шва чи при прокатці одинарних рулонів) проводиться но малій швидкості – 0,5 м/с, навіть із затримками. Пропонується встановити захльостувач штаби для заправки штаби на барабан змотувача. Це практично усуне ручну працю технологів, а це у свою чергу буде запобігати отриманню травми, та рішуче збільшить продуктивність стана за рахунок збільшення швидкості заправки штаби до 1,5 – 2 м/с.

На стані також пропонується змінити застарілий існуючий розмотувач на розмотувач барабанного типу, а це у свою чергу дозволить скоротити час задачі рулону, та тим самим підвищити продуктивність стана. Встановивши такий розмотувач ми також підвищимо якість прокату, тому що розмотувачем барабанного типу ми усунемо такі дефекти, як крихта та подряпини.

Існуючі електродвигуни практично відпрацювали свій вік та дуже впливають на собівартість прокату через те, що споживають велику кількість електроенергії. Тому пропонується змінити ці електродвигуни на сучасні, менш електроємні та більш стійкі до зносу. Замінивши їх ми зможемо економити на електроенергії, що споживається, на простоях стану через ремонт та на коштах, які виділяються на проведення ремонту.

Пропонується встановлення нових імпульсних та центробіжних датчиків для регулювання швидкостей та натягнення. Бо існуючі системи електроприводів не задовольняють технологічні вимоги регулювання та підтримання натягнення. А це в свою чергу призводить до частих простоїв через те, що вони фізично зносилися, майже відпрацювали свій вік, а схеми регулювання взагалі морально зістарілися.

Так як у цеху холодного прокату усі процеси тісно пов’язані один з одним, то на процес прокатки безпосередньо вплине й модернізація обладнання інших відділень цеху. Аналізуючи недоліки прокатки, те що впливає на збільшення простоїв та зменшення продуктивності та фактори впливу на якість, були прийняті наступні рішення:

1) В термічному відділені вже встановлено частину новітніх ковпакових печей фірми «Ебнер» та передбачається заміна тієї частини застарілих печей яка лишилася. У цих печах відпал відбувається у захисному водневому середовищі. Це дозволить виробляти листи з більш високою якістю поверхні.

2) Пропонується реконструювати існуючій агрегат для промаслювання рулонів з встановленням приладу для промаслювання прокату у електростатичному полі. Це дозволить підвищити швидкість промаслювання з 1,5 – 3 м/с до 4 – 6 м/с, з меншою витратою мастила (щільність нанесення мастила – 1,5 г/м2 на робочій швидкості).

Перераховані можливі нововведення потребують надзвичайно великих капіталовкладень та займе дуже багато часу. На початку продуктивність обладнання різко впаде, тому що потрібно буде зупиняти його на встановлення нового обладнання, через що завод понесе величезні збитки. Тому спершу потрібно буде все ретельно обґрунтувати та переглянути усі можливі варіанти, щоб обладнання даремно не простоювало без роботи. Та згодом, після закінчення строку окупаємості, буде величезний стрибок у зменшені собівартості, покращенні умов праці, та підвищення продоктивності.

Для збільшення строку служби робочих валків, що позитивно сприятиме збільшенню продуктивності стана, дипломним проектом пропонується застосування текстурованих та хромованих валків, що розглядається далі в спеціальній частині (п.2.2).

1.6 Заходи щодо збільшення строку служби робочих валків

У процесі експлуатації стану було виявлено один з найважливіших недоліків роботи, що дуже негативно впливає на продуктивні показники стану, - це короткий строк роботоспроможності робочих валків, через низьку стійкість до зносу корисної поверхні цих валків.

Причини перевалювання валків станів холодної прокатки різноманітна та залежить від особливостей їхнього застосування. Інколи це обумовлено втратою форми валка (випуклістю), но більш частіше – загальне погіршення поверхні, коли гладкі валки зношують грубі, чи коли грубі зношують гладкі.

Заміна валків при холодній прокатці проводиться у результаті дефекту “вдавлини”, яка отримується у процесі попадання окалини чи крихти, частинок зломів кромки штаби між робочими валками. Коли прокатка ведеться на умовно стальних валках, поверхня їх зношується нерівномірно, з’являється, так звана “лимона кірка”, яка з’являється у результаті різноманітного складу структури валків.

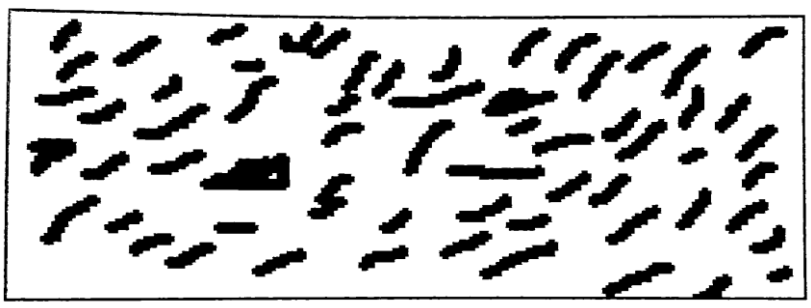


Рисунок 1.3 - Поверхня штаби, яка отримана при прокатці на вироблених валках.

Ступінь цього дефекту залежить від кількості прокатаних тон металу. Вимоги, які пред'являються до поверхні штаби обмежують використання робочих валків при прокатці. Норма прокату на робочих валках без перевалювання – не більше 300 т, при прокатці металу товщиною 0,5-0,6 мм-небільше 100 т.

Особливо важливо зменшити знос мікрорельєфу поверхні робочих валків при отримані поверхні металу з "грубим" мікрорельєфом. Прокатка штаби на знову насічених валках з метою отримання металу для глибокої витяжки. Валки у цьому випадку приходиться часто змінювати через знос поверхні та отримання "гладкої" поверхні бочки валка.

Даним дипломним проектом пропонується застосування робочих валків на реверсивному стані «1680» з текстурованою на хромованою поверхнею, яка буде захищати корисну поверхню валка від зносу. Свої висновки та обґрунтування будуються на певних аналогічних дослідах, які проводилися у прокатному відділенні ЦХП.

Перед початком випробувань потрібно підготовити декілька пар робочих валків згідно ТІ 226-П.ХЛ1-03-03: вихідний профіль бочок валків: нижній робочій валок – циліндричний, верхній випуклість від -0,20 до +0,50 мм в залежності вид виробленості валків.

Попарно робочі валки, підготовлені до звалювання, проходять операцію текстурування та хромування електрнолітичним методом. Згідно того, як валки зношуються під час прокатки, було встановлено оптимальну товщину для проведення випробувань; ця товщина дорівнювала 0,00518…0,0254 мм. Проте у процесі випробування сталася неочікувана ситуація – хром, нанесений на валки, почав викришуватися та залишав видні відбитки на поверхні прокатуємого металу. Причиною цього явища було те, що слой хрому перевищував необхідні значення. Дослідженнями було встановлено оптимальну товщину нанесення хрому – 0,01016 мм для гладких шліфованих валків.

В процесі прокатки робилися заміри та огляди поверхонь плакованих валків та прокатуємого металу. З отриманих результатів зроблено висновки, що середнє значення залишкової шорсткості поверхні бочок хромованих валків (які відпрацювали повну компанію) на 21% більше, ніж у робочих валків з насіченою поверхнею при однакових об’ємах прокатую. Даний показник дає нам можливість зробити висновок про більшу стійкість текстурованої та хромованої поверхні валків.

При цьому середнє значення шорсткості штаб, прокатаних у кінці компанії роботи хромованих валків, склало 1,280 Ra, що на 5% більше, ніж у штаб прокатаних на насічених валках, що засвідчує про більшу стійкість запропонованих валків.

Візуально поверхні штаб, прокатаних на хромованих валках, мають більш гомогенну структуру с чітко вираженими макронерівностями та піками.



Рисунок 1.4 - Структура поверхні штаби, прокатаної на хромованих валках.

Використання валків з текстурованою та хромованою поверхнею дозволить використовувати їх більш довгий термін, через те що ступінь

зносу валків з твердим хромованим покриттям нижче, ніж умовно стальних валків. Знос плакованих валків зменшується більш ніж у три рази при прокатці маловуглецевих сталей, та в 10 разів при прокатці нержавіючих марок сталей.

Знос плакованих валків – рівномірний, у той час як знос гладкої основи стальних не хромованих валків призводе до дефекту “лимона кірка”. Проте плакований слій хрому не охороняє валок від надавів та ум’ятин, які зачасти виникають із-за неякісної поверхні зварювальних швів. Щоб забезпечити належну якість потрібно удосконалити стикозварювальні машини, бо цей негативний показник впливає на всі послідуючі операції переділу: починаючи від прокатки та закінчуючи дресируванням й порізкою.

Після прокатки штаб на хромованих валках та текстурованих валках далі по переділу виникали деякі негативні, проте незначні, явища: після дресирування готовий прокат має середню забрудненість 729 мг/м2, що набагато перебільшує забрудненість штаб, прокатаних на звичайних валках (182 мг/м^2).

Незважаючи на всі негативні наслідки, метал, прокатаний на хромованих та текстурованих валках, має належну якість, таку ж як і прокатаний на звичайних валках.

З використанням хромованих та текстурованих валків ми отримаємо збільшення строку використання валків без планових перевалювань в середньому в 6 разів. А це у свою чергу дуже гарно вплине на продуктивність стана та на собівартість продукції в подальшому. Виникає питання про дороговизну хромування валків. Але якщо на комбінаті встановити хоча б один свій агрегат електролітичного плакування, ця сума рішуче зменшиться. А в подальшому гроші, які б використовувалися на переточку та перешліфовку 6 пар звичайних валків підуть на перешліфовку та плакування лише однієї пари валків, а це набагато дешевше.

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок режиму обтисків

Вихідні дані:

$h_0 x b_0 = 3,2x1000$ мм

$h_к x b_к = 1,6x1000$ мм

G =11 т

Марка сталі – 65Г

2.1.1 Визначаємо загальний коефіцієнт обтисків

$$\eta_{общ} = h_к / h_0 = 1,6/3,2 = 0,5 \quad (2.1)$$

2.1.2 Визначаємо середній коефіцієнт обтисків

$$\eta_{ср} = \sqrt[n]{\eta_{общ}}$$

де n – кількість проходів

$$\eta_{ср} = \sqrt[5]{0,5} = 0,87 \quad (2.2)$$

2.1.3 Розподіляємо обтиски по проходах

$$\eta_{общ} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5 = 0,81 \times 0,83 \times 0,87 \times 0,9 \times 0,95 = 0,5 \quad (2.3)$$

2.1.4 Визначаємо товщину металу по проходах

$$h_1 = h_0 \eta_1 = 3,2 \times 0,81 = 2,6 \text{ мм} \quad (2.4)$$

$$h_2 = h_1 \eta_2 = 2,6 \times 0,83 = 2,16 \text{ мм}$$

$$h_3 = h_2\ \eta_3 = 2{,}16 \times 0{,}87 = 1{,}88 \text{ мм}$$

$$h_4 = h_3\ \eta_4 = 1{,}88 \times 0{,}9 = 1{,}7 \text{ мм}$$

$$h_5 = h_4\ \eta_5 = 1{,}7 \times 0{,}95 = 1{,}6 \text{ мм}$$

2.1.5 Визначаємо абсолютні обтиски по проходах

$$\Delta h_1 = h_0 - h_1 = 3{,}2 - 2{,}6 = 0{,}6 \text{ мм} \quad (2.5)$$

$$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 2{,}6 - 2{,}16 = 0{,}44 \text{ мм}$$

$$\Delta h_3 = h_2 - h_3 = 2{,}16 - 1{,}88 = 0{,}28 \text{ мм}$$

$$\Delta h_4 = h_3 - h_4 = 1{,}88 - 1{,}7 = 0{,}18 \text{ мм}$$

$$\Delta h_5 = h_4 - h_5 = 1{,}7 - 1{,}6 = 0{,}1 \text{ мм}$$

2.1.6 Визначаємо відносні обтиски по проходах

$$E_{h1} = \Delta h_1 / h_0 \cdot 100\% = 0{,}6 / 3{,}2 \times 100\% = 18{,}75\ \% \quad (2.6)$$

$$E_{h2} = \Delta h_2 / h_1 \cdot 100\% = 0{,}44 / 2{,}6 \times 100\% = 16{,}92\ \%$$

$$E_{h3} = \Delta h_3 / h_2 \cdot 100\% = 0{,}28 / 2{,}16 \times 100\% = 12{,}96\ \%$$

$$E_{h4} = \Delta h_4 / h_3 \cdot 100\% = 0{,}18 / 1{,}88 \times 100\% = 9{,}57\ \%$$

$$E_{h5} = \Delta h_5 / h_4 \cdot 100\% = 0{,}1 / 1{,}7 \times 100\% = 5{,}88\ \%$$

2.1.7 Визначаємо сумарні відносні обтиски

$$\sum E_{h1} = (h_0 - h_1) / h_0 \cdot 100\% = (3{,}2 - 2{,}6) / 3{,}2 \times 100\% = 18{,}75\ \% \quad (2.7)$$

$$\sum E_{h2} = (h_0 - h_2) / h_0 \cdot 100\% = (3{,}2 - 2{,}16) / 3{,}2 \times 100\% = 32{,}5\ \%$$

$$\sum E_{h3} = (h_0 - h_3) / h_0 \cdot 100\% = (3{,}2 - 1{,}88) / 3{,}2 \times 100\% = 41{,}25\ \%$$

$$\sum E_{h4} = (h_0 - h_4) / h_0 \cdot 100\% = (3{,}2 - 1{,}7) / 3{,}2 \times 100\% = 46{,}87\ \%$$

$$\sum E_{h5} = (h_0 - h_5) / h_0 \cdot 100\% = (3{,}2 - 1{,}6) / 3{,}2 \times 100\% = 50\ \%$$

2.1.8 Визначаємо кути захвату по проходах

$$\alpha_i = \sqrt{\Delta h_i / R} \times 57,3 \quad (2.8)$$

$$\alpha_1 = \sqrt{0,6/250} \times 57,3 = 2,81\ °$$

$$\alpha_2 = \sqrt{0,44/250} \times 57,3 = 2,4\ °$$

$$\alpha_3 = \sqrt{0,28/250} \times 57,3 = 1,92\ °$$

$$\alpha_4 = \sqrt{0,18/250} \times 57,3 = 1,54\ °$$

$$\alpha_5 = \sqrt{0,1/250} \times 57,3 = 1,14\ °$$

2.1.9 Визначаємо площу поперечного перерізу

$$F_n = h_n \times b_n \quad (2.9)$$

$$F_1 = h_1 \times b_1 = 2,6 \times 1000 = 2600\ мм^2$$

$$F_2 = h_2 \times b_2 = 2,16 \times 1000 = 2160\ мм^2$$

$$F_3 = h_3 \times b_3 = 1,88 \times 1000 = 1880\ мм^2$$

$$F_4 = h_4 \times b_4 = 1,7 \times 1000 = 1700\ мм^2$$

$$F_5 = h_5 \times b_5 = 1,6 \times 1000 = 1600\ мм^2$$

3.1.10 Визначаємо витяжки за проходами

$$\mu_n = F_{n-1} / F_n \quad (2.10)$$

$$\mu_1 = 3200/2600 = 1,23$$

$$\mu_2 = 2600/2160 = 1,2$$

$$\mu_3 = 2160/1880 = 1,15$$

$$\mu_4 = 1880/1700 = 1,1$$

$$\mu_5 = 1700/1600 = 1,06$$

3.1.11 Визначаємо швидкість прокатки

$$\upsilon = \pi D n / 60 \quad (2.11)$$

де n - число обертів робочих валків

$$\upsilon = 3,14 \times 0,5 \times 100/60 = 2,7 \text{ м/с}$$

Таблиця 2.1- Підсумкова таблиця розрахунку режиму обтисків

№ прох	h_0, мм	$h_к$, мм	Δh, мм	E, %	∑E, %	α, °	F_n, $мм^2$	M	υ, м/с
1	3,2	2,6	0,6	18,75	18,75	2,81	2600	1,23	2,7
2	2,6	2,16	0,44	16,92	32,5	2,4	2160	1,2	2,7
3	2,16	1,88	0,38	12,96	41,25	1,92	1880	1,15	2,7
4	1,88	1,7	0,28	9,57	46,87	1,54	1700	1,1	2,7
5	1,7	1,6	0,1	5,88	50	1,14	1600	1,06	2,7

2.2 Розрахунок зусиль прокатки

2.2.1 Визначаємо довжину осередку деформації

$$\ell_i = \sqrt{R\Delta h_i} \qquad (2.12)$$

$$\ell_1 = \sqrt{250 \cdot 0,6} = 12,25 \text{ мм}$$

$$\ell_2 = \sqrt{250 \cdot 0,44} = 10,48 \text{ мм}$$

$$\ell_3 = \sqrt{250 \cdot 0,38} = 9,75 \text{ мм}$$

$$\ell_4 = \sqrt{250 \cdot 0,28} = 8,37 \text{ мм}$$

$$\ell_5 = \sqrt{250 \cdot 0,1} = 5 \text{ мм}$$

2.2.2 Визначаємо середню висоту осередку деформації

$$h_{ci} = (h_{i-1} + h_i)/2 \qquad (2.13)$$

$$h_{C1} = (3,2 + 2,6)/2 = 2,9 \text{ мм}$$

$$h_{C2} = (2,6 + 2,16)/2 = 2,38 \text{ мм}$$

$$h_{C3} = (2,16 + 1,88)/2 = 2,02 \text{ мм}$$

$$h_{C4} = (1,88 + 1,7)/2 = 1,79 \text{ мм}$$

$$h_{C5} = (1,7 + 1,6)/2 = 1,65 \text{ мм}$$

2.2.3 Визначаємо коефіцієнт тертя

$$f_{yi} = k_{fi} \cdot (0,07 - (0,1 \cdot \upsilon_i^2)/(3\upsilon^2 + 2\upsilon + 2)) \qquad (2.14)$$

де k_{fi} – коефіцієнт, що враховує вплив змащення, $k_{fi} = 1$

$$f_{yi} = 0,07 - (0,1 \cdot 7,29)/(3 \cdot 7,29 + 2 \cdot 2,7 + 2) = 0,045$$

2.2.4 Визначаємо першу номографічну величину

$$\delta = (f_{yi} \cdot \ell_i / h_{ci})^2 \qquad (2.15)$$

$$\delta_1 = (0,045 \cdot 12,25/2,9)^2 = 0,036$$

$$\delta_2 = (0,045 \cdot 10,48/2,38)^2 = 0,039$$

$$\delta_3 = (0,045 \cdot 9,75/2,02)^2 = 0,047$$

$$\delta_4 = (0,045 \cdot 8,37/1,79)^2 = 0,044$$

$$\delta_5 = (0,045 \cdot 5/1,65)^2 = 0,018$$

2.2.5 За графіком залежності границі текучості від ступеня деформації визначаємо границю текучості нагартованого металлу

$$\sum E_{h0} = 0 \% \qquad \sigma_{t0} = 350 \text{ МН/м}^2 \qquad (2.16)$$

$$\sum E_{h1} = 18,75 \% \qquad \sigma_{t1} = 580 \text{ МН/м}^2$$

$$\sum E_{h2} = 32,5 \% \qquad \sigma_{t2} = 690 \text{ МН/м}^2$$

$$\sum E_{h3} = 41,25 \% \qquad \sigma_{t3} = 745 \text{ МН/м}^2$$

$$\sum E_{h4} = 46,87 \% \qquad \sigma_{t4} = 765 \text{ МН/м}^2$$

$\sum E_{h5} = 50\ \%$ $\sigma_{t5} = 780\ МН/м^2$

2.2.6 Визначаємо натяг переднього й заднього кінців штаби

$$\sigma_i = (0{,}3 \div 0{,}35)\ \sigma_{ti} \qquad (2.17)$$

$\sigma_0 = 0{,}3 \cdot 350 = 105$ МПа

$\sigma_1 = 0{,}3 \cdot 580 = 174$ МПа

$\sigma_2 = 0{,}3 \cdot 690 = 207$ МПа

$\sigma_3 = 0{,}3 \cdot 745 = 223$ МПа

$\sigma_4 = 0{,}3 \cdot 765 = 229$ МПа

$\sigma_5 = 0{,}3 \cdot 780 = 234$ МПа

3.2.7 Визначаємо середній натяг переднього й заднього кінців штаби

$$\sigma_{ci} = (\sigma_{i-1} + \sigma_i)/2 \qquad (2.18)$$

$\sigma_{c1} = (105 + 174)/2 = 139{,}5$ МПа

$\sigma_{c2} = (174 + 207)/2 = 190{,}5$ МПа

$\sigma_{c3} = (207 + 223)/2 = 215$ МПа

$\sigma_{c4} = (223 + 229)/2 = 226$ МПа

$\sigma_{c5} = (229 + 234)/2 = 231{,}5$ МПа

2.2.8 Знаходимо другу номографічну величину

$$(2R f_в(1{,}15\ \sigma_t - \sigma_c))/(93000\ h_C) \qquad (3.19)$$

$(2 \cdot 250 \cdot 0{,}045\ (1{,}15 \cdot 580 - 139{,}5))/(93000 \cdot 2{,}9) = 0{,}044$

$(2 \cdot 250 \cdot 0{,}045\ (1{,}15 \cdot 690 - 190{,}5))/(93000 \cdot 2{,}38) = 0{,}0613$

$(2 \cdot 250 \cdot 0{,}045\ (1{,}15 \cdot 745 - 215))/(93000 \cdot 2{,}02) = 0{,}077$

$(2 \cdot 250 \cdot 0{,}045\ (1{,}15 \cdot 765 - 226))/(93000 \cdot 1{,}79) = 0{,}088$

$(2 \cdot 250 \cdot 0{,}045\ (1{,}15 \cdot 780 - 231{,}5))/(93000 \cdot 1{,}65) = 0{,}097$

2.2.9 По номограмі М.Стоуна визначаємо значення величини X [1]

$$X_1 = 0{,}21 \quad (2.20)$$

$$X_2 = 0{,}21$$

$$X_3 = 0{,}24$$

$$X_4 = 0{,}26$$

$$X_5 = 0{,}18$$

2.2.10 Визначаємо коефіцієнт, що враховує вплив зовнішнього тертя

$$n'\delta_1 = 1{,}112 \quad (2.21)$$

$$n'\delta_2 = 1{,}112$$

$$n'\delta_3 = 1{,}131$$

$$n'\delta_4 = 1{,}143$$

$$n'\delta_5 = 1{,}095$$

2.2.11 Знаходимо довжину осередку деформації з врахуванням сплющування валків

$$\ell_c = X_i \cdot h_c / f \quad (2.22)$$

$$\ell_{c1} = 0{,}21 \cdot 2{,}9/0{,}045 = 13{,}53 \text{ мм}$$

$$\ell_{c2} = 0{,}21 \cdot 2{,}34/0{,}045 = 10{,}92 \text{ мм}$$

$$\ell_{c3} = 0{,}24 \cdot 2{,}02/0{,}045 = 10{,}77 \text{ мм}$$

$$\ell_{c4} = 0{,}26 \cdot 1{,}79/0{,}045 = 10{,}34 \text{ мм}$$

$$\ell_{c5} = 0{,}18 \cdot 1{,}6/0{,}045 = 6{,}04 \text{ мм}$$

2.2.12 Визначаємо опір деформації в умовах лінійного стиску з урахуванням ступеня наклепу

$$k = (\sigma_{ti-1} + \sigma_{ti})/2 \quad (2.23)$$

$$k_1 = (350 + 580)/2 = 465 \text{ МН/м}^2$$

$$k_2 = (580 + 690)/2 = 635 \text{ МН/м}^2$$

$$k_3 = (690 + 745)/2 = 717,5 \text{ МН/м}^2$$

$$k_4 = (745 + 765)/2 = 755 \text{ МН/м}^2$$

$$k_5 = (765 + 780)/2 = 772,5 \text{ МН/м}^2$$

Тому що $\ell_i/h > 1$, то приймаємо $n''\delta_i = 1$.

Приймаємо $n_в = 1,15$, тому що b/ℓ 1000/12,25 >5

2.2.13 Визначаємо коефіцієнт, що враховує вплив натягу

$$n'''\delta = 1 - (\sigma_0 + \sigma_{1)}) /(2 \text{ k} \cdot n_в) \qquad (2.24)$$

$$n'''\delta_1 = 1 - (105 + 174)/(2 \cdot 465 \cdot 1,15) = 0,7391$$

$$n'''\delta_2 = 1 - (174 + 207)/(2 \cdot 635 \cdot 1,15) = 0,7391$$

$$n'''\delta_3 = 1 - (207 + 223)/(2 \cdot 717,5 \cdot 1,15) = 0,7394$$

$$n'''\delta_4 = 1 - (223 + 229)/(2 \cdot 755 \cdot 1,15) = 0,7397$$

$$n'''\delta_5 = 1 - (229 + 234)/(2 \cdot 772,5 \cdot 1,15) = 0,7394$$

2.2.14 Визначаємо контактний тиск

$$P_{ср} = k_i \cdot n_в \cdot n'\delta_i \cdot n''\delta_i \cdot n'''\delta_i \qquad (2.25)$$

де $n_в$ – коефіцієнт, що враховує вплив ширини штаби

$n'\delta$ - коефіцієнт, що враховує вплив зовнішнього тертя

$n''\delta$ - коефіцієнт, що враховує вплив зовнішніх зон

$n'''\delta$ - коефіцієнт, що враховує вплив натягу

$$P_{ср1} = 465 \cdot 1,15 \cdot 1,112 \cdot 0,7391 = 439 \text{ МПа}$$

$$P_{ср2} = 635 \cdot 1,15 \cdot 1,112 \cdot 0,7391 = 600 \text{ МПа}$$

$$P_{ср3} = 717,5 \cdot 1,15 \cdot 1,131 \cdot 0,7394 = 690 \text{ МПа}$$

$$P_{ср4} = 755 \cdot 1,15 \cdot 1,143 \cdot 0,7397 = 734 \text{ МПа}$$

$$P_{ср5} = 772,5 \cdot 1,15 \cdot 1,095 \cdot 0,7394 = 719 \text{ МПа}$$

2.2.15. Визначаємо зусилля прокатки

$$P = P_{ср} \cdot b \cdot \ell_c; \quad F = b \cdot \ell_c \qquad (2.26)$$

де F – площа контактної поверхні

$$P_1 = 439 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}01353 = 5{,}94 \text{ МН}$$
$$P_2 = 600 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}01092 = 6{,}55 \text{ МН}$$
$$P_3 = 690 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}01077 = 7{,}43 \text{ МН}$$
$$P_4 = 734 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}01034 = 7{,}59 \text{ МН}$$
$$P_5 = 719 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}00604 = 4{,}34 \text{ МН}$$

Таблиця 2.2- Підсумкова таблиця розрахунку зусилля прокатки

№ пр	ℓ, мм	C, мм	f_y	δ	$_t$,МН/м^2	σ, МПа	X	n'	ℓ_c, мм	K	$P_{ср}$, МПа	P, МН
1	12,25	2,9	0,045	0,044	580	174	0,21	1,112	13,53	465	439	5,94
2	10,48	2,38	0,045	0,0613	690	207	0,21	1,112	10,92	635	600	6,55
3	9,75	2,02	0,045	0,077	745	223	0,24	1,131	10,77	717,5	690	7,43
4	8,37	1,79	0,045	0,088	765	229	0,26	1,143	10,34	755	734	7,59
5	5	1,65	0,045	0,097	780	234	0,18	1,095	6,04	772,5	719	4,34

3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок валків на міцність

3.1 Визначаємо розподіл зусилля між робочими і опорними валками

Після перешліфовки.

$$K = \left(\frac{D_{on}}{D_p} \right)^4 \tag{3.1}$$

$$K = \left(\frac{1{,}35}{0{,}5} \right)^4 = 53{,}14$$

3.2 Зусилля, яке сприймає робочий валок

$$P_p = \frac{P}{1 + \frac{D_{on}}{D_p}} \tag{3.2}$$

$$P_p = \frac{7{,}59}{1 + 53{,}14} = 0{,}14 \text{ МН}$$

$$P_{оп} = P - P_p, \text{ МН}$$

$$P_{оп} = 7{,}59 - 0{,}14 = 7{,}45 \text{ МН}$$

Таким чином робочі валки сприймають тільки 0,14/7,59·100% = 1,85 % від загального тиску на валки при прокатці.

3.3 Момент вигину по середині бочки робочого валка

$$M_p = \left(\frac{Pp}{8}\right) \cdot a \qquad (3.3)$$

де P_p –зусилля, яке сприймає робочий валок

а– довжина бочки робочого валка

$$a = l_б + l_ш/2 + l_ш/2$$

$$a = 1680 + 250/2 + 250/2 = 1930 \text{ мм}$$

$$M_p = \left(\frac{0,14}{8}\right) \cdot 1,93 = 0,034 МН \cdot м$$

2.3.4 Максимальний момент вигину від різниці горизонтальних натягів штаби

$$M_т = P_p \cdot T\left(a \cdot \frac{b}{2}\right) \qquad (3.4)$$

$$T = Q_0 - Q_1,$$

де Q_0 – натягнення заднього кінця штаби;

Q_1 – натягнення переднього кінця штаби;

$Q_0 = \sigma_1 \cdot F_1$

σ_1 – натяг кінця штаби

F_1 – площа поперечного перерізу

$$Q_0 = 174 \cdot 0,0026 = 0,4524 \text{ МНм}$$

$$Q_1 = 229 \cdot 0,0017 = 0,3893 \text{ МНм}$$

$$T = 0,4524 - 0,3893 = 0,0631 \text{ МН}$$

$$M_т = 0,14 \cdot 0,0631\left(1,68 - \frac{1}{2}\right) = 0,01 \text{ МН} \cdot м$$

3.5 Результуючий момент вигину посередині бочки робочого валка

$$M'_p = \sqrt{Mp^2 + Mт^2} \qquad (3.5)$$

$$M'_р = \sqrt{0{,}034^2 + 0{,}01^2} = 0{,}11 МН \cdot м$$

3.6 Максимальна напруга посередині бочки робочого валка

$$\sigma_р = \frac{M'р}{0{,}1 \cdot Dр^3} \qquad (3.6)$$

$$\sigma_р = \frac{0{,}11}{0{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot 10^3} = 8{,}8 \text{ МН/м}^2$$

3.7 Згинаючий момент в небезпечному перетині шийки робочого валка

$$M_{згин} = Pр\ (a - b)/4 \qquad (3.7)$$

$$M_{згин} = 0{,}14\frac{(1{,}93 - 1{,}0)}{4} = 0{,}033 \text{ МН} \cdot м$$

де $a = l_б + l_ш/2 + l_ш/2$

b - ширина штаби

а - відстань між опорами

$$a = 1680 + \frac{250}{2} + \frac{250}{2} = 1930 \text{ мм}$$

3.8 Згинаюча напруга в небезпечному перетині шийки робочого валка

$$\sigma_ш = \frac{Mзгин}{0{,}1 \cdot dш^3} \qquad (3.8)$$

$$\sigma_ш = \frac{0{,}033}{0{,}1 \cdot 0{,}26^3} = 18{,}77 \text{ МН/м}^2$$

3.9 Визначаємо момент прокатки

$$M_{пр} = P \cdot a = P \cdot \ell_c \cdot \psi \qquad (3.9)$$

$$a = 0{,}4 \cdot 10{,}34 = 0{,}004136 \text{ мм}$$

$$M_{пр} = 7{,}59 \cdot 0{,}004136 = 0{,}03139 \text{ МН·м}$$

3.10 Визначаємо момент тертя

$$M_{тр} = Pd_{оп}f_{п}\frac{Dp}{Dоп} \quad (3.10)$$

де $f_п$ - коефіцієнт тертя = 0,005

$$M_{тр} = 7{,}59 \cdot 1{,}35 \cdot 0{,}005 \cdot \frac{0{,}5}{1{,}35} = 0{,}018975 \text{ МН·м}$$

3.11 Визначаємо момент натягу

$$M_н = (Q_0 - Q_1)\cdot R \quad (3.11)$$

$$M_н = 0{,}0631 \cdot 0{,}250 = 0{,}015 \text{ МН·м}$$

3.12 Визначаємо обертаючий момент

$$M_{об} = M_{дв} = M_{пр} + M_{тр} + M_н \quad (3.12)$$

$$M_{об} = 0{,}03139 + 0{,}018975 + 0{,}015 = 0{,}065 \text{ МН·м}$$

3.13 Дотична напруга при обертанні в небезпечному перетині шийки робочого валка

$$\tau_{ш.р} = \frac{Моб}{0{,}2\cdot d^3} \quad (3.13)$$

$$\tau_{ш.р} = \frac{0{,}065}{0{,}2\cdot 0{,}26^3} = 18{,}5 \text{ МН} \cdot \text{м}^2$$

3.14 Результуюча напруга у загрозливому перетині

$$\sigma_{рез} = \sqrt{\sigma ш.р^2 + 3 \cdot \tau ш.р^2} \quad (3.14)$$

$$\sigma_{рез} = \sqrt{18{,}77^2 + 3 \cdot 18{,}5^2} = 37{,}1 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

3.15 Запас міцності робочого валка

$$n_р = \frac{[\sigma_b]}{\sigma_{рез}} \quad (3.15)$$

$$n_р = \frac{[750]}{37{,}1} = 20{,}2$$

3.16 Вигибаючий момент посередині опорного валка

$$M_{оп} = \frac{Роп(\frac{a-b}{2})}{4} \quad (3.16)$$

$$M_{оп} = \frac{7{,}45(\frac{3-1{,}0}{2})}{4} = 1{,}85 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

3.17 Результуюча напруга у загрозливому перетині шийки опорного валка

$$\delta_{ш.оп} = \frac{M_{ш.оп}}{0{,}1 \cdot d_ш^3}, \quad (3.17)$$

$$\delta_{ш.оп} = \frac{1{,}85}{0{,}2 \cdot 0{,}85^3} = 15 \text{ МН/м}$$

3.18 Запас міцності шийки опорного валка

$$n_ш = \frac{[750]}{15} = 50 \quad (3.18)$$

3.2 Розрахунок продуктивності стану

3.2.1 Знаходимо годинну продуктивність за наступною формулою

$$A_ч = \frac{3600 \cdot G}{T} \cdot \frac{K1}{K2}; \quad (3.19)$$

де G – вага рулону = 11 т

K_1 – коефіцієнт використання обладнання = 0,9

K_2 – витратний коефіцієнт = 1,142

3.2.2 Визначаємо машинний час

$$t = \frac{G}{h_к \cdot b_п \cdot \rho} \quad (3.20)$$

$$t_1 = \frac{11}{0{,}0026 \cdot 1 \cdot 7{,}85} = 569 \text{ с}$$

$$t_2 = \frac{11}{0{,}00216 \cdot 7{,}85} = 649 \text{ с}$$

$$t_3 = \frac{11}{0{,}00188 \cdot 7{,}85} = 745 \text{ с}$$

$$t_4 = \frac{11}{0{,}0017 \cdot 7{,}85} = 824 \text{ с}$$

$$t_5 = \frac{11}{0{,}0016 \cdot 7{,}85} = 876 \text{ с}$$

3.2.3 Визначаємо сумарний машинний час

$$\Sigma t_м = \frac{t1}{\upsilon} + \frac{t2}{\upsilon} + \frac{t3}{\upsilon} + \frac{t4}{\upsilon} + \frac{t5}{\upsilon} \quad (3.21)$$

$$\Sigma t_м = \frac{569}{2{,}7} + \frac{649}{2{,}7} + \frac{745}{2{,}7} + \frac{824}{2{,}7} + \frac{876}{2{,}7} = 211 + 240 + 276 + 305 +$$

$$+324 = 1356 \text{ с}$$

3.2.4 Визначаємо час пауз

$\Sigma t_н$ = 277 с.

Завдання переднього кінця штаби в правильну машину - 80с

Завдання переднього кінця штаби в стан - 60с

Завдання заднього кінця штаби в моталку - 47с

Збирання рулона зі стану - 90с

3.2.5 Визначаємо ритм прокатки

$$T = \Sigma t_м + \Sigma t_н \quad (3.22)$$

$$T = 1356 + 277 = 1633\ с$$

3.4.6 Визначаємо годинну продуктивність

$$А_ч = \frac{3600 \cdot 11}{1633} \cdot \frac{0,9}{1,142} = 19,1\ т/г \quad (3.23)$$

Таблиця 3.3- Вихідні дані для розрахунку середньої продуктивності

$N^n/_n$	Марка сталі	Продуктивність, т/г	Об'єм виробництва, %
1	65Г	19,1	4
2	Сталь 08ПС	30	62
3	20ПС	31,5	13
4	1ПС	34,5	11
5	10Г2	17,97	10

$$А_{ср.ч} = \frac{1}{\frac{4}{19,1}+\frac{62}{30}+\frac{13}{31,5}+\frac{11}{34,5}+\frac{10}{17,97}} = 28,2\ т/г$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі трудової діяльності (стаття 1 закону «Про охорону праці» від 21.11.02).

Правовою основою охорони праці на ПАТ «Запоріжсталь» є Конституція України, закони України: «Про охорону праці», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», Кодекс законів про працю (КЗпП), а також підзаконні нормативні акти: Правила охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу (НПАОП 27.1-1.04-09); Правила охорони праці в металургійній промисловості; «Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві», а також розроблене на їх основі «Положення про систему управління охороною праці на ПАТ

«Запоріжсталь».

4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації реверсивного стану 1680

На реверсивному стані холодної прокатки 1680 застосовується реверсивний процес прокатки, тобто метал знаходиться відразу у всіх клітях, які зменшують час процесу прокатки і кількість допоміжних операцій, це зменшує можливі випадки травматизму.

Умови праці під час холодної прокатки більш сприятливі внаслідок незначних тепловиділень і відсутності пилу. Але слід зазначити, що умови роботи на реверсивному стані 1680 ускладнюються тим, що робоча зона

розташована в безпосередній близькості до стану і не захищена закритою кабіною. В повітрі можлива наявність високомолекулярних жирних кислот, оксиду вуглецю, хлору. Тому реверсивний стан холодної прокатки 1680 повинен бути обладнаний місцевою витяжною вентиляцією.

Небезпечними виробничими факторами на прокатному стані є наступні: захоплювання валками і сполучними шпинделями; затягування рук при подачі кінців рулонів в розмотуючі і змотуючі барабани; удари кінцем листа з боку намотувального барабана; спостерігаються випадки травмування частинами уламків, які відлітають при розриві прокатуваного листа; пари змащувально-охолоджувальної рідини можуть викликати подразнення слизової оболонки верхніх дихальних шляхів.

Технічні засоби безпеки на стані холодної прокатки повинні виключати можливість: ведення процесу при несправності кінцевих вимикачів, пристроїв заземлення, огороджень; вимикання стану при перебуванні працюючих в небезпечній зоні біля стану. Щоб уникнути травмування повинні бути виключені всі роботи з ручним завданням або іншими операціями на стані шляхом механізації й автоматизації роботи прокатного стану. Для запобігання травмуванню робітників сполучні шпинделі і муфти огороджують не тільки збоку, але і зверху. Для запобігання виходів розкатів в сторону прокатне поле рекомендується огороджувати міцними суцільними бортами з нахилом.

У зв'язку з можливістю відколювання і відльоту уламків металу від валків під час прокатки, а також розриву штаби, збоку клітей необхідно встановити запобіжні металеві сітки.

Запобіжні кожухи прокатного стану необхідно обов'язково обладнати блокуванням, що виключає можливість включення стана при їх відсутності.

Вентилі, які регулюють подавання емульсії, мають бути винесені убік від клітей на безпечну відстань. На клітях повинні бути встановлені

відбивні щитки, які перешкоджають розбризкуванню емульсії на робочі місця.

Травмонебезпечні операції по стропуванню і перевезенню валків на візку. Візок повинен завантажуватися не вище бортів. При стропуванні і знятті валків працюючий повинен знаходитись збоку візка.

Вальцювальники і їх підручні повинні дотримуватися ряду правил техніки безпеки. Насамперед, це стосується робіт, пов'язаних з перебуванням працюючих біля робочої кліті стану: перевалка, зачистка, чистка емульсивного колектора. Перед пуском стана вальцювальник зобов'язаний перевірити справність стану, наявність необхідних огорож і запобіжних пристроїв, переконатися у відсутності робітників поблизу частин стану і допоміжного обладнання, що обертаються. Після цього подати встановлений сигнал.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

На ділянці стана на здоров'я робітників впливають шкідливі хімічні і психологічні чинники технологічного процесу: підвищені рівні шуму, запиленість, загазованість, низька освітленість.

До виробничої санітарії відносяться: обладнання приміщень вентиляцією, опалюванням і іншими санітарно-технічними пристроями; оснащення вбиралень, душових, вмивальних і інших санітарно-побутових приміщень; забезпечення працівників індивідуальними засобами захисту; запобігання забрудненню довкілля рідинами, газами, парами, випромінюваннями, шумами.

Таблиця 4.1 - Витяг з карти умов праці безперервного чотирьохклітьового стану 1680 щодо вальцювальників.

Фактори	ГДР	Фактично
Пил, мг/м^3	4,0	4,4284
Ангідрид сірчаний, мг/м^3	10,0	5,9
Оксид вуглецю, СО (мг/м^3)	20,0	10,2
Шум, дБ	80	97,1
Виробниче освітлення, лк	75	37

4.2.1 Мікроклімат

Стан повітря робочої зони в виробничому приміщенні називають мікрокліматом або метеорологічними умовами.

Мікроклімат визначається такими параметрами, як температурою повітря в приміщенні, відносною вологістю повітря, рухливістю повітря. В холодну пору року температура повітря 18 - 20°С прийнятна, якщо людина виконує легку роботу, якщо ж людина виконує фізичну роботу, то для створення комфорту температура навколишнього повітря повинна бути порядку 14 - 17 °С.

Температура повітря в цеху в літню пору року не повинна перевищувати на 5°С температуру зовнішнього повітря, в той же час не повинна бути більше 28°С.

Параметри мікроклімату на реверсивному стані 1680 наводяться в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Параметри мікроклімату на реверсивномустані 1680

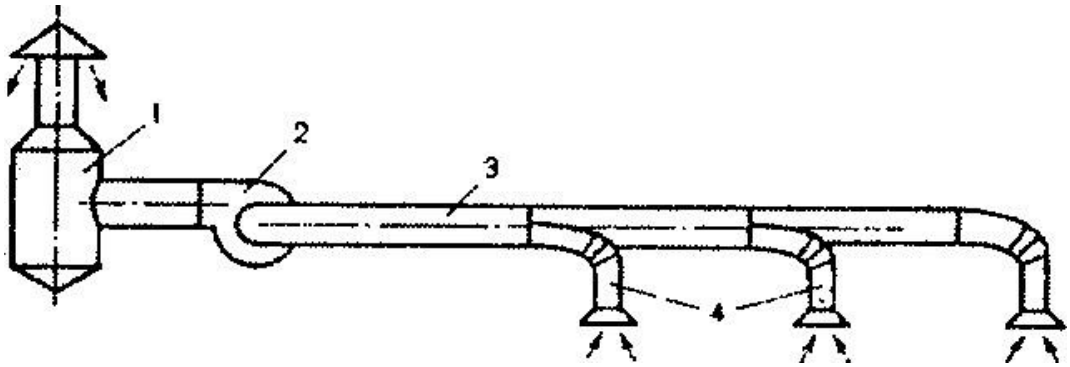
Микроклимат:		
Фактори	ГДР	Фактично
Температура, ^{o}C	15 - 27	33,2
Відносна вологість, %	55	47
Швидкість повітря, м/с	0,2 - 0,5	0,8

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Шкідливі речовини, які потрапили в організм, можуть викликати отруєння (гострі та хронічні). Шкідливі речовини поділяються на хімічні речовини і виробничий пил.

Основним шкідливим фактором на багатьох промислових підприємствах є пил. Пил обумовлена недосконалістю технологічного процесу та обладнання.

Запобігання проникнення шкідливих речовин у повітря робочої зони досягається за рахунок герметизації обладнання, поліпшення з'єднань, люків та отворів, удосконалення технологічного процесу; видалення шкідливих речовин, які потрапляють у повітря робочої зони за рахунок вентиляції, аспірації або очищення і нормалізації повітря за допомогою кондиціонерів; застосування засобів захисту людини. Схема витяжної вентиляції представлена на рисунку 4.1.



1 - пристрій очистки;

2 - вентилятор;

3 - центральний повітропровід;

4 - допоміжний повітропровід.

Рисунок 4.1 - Схема загальнообмінної витяжної вентиляції

На безперервному травильному агрегаті №4 існує небезпека потрапляння в атмосферу приміщення парів і бризгів травильного розчину. Захист робітників від даної небезпеки досягається: видаленням парів (HCl) з робочої зони за допомогою аераційних ліхтарів; герметизацією всього обладнання ділянок травлення, газоочистки, регенерації; оснащенням травильних і промивних ванн системами вентиляції та газоочистки, що виключають викиди парів соляної кислоти в атмосферу цеху та обладнання кабін мостових кранів, що працюють в травильному відділенні, приточною вентиляцією.

4.2.3 Виробниче освітлення

Правильне раціональне освітлення має велике значення при виконанні роботи.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на

виробництві відбувається через погане освітлення. Втрати через це становлять значні суми, а головне, людина може загинути або стати інвалідом. Тому необхідно раціонально організувати виробниче освітлення на підприємстві.

Раціональне освітлення повинно відповідати таким вимогам: бути достатнім (відповідним нормі); рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку має відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів: природне, штучне і суміщене.

4.2.4 Виробничий шум

Виробничим шумом називається шум на робочих місцях, на ділянках або на територіях підприємств, який виникає під час виробничого процесу, хаотичне поєднання різних за частотою і силою звуків.

Підвищений шум впливає безпосередньо на різні відділення головного мозку, змінюючи нормальні процеси нервової діяльності. Характерним впливом шуму є скарги на підвищення стомлюваності, загальну слабкість, роздратування, апатію, погіршення пам'яті, пітливість та інші нездужання. Практикою встановлено також вплив шуму на органи зору людини - зниження гостроти зору і зниження чутливості розрізнення кольорів. Страждає від шуму також вестибулярний апарат, порушуються функції шлунково-кишкового тракту, підвищується внутрішньочерепний тиск, порушуються процеси обміну в організмі та ін.

Показники шуму на ділянці реверсивного стану 1680 вказані у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Показники шуму на ділянці реверсивного стану 1680

Джерело шуму	Показник
Пульт	85 дБ
1 кліть	93 дБ
2 кліть	92 дБ
3 кліть	97 дБ
4 кліть	104 дБ

Для зменшення шуму при роботі на реверсивному стані 1680 необхідно застосувати звукоізоляцію і звукопоглинання.

Звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни, перетинки виготовляють із щільних твердих матеріалів, здатних добре відображати звукові хвилі, запобігаючи їх поширення (метал, пластмаса, бетон, цегла).

Для захисту від шуму, який випромінюється в діапазоні високих і середніх частот, застосовуються акустичні екрани - це щити, облицьовані металом з боку джерела шуму звуковбирними матеріалом завтовшки не менше 50 - 60 мм. Їх призначення - зниження інтенсивності прямого звуку або відбитого шуму, які направляються на працівника. Екран є перепоною, за якою утворюється акустична тінь із низьким рівнем звукового тиску.

Обов'язково використання засобів індивідуального захисту.

4.2.5 Виробничі вібрації

Джерела вібрації - рухомі деталі і механізми, технологічне обладнання, вантажопідіймальні крани, тощо.

Спільними методами боротьби з вібрацією є зниження вібрацій в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення вібрацій, регулювання резонансних режимів шляхом раціонального вибору наведеної маси або твердості системи, яка коливається.

Також одним із засобів зниження вібрації є віброізоляційне обладнання. Віброізоляція проявляється у зниженні передачі коливань від джерела порушення до захищеного об'єкта, шляхом введення в коливальну систему додаткового пружного зв'язку. Цей зв'язок запобігає передачі енергії від коливного агрегату до основи або від коливальної основи до людини або конструкції, що захищається; використання засобів індивідуального захисту (рукавиці, вкладиші, прокладки, спеціальне взуття, наколінники, нагрудники, пояси та спеціальні костюми).

4.3 Пожежна безпека

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Закон України «Про пожежну безпеку», ПБЕ, ДСТУ В,1.1-36:2016.

Згідно ДСТУ В,1.1-36:2016 пожежна безпека об'єкту забезпечується системою запобігання пожежі, системою пожежного захисту і заходами організаційного характеру.

4.3.1 Технічні рішення системи запобігання пожежі

Система запобігання пожеж включає, передусім, два основних напрямки: попередження утворення горючого середовища і попередження виникнення в займистму середовищі або внесення в це середовище джерела загоряння.

Найбільш радикальним заходом попередження утворення горючого середовища є заміна горючих речовин і матеріалів, які використовуються, на негорючі та важкозаймисті.

Запобігання формуванню горючого середовища досягається: застосуванням герметичного виробничого обладнання; обмеженням кількості застосовуваних і збережених пожежонебезпечних і вибухонебезпечних речовин, а також правильним їх розміщенням; ізоляцією гарячого та вибухонебезпечного середовища; застосуванням робочої та аварійної вентиляції; застосуванням робочої та аварійної сигналізації.

З метою запобігання формування горючого середовища при роботі реверсивного стану 1680 необхідно дотримуватись певних правил при його експлуатації.

Мастилопроводи систем управління та централізованого змащування стана повинні проводитися з негорючих матеріалів. Системи гідроприводу повинні бути обладнані пристроєм для автоматичного перекриття напірних засувок при обриві маслопроводу. Вентиляційні пристрої тунелів і маслопроводів повинні автоматично вимикатися в разі виникнення пожежі.

Запобігання виникненню в займистому середовищі джерела запалення досягається: використанням устаткування і пристроїв, при роботі яких не виникає джерел займання; виконанням вимог спільного зберігання речовин і матеріалів; використанням обладнання, що задовольняє вимогам електростатичної іскробезпеки.

Одним з найпоширеніших засобів є використання електрообладнання, яке відповідає за своїм виконанням пожежонебезпечним і вибухонебезпечним зонам, групам і категоріям вибухонебезпечних сумішей.

4.3.2 Технічні рішення системи протипожежного захисту

Система пожежного захисту - це сукупність організаційних заходів, а також технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріального збитку від нього.

При проектуванні промислових підприємств мають бути забезпечені необхідні вимоги пожежної безпеки. До цих вимог відносяться: раціональне розміщення будівель і споруд на території підприємства з урахуванням вибухової, вибухопожежної і пожежної небезпеки технологічних процесів окремих цехів і інших виробничих об'єктів, а також з врахуванням створення оптимальних умов для запобігання поширенню і ліквідації пожеж; наявність доріг, що забезпечують безперешкодний під'їзд пожежних підрозділів у разі виникнення пожежі; раціональне розташування комунікацій з урахуванням вимог пожежної безпеки.

Протипожежні перешкоди влаштовують для запобігання поширенню пожежі. До них відносяться перекриття, що не згорають, і протипожежні стіни.

Для подачі пожежної тривоги на території підприємства необхідно встановити звукові сигнали.

Територію і кожне приміщення підприємства потрібно забезпечити необхідною кількістю первинних засобів пожежогасіння та встановити спеціальні щити пожежного інвентарю.

З настанням холодної пори року вогнегасники та бочки з водою потрібно забирати з не опалювальних приміщень і встановлювати їх в опалювальних приміщеннях. На території і в приміщенні цеху, відділення, вивішуються вказівники найближчого місця розташування засобів пожежогасіння.

Внутрішні пожежні крани варто встановлювати в доступних місцях - на виходах, у вестибюлях, коридорах, проходах і т.п. При цьому їх розташування не повинно заважати евакуації людей.

Кожен пожежний кран має бути укомплектований пожежним рукавом однакового з ним діаметра та стволом, а також важелем для полегшення відкриття вентиля.

Відповідно до ДСТУ В,1.1-36:2016 ЦХП відноситься до категорії «В», тому що в цеху застосовуються негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор, полум'я, горючих газів, рідини , твердих речовин, які спалюються або утилізуються як паливо.

Згідно з ПБЕ, ЦХП відноситься до пожежонебезпечного класу П - IIа, так як в цеху знаходяться тверді горючі речовини і матеріали.

ЦХП за ступенем небезпеки ураження електрострумом належить до 1-ї категорії. Так як в цеху в літню пору року температура повітря перевищує

30°С, також є струмопровідний пил.

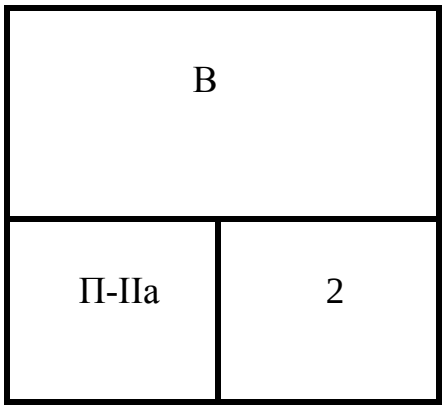


Рисунок 4.5 – Знак пожежонебезпеки

4.4 Заходи щодо захисту навколишнього середовища в прокатному виробництві

У порівнянні з іншими переділами чорної металургії в прокатному виробництві утворюється найменше пилу. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря в прокатному виробництві є нагрівальні печі, травильні агрегати. Ці викиди надходять через аераційний ліхтар в атмосферу.

У цехах холодної прокатки використається система оборотного водопостачання з очищенням води від технологічних змащень, емульсій і механічних домішок. Необхідний ступінь очищення досягається сполученням послідовного очищення в горизонтальних відстійниках і в установці флотацій з наступним очищенням на фільтрах. Спливаючи масла віддаляються з поверхні відстійників спеціальними скребковими транспортерами.

Стічні води, що містять окалину і масла, переважно освітлюються. Цей процес проходить в два етапи: спочатку стічні води проходять відстійники глибокого освітлення, у вторинних відстійниках відбувається більш тонке очищення. Крім відстійників, для очищення стічних вод від окалини використовують гідроциклони. Далі окалину використовують при виробництві окатишів.

Для знешкодження викидів травильних агрегатів застосовується газоочисна система, яка призначена для адсорбції кислих компонентів лужними розчинами.

Рішення питань охорони навколишнього середовища пов'язане зі створенням механізованих і автоматизованих прокатних станів, переважно безперервною й напівбезперервних; механізацією всіх операцій на складах заготівок і готової продукції; герметизацією нагрівальних печей;

використанням нагрівальних печей із крокуючими балками, обладнаними економічними пальниками; застосуванням гідросбива окалини.

Для зниження шкідливих викидів у травильних відділеннях і відділеннях покриттів ЦХП установлюються агрегати безперервної дії з герметизацією всіх ванн, машин і апаратів і видаленням шкідливих викидів за допомогою систем витяжної вентиляції.

Відходи прокатного виробництва утилізуються, переробляються або розміщуються в навколишньому середовищі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання роботи бакалавра було проведено комплексне дослідження технологічного процесу прокатки холоднокатаних штаб зі сталі марки 65Г на ПАТ «Запоріжсталь

В розрахунковій частині роботи було проведено розрахунок енергосилових параметрів прокатки штаб за розміром 1,6х100мм. Так, максимальна сила прокатки склала – 7,59 МН у 4 проході та 4,34 у 5 проході , що не перевищує допустимих показників та це дає можливість проведення технологічного процесу прокатування. Встанвлено, що в даний час сортаменту прокату сплавів розширена за рахунок збільшення попиту на продукцію з передовими механічними властивостями.

В механічній частині роботи було проведено розрахунок валка на міцність. Запас міцності валків знаходиться в допустимих межах. Отже, робота кліті проходитиме без перевантажень, а власне технологічний процес прокатування без збоїв і поломок.

Розглянуті питання охорони праці. У цеху найшкідливішим і небезпечним вважається шум, вібрація, запорошена і загазованість. Складена карта умов праці. Запропоновані заходи по зниженню впливу шкідливих чинників виробничого процесу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Данченко В.М., Гринкевич В.О., Головко О.М. Теорія процесів обробки металів тиском. *Підручник*. Дніпропетровськ : ПОРОГИ, 2008. 370 с.

2. Василєв Я.Д., Мінаєв О.А. Теорія поздовжньої прокатки: *Підручник.* Донецьк: УНІТЕХ, 2009. 488 с.

3. Грудев О.П., Машкін Л.Ф. Технологія прокатного виробництва: Київ: АРТ.Бізнес-Центр. Київ, 1995. 651с.

4. В. Попович, В. Голубець Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. *Навчальний посібник*. Суми: ВТД Університецька книга, 2020. 260с.

6. Середа Б.П. Обробка металів тиском. *Учб. Посібник*. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2005.243 с.

7. Середа Б. П., Критська Т. В., Жеребцов О. А. Дослідження та вдосконалення процесів обробки металів тиском. *Навч.-метод. посіб. для студентів ЗДІА спец. 6.05040104 "Обробка металів тиском"*. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 122 с.

8. Середа Б. П., Белоконь Ю. О., Оніщенко А. М Теорія обробки металів тиском. *Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 6.05040104 «Обробка металів тиском»*. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 132 с.

9. Попович В., Голубець В.Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. *Навчальний посібник*. Суми: ВТД Університецька книга 2020. 260 с.

10. Середа Б.П. Обробка металів тиском. *Учб. Посібник*. Запоріжжя : Видавництво ЗДІА, 2005. 243 с.

11. Хімічний склад і характеристика сталі 65Г URL.: https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/65g дата звернення 28.05.2025

12. Кухар В.В., Аніщенко О. С., Присяжний А. Г. Основи експериментальних методів дослідження процесів обробки металів тиском *Навчальний посібник*. Маріуполь: ПДТУ, 2019. 234 с.

13. Голінько В.І. Основи охорони праці. *Підручник*. М-во освіти і науки України Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Д.: НГУ, 2014. 271 с.

14. Чернявська В.О., Дуброва Н.Й. Основи безпечної праці. *Навч. посіб. для здобувачів проф. (проф.-техн.) освіти*. Київ: ТОВ «ПРОПАПІР», 2023. 240 с. ISBN 978-617-95300-0-5.