Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/ проєкт

до кваліфікаційної роботи бакалавра

рівень вищої освіти *перший бакалаврський рівень*
(перший (бакалаврський) рівень)

на тему *Розробка режиму деформації штаби 0,36×1000 мм зі сталі 08ПС на реверсивному стані 1200*

Виконав: студент 4 курсу, групи *6.1362-омт-с*

Вовк Д.О.
(ПІБ) (підпис)

спеціальності
136 Металургія
(шифр і назва)

спеціалізація

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма
Обробка металів тиском
(шифр і назва)

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

Рецензент *Скачков В.О.*
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя - 2025 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра *металургійних технологій, техногенної безпеки та екології*

Рівень вищої освіти *перший бакалаврський рівень*

Спеціальність *136 Металургія*

Освітня програма *Обробка металів тиском*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ***МТЕТБ***
Ю.О. Бєлоконь
«_20_»____01_____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Вовку Дмитру Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи (проекту): «*Розробка режиму деформації штаби 0,36×1000 мм зі сталі 08ПС на реверсивному стані 1200*»

керівник роботи *Бондаренко Юлія Володимирівна, к. т.. н., доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « *27* » *грудня 2024 року № 2031-с*

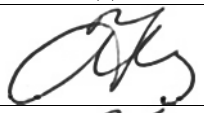
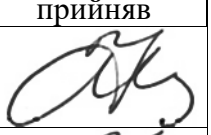
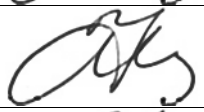
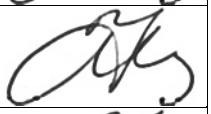
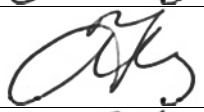
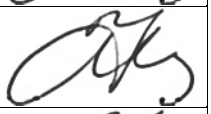
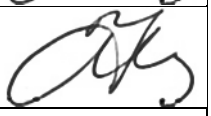
2. Строк подання студентом роботи *16 червня 2025 року.*

3. Вихідні дані до роботи: *Матеріали переддипломної практики, курсові проєкти, технічна документація ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь», літературні джерела, інтернет-ресурси*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *Реферат, Вступ, Загальна Частина, Технологічна частина, Механічна частина, Охорона праці, Висновки.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення, презентаційний матеріал 13 слайдах (на 10 сторінках).

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	*Бондаренко Ю.В. к.т.н. доцент*		
2	*Бондаренко Ю.В. к.т.н. доцент*		
3	*Бондаренко Ю.В. к.т.н. доцент*		
4	*Бондаренко Ю.В. к.т.н. доцент*		
Нормоконтроль	*Карпенко Г.В. к.т.н. доцент*		

Дата видачі завдання ___20.01.2025 р._____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ _____Д.О. Вовк _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту)  ___Ю.В. Бондаренко____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Реферат

Кваліфікаційна робота бакалавра містить: _58_ с., _18_ рис., _13_ табл.; використано літературних джерела _13_.

ХОЛОДНА ПРОКАТКА, ШТАБА, ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ, РЕЖИМ ОБТИСКІВ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ПОТУЖНІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЯ, ПІДКАТ, РЕВЕРСИВНИЙ СТАН ХОЛОДНОЇ ПРОКАТКИ 1200, СОРТАМЕНТ, УСТАТКУВАННЯ, ТРАВИЛЬНИЙ АГРЕГАТ, ВІДПАЛ, КОЛПАКОВА ПІЧ, ДРЕСИРУВАННЯ.

Об'єкт розробки – технологія виробництва штаби при прокатці на реверсивному стані холодної прокатки 1200.

Мета роботи – розробка режиму прокатки штаби, розрахунок режимів обтиску, енергосилових параметрів при прокатці, годинної продуктивності стана.

Методи розрахунків – розрахунково-аналітичний, за відомими методиками з використанням виробничих даних.

Дано обґрунтування методики розрахунку режимів обтиску і енергосилових параметрів, які розраховані при прокатці штаби 0,36×1000 мм зі сталі 08пс на реверсивному стані холодної прокатки 1200

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ…… 6

ВСТУП……. 8

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика цеху…….. 9

1.2 Технічна характеристика обладнання стана…… 15

1.3 Сортамент стана та марки сталі…… 22

1.4 Перспективи розвитку виробництва та пропозиції щодо його вдосконалення…… 26

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок режиму деформації…….. 28

2.2 Розрахунок енергосилових параметрів прокатки…… 34

2.3 Розрахунок годинної продуктивності стана……. 41

3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА……

3.1 Розрахунок технологічного інструменту та вузлів прокатного обладнання на міцність……. 44

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища…… 50

4.2 Заходи з поліпшення умов праці, пожежної та техногенної безпеки.. 53

ВИСНОВКИ……..... 56

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ…… 57

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

h_n - кінцева товщина штаби,

мм; h_0 - початкова товщина

штаби, мм; b - ширина штаби,

мм;

$p_{ср.}$ - контактний тиск;

F - площа контактной поверхні

k - опір деформації в умовах лінійного стиснення з урахуванням ступеню наклепу;

n_b - коефіцієнт, який враховує вплив ширини штаби;

n' - коефіцієнт, який враховує вплив зовнішнього

тертя; n'' - коефіцієнт, який враховує вплив зовнішніх

зон;

n''' - коефіцієнт, який враховує вплив

натягу; R - радіус робочих валків, мм;

Δh - абсолютний обтиск, мм;

σ - натяг, МН/м^2;

k - опір деформації в умовах лінійного стиснення з урахуванням ступеню наклепу, МН/м^2;

n_b - коефіцієнт ширини штаби;

k_f - коефіцієнт, який враховує вплив мастила ;

V - швидкість валків, м/с;

f_y - коефіцієнт контактного тертя;

l - довжина осередку деформації, мм;

ПП - поточні простої;

ФЧ -фактичний час роботи стану;

Вступ

У сучасних умовах підвищення конкурентоспроможності металопродукції пов’язане з необхідністю забезпечення її високої якості, точності геометричних параметрів і відповідності вимогам замовника. Особливу увагу приділяють якісним характеристикам тонколистової сталі, яка використовується у машинобудуванні, будівництві, виробництві побутової техніки тощо.

Штаби з низьковуглецевої сталі марки 08пс товщиною 0,36 мм широко застосовуються для виготовлення холоднокатаного прокату, тому важливим є забезпечення рівномірності деформації та високої площинності в процесі гарячої прокатки. Прокатка таких штаб потребує особливої точності в налаштуванні режимів обтиску, натягу та температури, особливо у випадку реверсивних станів, де прокат здійснюється в декілька проходів із зміною напрямку руху металу.

Реверсивний стан 1200 ПАТ «Запоріжсталь» є одним із ключових агрегатів для прокатки тонких штаб, і від правильності вибору параметрів деформації залежить якість готової продукції.

В дипломній роботі виконана розробка режиму прокатки холоднокатаних штаб на реверсивному стані 1200 ПАТ «Запоріжсталь». Розраховано режими обтисків та енергосилові параметри при прокатці штаб перерізом 0,36×1000 мм зі сталі 08пс на даному стані. Також розраховані на міцність основні елементи конструкції основного устаткування та годинна продуктивність.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика цеху

Цех холодної прокатки комбінату ПАТ «Запоріжсталь» призначений для виготовлення холоднокатаної продукції у вигляді штаб та рулонів із вуглецевих, легованих та нержавіючих марок сталі, білої, чорної жерсті, а також травленої гарячекатаної продукції у вигляді рулонів.

Цех має низку невід'ємних відділень.

Травильне відділення складається з травильної лінії №4, у якій відбувається процес видалення окалини з поверхні штаб.

Травильна лінія складається з 4-х травильних ван й допоміжного обладнання: розмотувачів, окалиноломачів, змотувачів, зварювальних машин, ножиць для обрізки кінців штаб тощо. В агрегаті застосовується соляно-кислотне травлення, що сприяє зменшенню викидів парів соляної кислоти.



Рисунок 1.1 – Метал до травлення (a); метал після травлення (b)

Травлення на лінії ведеться методом каскаду. Перевагою лінії є використання соляної кислоти, вона оновлюється за допомогою добавляння

кислотного концентрату, що вигідно з економічного та екологічного боку. 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 допоміжне обладнання: підвідний приймальний пристрій, поворотний стіл, розмотувач, моталки барабанного типу тощо.



Рисунок 1.2 –Моталка барабанного типу

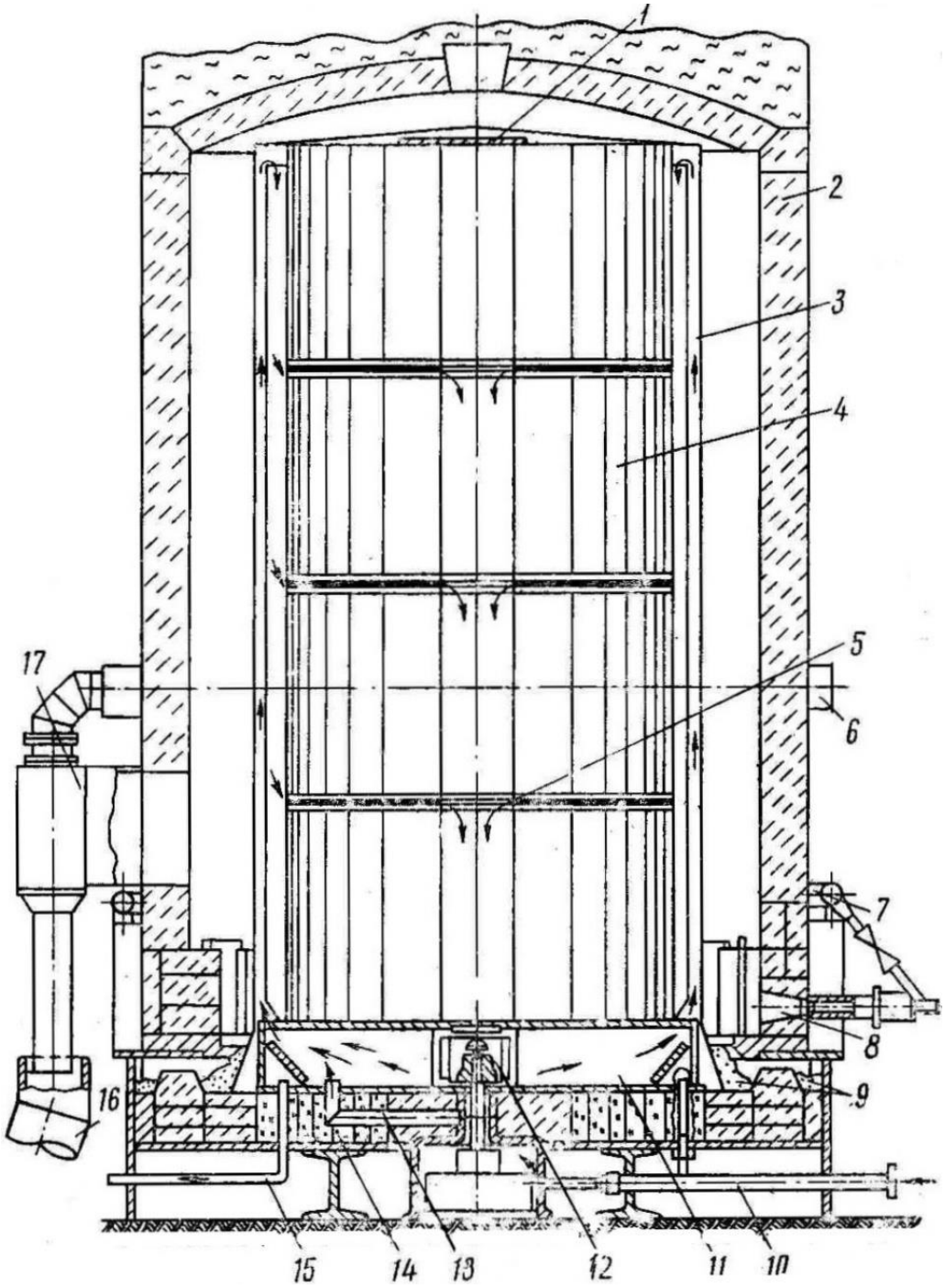
Реверсивний стан 1680 складається з 4-х валкової кліті та допоміжного обладнання: підвідного конвеєра, перекидача, розмотувача, двох моталок та змотувача. Стан обладнаний двома змотувачами, розташованими з обох боків робочої кліті, за допомогою яких створюють натягнення штаби при прокатці.

Реверсивний стан 1200 складається з 4-х валкової кліті та допоміжного обладнання: підвідного конвеєра, розмотувача, правильно-тягнучої машини, прес-проводки, двох моталок.

Робочі валки стана мають діаметр 430 мм, опорні валки – 1300 мм, довжина бочки – 1200 мм. Стан має автономну систему подачі емульсії. Змотувачі барабанного типу встановлені з передньої і задньої сторони кліті. Змотувачі обладнані притискними роликами для запобігання розпушення рулонів.

У термічному відділенні знаходяться 18 блоків печей, які складаються з порядку 252-ох стендів і призначені для рекристалізаційного відпалу, холоднокатаних рулонів в одностопних ковпакових печах.

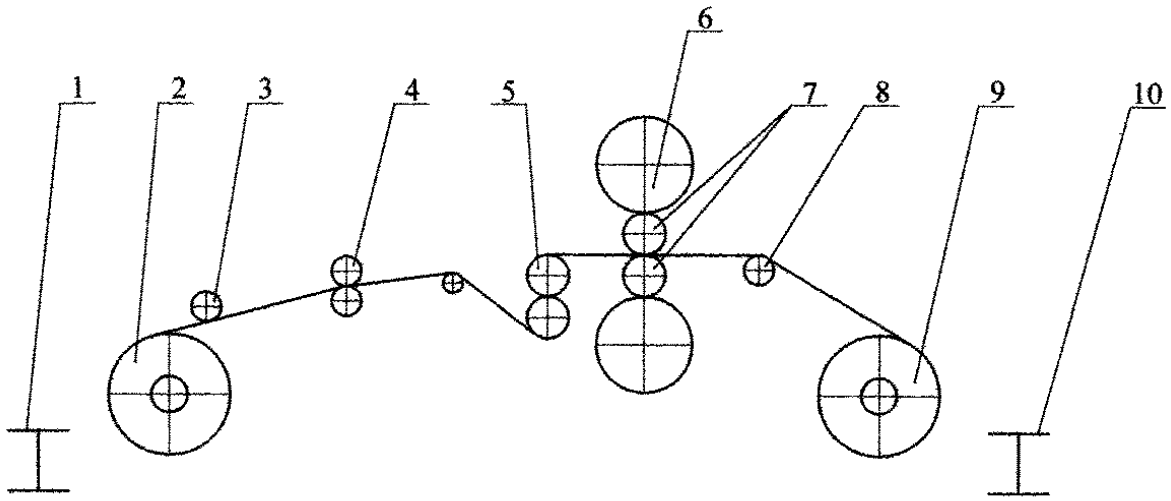
Відпал здійснюється при температурі 630-690°С з метою видалення наклепу і залишкових напруг, а також одержання структури, яка забезпечує необхідні механічні і технологічні властивості. Блоки мають автономну систему подачі природного газу, повітря, електроенергії, води. Нагрівальний ковпак, футерований вогнетривкою цеглою. Муфель виготовлений з неіржавіючої сталі товщиною 6 мм. Стенд обладнаний циркуляційним вентилятором для створення конвекції захисного газу під муфелем.



1 – кришка; 2 – ковпак нагрівальний; 3 – муфель подвійний; 4 – стопа рулонів; 5 – конверторна прокладка; 6 – повітряний колектор; 7 – газовий колектор; 8 – горілка газова інжекторна; 9 – піщаний затвір; 10 – труба для подавання захисного газу; 11 – спрямовуючий апарат; 12 – вентилятор; 13 – байпас; 14 – стенд; 15 – труба для виходу захисного газу; 16 – димохід; 17 – енжектор.

Рисунок 1.3 – Одностопна ковпакова піч для відпалу рулонів

До складу дресирувального відділення входять реверсивні дресирувальні стани 1700-1 і 1700-2, й агрегати поперечного різання: АПР-1, АПР-2, АПР-3; та агрегати повздовжнього різання: АПР-5 та АПР-4. Дресирувальні стани 1700 складаються з кліті «кварто», розмотувача, двох моталок і допоміжного обладнання. Агрегати поперечного різання складаються з ножиць барабанного типу та допоміжного обладнання: розмотувача, правильної машини, тощо.



1 – Механізм подачі; 2 – розмотувач; 3 – притискний ролик; 4 – правильнотягнуча машина; 5 – натяжний пристрій; 6 – опорний ролик; 7 – робочий ролик; 8 – вимірювальний ролик; 9 – моталка; 10 – пристрій приймальний.

Рисунок 1.4 - Схема дресирувального стану 1700 – 1

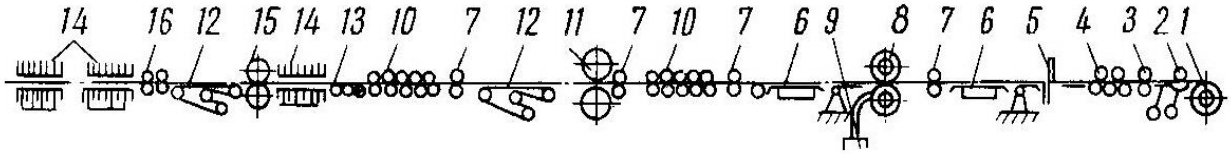
Метою дресирування є надання поверхневого наклепу, надання необхідної шорсткості поверхні, виправлення металу та одержання гладкої блискучої поверхні.

Швидкість дресирування складає до 20 м/с. Обтиснення при дресировані порядку 0,8 – 1,2 %. На дресирувальному стані, при необхідності, можуть промаслювати штабу в процесі дресирування. Після дресирування рулони направляються або на порізку, або на пакування.

Відділення жерсті включає наступні агрегати: агрегат розпуску рулонів, жерсте-катальні безперервні стани 450 і 650, дискові ножиці, мийні агрегати.

Агрегат розпуску рулонів складається з мийного агрегату і дискових ножиць. Агрегат призначений для обезжирення та різання штаби на задану ширину. До складу допоміжного устаткування входять: розмотувач конусного типу, тягнучі ролики, накопичувальна яма, радіаційні мікрометри, змотувач барабанного типу.

На агрегатах поперечної різки оператор здійснює різання рулонної штаби на листи мірної довжини, виправлення, промаслення й укладання листів у пакет.



1 - розмотувач; 2 – відгинач; 3 - подавальні ролики; 4 – п’ятироликова правильна машина; 5 - ножиці; 6 - відкидний стіл і петльова яма; 7 – задаючи ролики; 8 - дискові ножиці; 9 – бракомоталка; 10 - правильна машина; 11 - летучі ножиці; 12 - транспортери; 13 - рольганг; 14 – листоукладчик; 15 - клеймувальна машина; 16 - промаслююча машина.

Рисунок 1.5 - Схема агрегату поперечної різки рулонів на листи

Після різки на агрегатах метал відправляється на пакування, 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.

Безперервні чотирьох клітьові стани 450 та 650 представляють собою чотири послідовно розташовані кліті (кварто) та допоміжне обладнання:

накопичувачі рулонів, розмотувачі, луперів, що забезпечують натяг штаби між клітями, змотувачі барабанного типу.

Відділення жерсті призначене для виробництва білої та чорної жерсті. У відділені встановлено наступне обладнання: жерсте-катальні стани 450 і 650, чотири дресирувальні стани 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, здійснюють знежирення підкату й очищення 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 складається з чотирьохвалкових послідовно розташованих клітей та допоміжного обладнання: прийомного пристрою, розмотувача, прес-проводки, моталки барабанного типу, знімача рулонів.

Для поверхневого зміцнення жерсті і надання їй глянцевої чи жорсткуватої поверхні здійснюється дресирування. Для дресирування штаб у відділенні жерсті встановлені чотири двухвалкові дресирувальні стана.

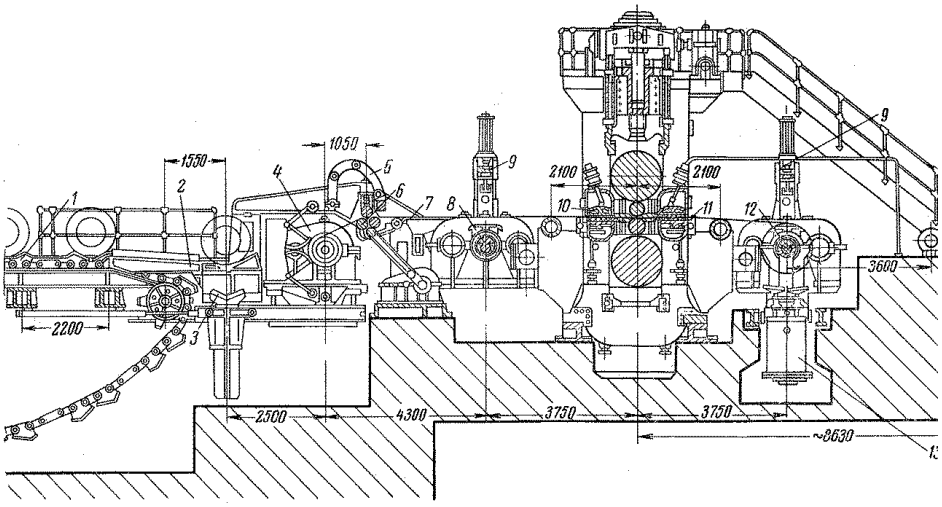
Крім основних відділень до складу ЦХП-1 також входять такі допоміжні служби, як: кранова, механічна, енергослужба, електрослужба, інструментальна та адміністративна, а також дві ділянки по переточуванню, насічці і зборці валків прокатних та дресирувальних станів.

1.2 Технічна характеристика обладнання стана

Реверсивний чотирьохвалковий стан 1200 складається з робочої кліті з діаметром робочих валків $D_р$ = 430 мм та діаметром опорних валків $D_{оп}$ = 1300 мм. Робочі валки приводяться у рух від електродвигуна потужністю

3200кВт через шестеренну кліть і обертаються з максимальною кутовою швидкістю 10 м/с. У процесі прокатки робоча швидкість валків не перевищує 7 м/с.

До обслуговуючого обладнання стану входить: підвідний ланцюговий конвеєр, приймальний стіл, підйомний стіл, розмотувач, правильно-тягнуча машина з відгібачем переднього кінця штаби, роликова прес-проводка, дві моталки барабанного типу та знімач рулонів.



1 – транспортер ланцюговий, 2 – скидач рулонів, 3 – візок підйомного столу, 4 – розмотувач, 5 – відгибач кінців, 6 – машина правильно-тягнуча, 7 – стіл стаціонарний, 8 – моталка ліва, 9 – ролики притискні, 10 – прес-проводка, 11 – товщиномір, 12 – моталка права, 13 – знімач рулонів.

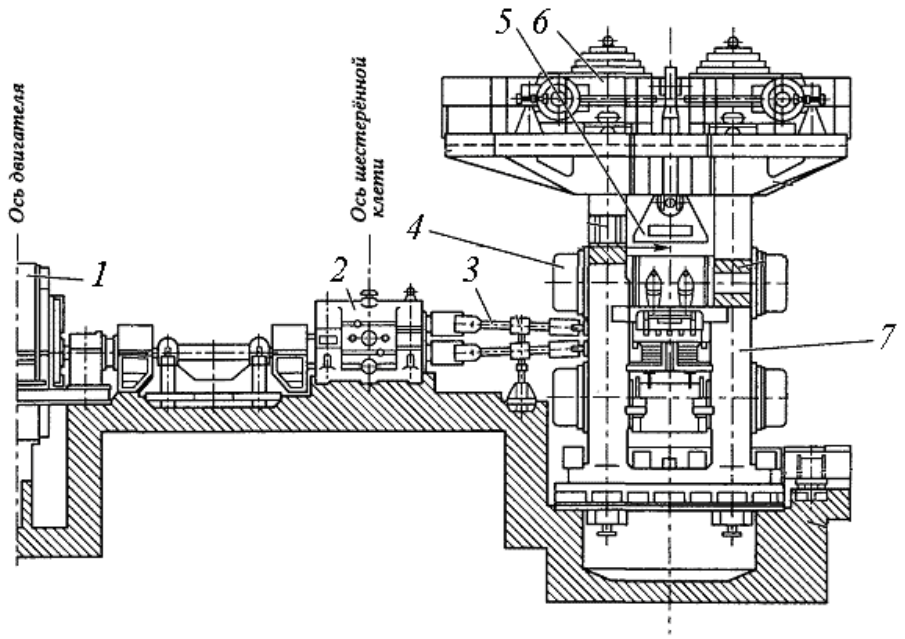
Рисунок 1.6 – Реверсивний стан 1200

Ланцюговий конвеєр призначений для накопичення і подачі рулонів до приймального столу. Швидкість переміщення транспортера – 0,15 м/с; ємність транспортера – до п'яти рулонів. Привід від електродвигуна потужністю 16 кВт, n=680 об/хв. Приймальний стіл призначений для прийому рулонів з ланцюгового транспортера і подачі їх в розмотувач.

Найбільший хід підйому – 1600 мм. Довжина горизонтального переміщення – 2500 мм. Робочий тиск рідини – 30 Н/м^2.

Розмотувач призначений для установки рулону в положення, що забезпечує можливість захоплення кінця штаби відгібачем, оберігання рулону від розпушування та створення натягу під час прокатки. Розмотувач складається з двох станин, по направляючим яких за допомогою натискних гвинтів переміщаються ліві і праві салазки. Привід переміщення кожної салазки - індивідуальний від електродвигуна потужністю 80 кВт, через одноступеневий редуктор.

Головки розмотувача приводяться в обертання від індивідуальних електродвигунів. Кожна головка розмотувача має два ролика, які служать для оберігання рулонів від розпушування. Діаметр головки розмотувача – 720 мм; довжина ходу салазки – 600 мм; швидкість переміщення – 60 мм/с; максимальне зусилля натягу штаби – 6400 кг; швидкість розмотування при прокатці – 0,5 – 4 м/с; найбільша маса рулону – 10 т.

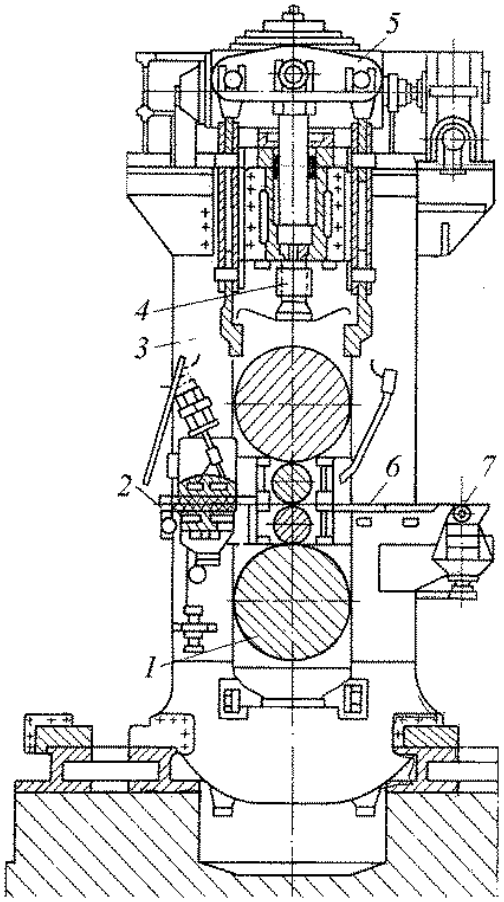


1 – електродвигун, 2 – кліть шестеренна 3 – шпинделі, 4 – опорний валок 5 – пристрій врівноваження, 6 – пристрій натискний, 7 – кліть робоча.

Рисунок 1.7 – Головна лінія реверсивного стану 1200

Привід робочих валків - від електродвигуна потужністю 3200 кВт. Номінальний струм двигуна – 4530 А, кількість обертів n = 320/520 об/хв. Крутний момент передається через зубчасту муфту, шестеренну кліть і шпиндельне з'єднання.

Робоча кліть стану, є одним із найважливіших механізмів прокатного стану. Вона складається з робочих та опорних валків, натискного пристрою, прес-проводки, пристрою врівноваження та натяжних роликів.



1 – опорні та робочі валки, 2 – вхідна прес-проводка, 3 – станина робочої кліті, 4 – пристрій натискний, 5 – пристрій врівноваження, 6 – штаба, 7 – ролик натяжний.

Рисунок 1.8 – Робоча кліть реверсивного стану 1200

Натискні гвинти приводяться в рух від двох електродвигунів потужністю по 40 кВт. Електродвигуни натискного пристрою з'єднані

електромагнітною муфтою для забезпечення спільної або роздільної роботи натискних гвинтів. Контроль руху натискних гвинтів здійснюється за допомогою сельсина БД-501, який через циліндричну пару з'єднаний з черв'яком редуктора. Верхнє положення натискного гвинта обмежується командо-апаратом. Швидкість переміщення натискних гвинтів: при опусканні – 7 мм/хв; при підйомі – 14 мм/хв.

Опорні валки – бандаж з кованої сталі марки 9ХФ з твердістю 70 – 85 одиниць по Шору. Серцевина з кованої сталі марки 40ХН2МА з твердістю 30 –55 одиниць по Шору. Робочі валки – з кованої сталі марок 9Х2МФ, 9Х2СМФ, 7Х2СМФ (ОСТ 24.013.04-90) з твердістю бочки 90 – 105 одиниць по Шору.

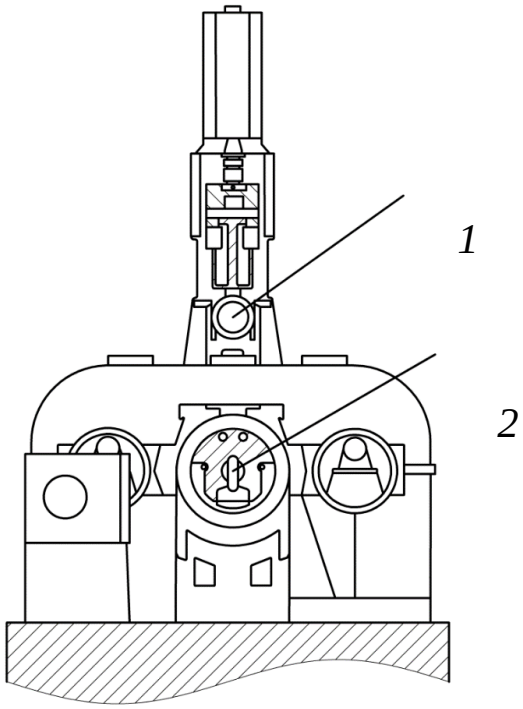
Таблиця 1.1 – Характеристика прокатних валків

Найменування	Розміри, мм							Маса, кг
	Бочка		Довж.	Шийка		Треф		
	Діаметр			Діам.	Довж.	Діам.	Довж.	
	Макс.	Мін.						
Робочий	430	380	1200	220	480	195	310	1770
Опорний	1300	1215	1200	Конус 800/658	1040	-	-	20170

Врівноваження верхнього опорного валка здійснюється за допомогою механізму врівноваження, що складається з гідравлічного циліндру діаметром 350 мм, розташованого в розточенні верхніх поперечин станин, двох щік і системи важелів та тяг. Щоки своїми кінцями входять у спеціальні гнізда подушок верхніх опорних валків і за рахунок підйомної сили гідравлічного циліндра притискають подушки верхнього опорного валка до натискним гвинтів. Завдяки шарнірному з'єднанню уся система може самовстановлюватися і передавати однаковий тиск на кожні подушки. Під час роботи стану тиск масла в циліндрі дорівнює 100 Н/м^2, а під час

перевалки опорних валків, коли одночасно треба підняти обидва валка, збільшується до 200 Н/м^2.

Роликова прес-проводка призначена для правильного завдання штаби у валки стану, підтримування переднього кінця штаби і створенням натягнення при виході заднього кінця штаби з розмотувача. Корпус прес-проводки складається з верхньої та нижньої рами, скріплених між собою болтовим з'єднанням, в яких закріплені ролики. У нижній рамі прес-проводки, із зовнішнього боку, прикріплені направляючи ролики для центрування штаби по осі стану. Величина горизонтального переміщення прес-проводки – 340 мм. Висота підйому – 125 мм. Діаметром пневматичного циліндра механізму підйому – 250 мм. Тиск масла в циліндрі механізму горизонтального переміщення – 30 кг/см². Робочий тиск повітря 4 – 6 атмосфер.



1 – притискний ролик, 2 – барабан.

Рисунок 1.9 – Роликова-барабанна моталка реверсивного стану 1200

Моталки барабанного типу встановлені з передньої та задньої сторони кліті стану.

Характеристики моталок стану:

1. Діаметр барабана моталки 760 мм.
2. Довжина бочки барабана 1300 мм.
3. Зменшення діаметра барабана при складанні 11 мм.
4. Натяг штаби до 12 т.
5. Число обертів барабана моталки 236 – 850 об/хв.

Привід – від двох електромоторів потужністю по 485 кВт, число обертів n=330 – 1150 об/хв., передатне число редуктора і = 3,05. Кожна моталка обладнана притискними роликами, закріпленими в зварний рамі з вертикальними направляючими, в яких за допомогою пневматичного циліндра переміщається траверса притискних роликів.

Призначення притискних роликів – оберігання рулонів від розпушування при випуску заднього кінця штаби з валків або при розривах штаби в процесі прокатки.

Знімач рулонів призначений для зняття рулону з барабана моталки і подачі його на приймальний стелаж. Складається з візка з вилкою підйомного столу, горизонтального гідравлічного циліндра і рухомого настилу.

1) Максимальна вага рулону – 10 т.
2) Хід столу до положення перекидання – 800 мм.
3) Швидкість підйому столу – 0,1 м/с.
4) Діаметр гідравлічного циліндра підйому столу – 300 мм.
5) Хід візка – 2200 мм.
6) Швидкість пересування візка – 0,2 м/с.
7) Діаметр гідравлічного циліндра пересування візка – 175 мм.
8) Тиск масла в циліндрі – 30 атм.

Приймальний стелаж з перекидачем призначений для прийняття прокатаного рулону зі столу знімача.

Складається з наступних вузлів: опрокидувач з прийомним столом, плити та упору. Довжина приймального стелажу – 13500 мм. Кількість

рулонів, що одночасно знаходяться на стелажі до 10 шт. Перекидач приводиться в дію від гідравлічного циліндра.

1.3 Сортамент стана та марки сталі

Підкатом для стана служать гарячекатані травлені, промасленні штаби в рулонах, за якістю відповідаючи вимогам: СТП 226-23-84.

Характеристика:

1) Внутрішній діаметр рулону – 720 – 740 мм.
2) Зовнішній діаметр рулону – 1150 – 1600 мм.
3) Максимальна вага рулону – 10 т.
4) Максимальний зовнішній діаметр холоднокатаного рулону – 1600 мм.
5) Внутрішній діаметр холоднокатаного рулону – 760 мм.

Таблиця 1.2 – Розміри полоси до, та після прокатки

Марка сталі	Товщина, мм	
	гарячекатаного подкату	холоднокатаних штаб
10, 15, 20кп, 20пс	2,3 2,5 2,7 3,0	0,8 0,9-1,0 1,1-1,2 1,3-1,5
20, 25, Ст3сп	2,3	0,8
08кп, 08ПС, 10кп, 10пс, 08ю, Ст1кп, Ст1пс	2,5 2,7 3,0 3,5 3,8	0,7 0,8-0,9 1,0-1,3 1,4-1,6 1,7-2,0

Таблиця 1.3 – Сортамент реверсивного стану 1200

Марка сталі	Товщина підкату для холоднокатаної штаби, мм		Розміри холоднокатаної штаби, мм		Додаток
	Товщ.	Ширина	Товщ.	Ширина	
08кп, 08ПС	2,0 2,3	1000–1050 1000–1050	0,5 0,6; 0,7	1000–1050 1000–1050	Підкат для жерсті
Ст3пс	- - -	3,5 2,7 2,7	2,0 1,2 1,0	850–1030 1000 980	Пакувальна стрічка
08кп, 08ПС 10кп,10пс 15кп,15пс Ст1кп, Ст1пс	2,0 2,3 2,5 2,7 3,0 3,8	850–1030 850–1030 850–1030 850–1030 850–1030 850–1030	0,5; 0,6 0,6; 0,7 0,8; 0,9 1,0 – 1,2 1,5 1,8 – 2,0	850–1030 850–1030 850–1030 850–1030 850–1030 850–1030	Шириною до 1050 мм (з обрізними кромками)
10,15,20	2,0 2,5 3,0 3,0	850–1030 850–1030 710 710–1030	0,5; 0,65 0,8 – 1,2 1,0 – 1,2 1,5	850–1030 850–1030 710 710–1030	Шириною до 1050 мм (з обрізними кромками)

В даному дипломному проекті запропонована сталь 08ПС. Нижче приведені її хімічні, технологічні, механічні та фізичні властивості.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад сталі 08ПС, ДСТУ 7809, %

Сталь	C	Mn	Si	Cu	S	P	Cr	Ni	As
08ПС	0,05 0,11	0,35 0,65	0,05 0,17	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,1	до 0,30	до 0,08

Технологічні властивості сталі 08ПС:

1) Твердість матеріалу: НВ 10^{-1} = 131 МПа
2) Температура прокатки: ° С: початок 1250, кінець 800, охолодження на повітрі.
3) Температура критичних точок: Ac_1 = 732, Ac_3 (Ac_m) = 874, Ar_3 (Arc_m) = 854, Ar_1 = 680
4) Зварюваність матеріалу: без обмежень, крім хіміко-термічно оброблених деталей; способи зварювання: РДЗ, АДЗ під флюсом і газовим захистом, КТЗ.
5) Флокеночутливість: не чутлива.
6) Схильність до відпускної крихкості: не схильна.
7) Обробка різанням: в гарячекатаному стані при НВ 131 і $\sigma_в$ = 315 МПа, (К υ тв. спл = 2,1)

Таблиця 1.5 – Механічні властивості сталі 08ПС

Вид матеріалу	Межа міцності, МПа	Межа текучості, МПа
Лист термооброблений	255 – 365	196
Штаба	320	196

Таблиця 1.6 – Фізичні властивості 08ПС, ГОСТ 1050-74

Температура	Модуль упругості	Коефіцієнт розширення	Коефіцієнт теплоємності	Щільність	Питома теплоємність	Питомий електроопір
20	2.03					
100	2,06	12.5	60	7846	482	178
200	1.83	13.4	56	7814	498	252
300		14	51	7781	514	341

Продовження таблиці 1.6

Температура	Модуль упругості	Коефіцієнт розширення	Коефіцієнт теплоємності	Щільність	Питома теплоємність	Питомий електроопір
400		14,5	47	7745	533	448
500		14.9	41	7708	555	575
600		15.1	37	7668	584	725
700		15.3	34	7628	626	898
800			30	7598	695	1073
900			27	7602	703	1124
1000					695	

Сталь 08ПС – конструкційна вуглецева якісна, доля вуглецю 0,05 – 0,11%. Вуглецева сталь 08ПС характеризується властивостями, які визначили вкрай велику сферу її застосування. Використовується у виробництві деталей із застосуванням технологій холодного висадження та штампування, а також широкого переліку продукції, для створення якої передбачено обробку за допомогою високих температур та хімічно активних елементів.

Використання витяжних властивостей сталі дозволяє використовувати технологію холодного штампування для створення деталей високої міцності. Сфера застосування цієї марки дуже широка, вона входить до складу металевих дротів, елементів підшипників, різних типів труб, створених внаслідок електрозварювання.

1.4 Перспективи розвитку виробництва та пропозиції щодо його вдосконалення

Більша частина вузлів реверсивного стана 1200 експлуатується протягом кількох десятиліть, що призводить до їхнього морально-технічного зносу.

Основні проблеми реверсивного стану 1200 включають:

- збільшення енергоспоживання через втрати в старих системах;
- недостатній рівень автоматизації й діагностики в реальному часі;
- погіршення геометричних параметрів готового прокату.

Проведення реконструкції основних елементів стана (приводів, гідравліки, систем керування) дозволить підвищити точність прокатки та зменшити простої.

Пропонується:

- впровадження систем цифрового контролю товщини та температури металу;
- заміна аналогових механізмів на електронні серводвигуни;
- інтегрування системи комп’ютерного моделювання прокатного процесу.

В наш час актуальним було би перейти енергозберігаючі технології а саме:

- установка частотна-регульованих приводів;
- оновлення теплоізоляційних матеріалів;
- впровадження рекуперації тепла.

Застосування сучасних інформаційно систем дозволяє оптимізувати управління прокаткою:

- MES-системи для диспетчеризації;
- автоматичне планування зміни параметрів прокатки;
- збирання даних для прогнозування зносів обладнання.

Таблиця 1.7 – Заходи з удосконалення реверсивного стану 1200

Напрямок	Конкретні заходи
Механічна частина	Заміна валків, підшипників, ремонт підшипникових вузлів
Електрообладнання	Оновлення шаф керувань
Автоматизація	Встановлення сучасних датчиків, контролерів
Охорона праці	Модернізація освітлення, сигналізації та вентиляції
Екологія	Герметизація систем, впровадження заходів з попередження техногенних катастроф

Реалізація запропонованих заходів модернізації дозволять підвищити якість прокату, зменшити експлуатаційні витрати та забезпечити стабільність і безпеку технологічного процесу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок режиму деформації

2.1.1 Початкові дані:

$h_0 \times b_0 = 1{,}8 \times 1000$ мм

$h_n \times b_n = 0{,}36 \times 1000$ мм

Марка сталі – 08ПС

2.1.2 Визначаємо загальний коефіцієнт обтисків

$$\eta_{заг.} = \frac{h_n}{h_0}, \text{ мм} \qquad (1.1)$$

де:

h_n – кінцева товщина штаби, мм;

h_0 – початкова товщина штаби, мм

$\eta_{заг.} = \frac{0{,}36}{1{,}8} = 0{,}20;$

2.1.3 Визначаємо середній коефіцієнт обтисків

Перший прохід - перемотування.

$$\eta_{ср.} = \sqrt[n]{\eta_{заг.}} \qquad (1.2)$$

де:

n – кількість проходів

$\eta_{ср.} = \sqrt[4]{0{,}20} = 0{,}67;$

2.1.4 Розподіляємо коефіцієнт обтисків по проходах

$$\eta_{заг.} = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \qquad (1.3)$$

$\eta_{заг.} = 0{,}61 \times 0{,}67 \times 0{,}69 \times 0{,}71 = 0{,}20;$

2.1.5 Визначаємо товщину штаби по проходах

$h_1 = h_0 \cdot \eta_1$, мм; (1.4)

$h_1 = h_0 \cdot \eta_1 = 1{,}8 \cdot 0{,}61 = 1{,}1$ мм;

$h_2 = h_1 \cdot \eta_2 = 1{,}1 \cdot 0{,}67 = 0{,}74$ мм;

$h_3 = h_2 \cdot \eta_3 = 0{,}74 \cdot 0{,}69 = 0{,}51$ мм;

$h_4 = h_3 \cdot \eta_4 = 0{,}51 \cdot 0{,}71 = 0{,}36$ мм;

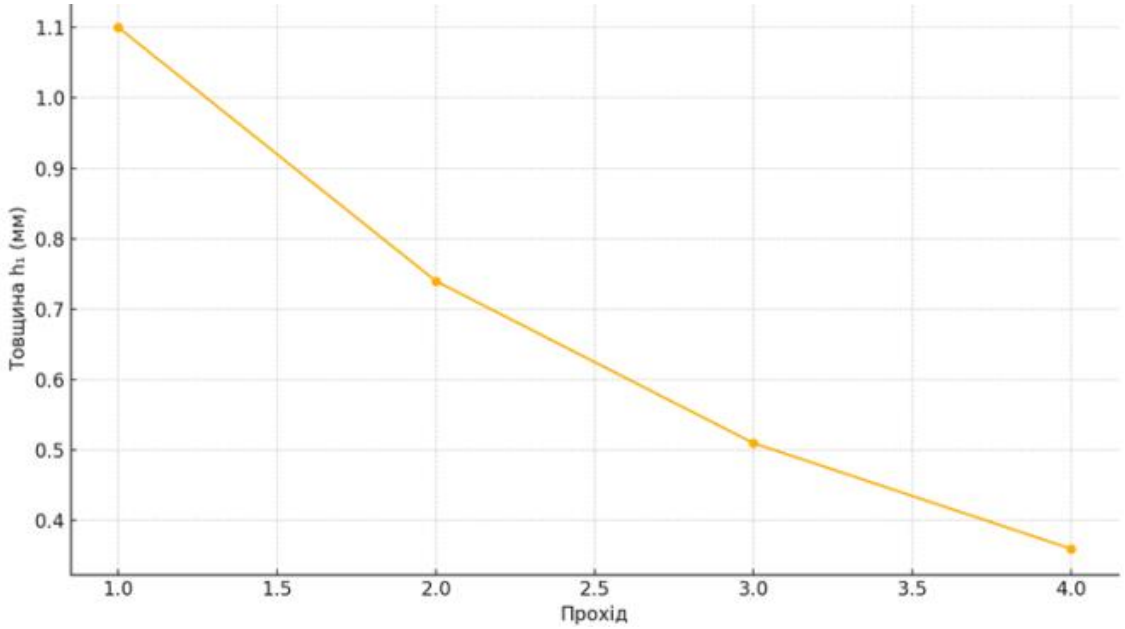


Рисунок 2.1 – Залежність кінцевої товщини від проходу

2.1.6 Визначаємо абсолютний обтиск по проходах

$\Delta h_1 = h_0 - h_1$, мм; (1.5)

$\Delta h_1 = h_0 - h_1 = 1{,}8 - 1{,}1 = 0{,}7$ мм;

$\Delta h_2 = h_1 - h_2 = 1{,}1 - 0{,}74 = 0{,}36$ мм;

$\Delta h_3 = h_2 - h_3 = 0{,}74 - 0{,}51 = 0{,}23$ мм;

$\Delta h_4 = h_3 - h_4 = 0{,}51 - 0{,}36 = 0{,}15$ мм;

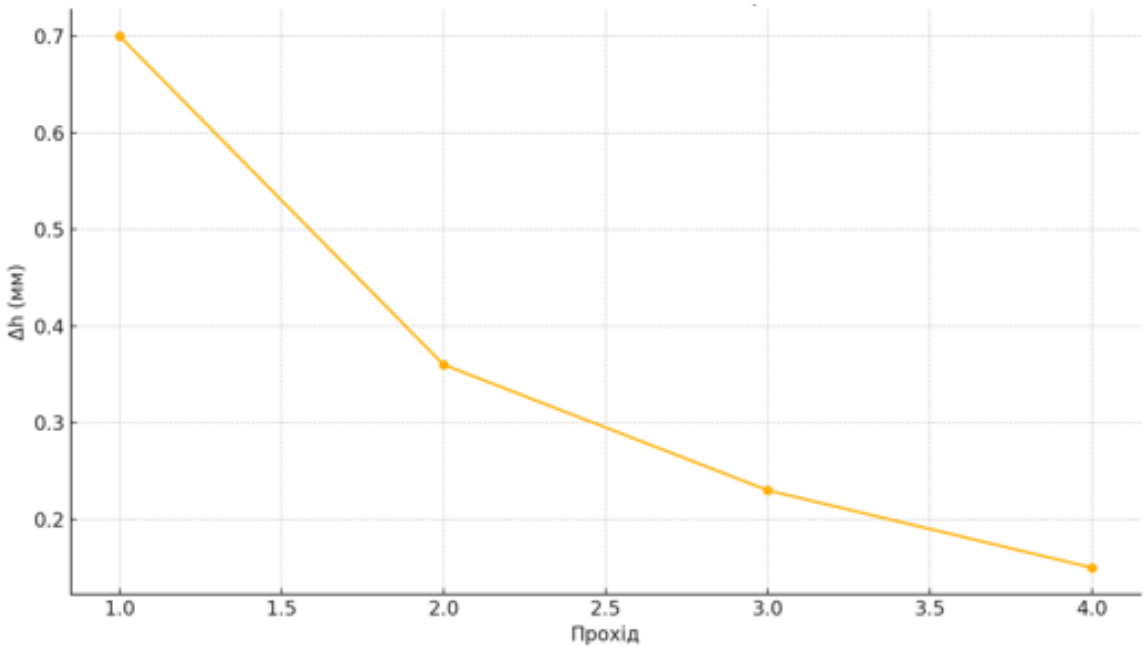


Рисунок 2.2 – Залежність абсолютного обтиснення від проходу

2.1.7 Визначаємо відносне обтиснення по проходах

$$\varepsilon_h = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\%; \quad (1.6)$$

$$\varepsilon_{h1} = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\% = \frac{1{,}8-1{,}1}{1{,}8} \cdot 100\% = 38\%;$$

$$\varepsilon_{h2} = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \cdot 100\% = \frac{1{,}1-0{,}74}{1{,}1} \cdot 100\% = 33\%;$$

$$\varepsilon_{h3} = \frac{h_2 - h_3}{h_2} \cdot 100\% = \frac{0{,}74-0{,}51}{0{,}74} \cdot 100\% = 31\%;$$

$$\varepsilon_{h4} = \frac{h_3 - h_4}{h_3} \cdot 100\% = \frac{0{,}51-0{,}36}{0{,}51} \cdot 100\% = 29\%;$$

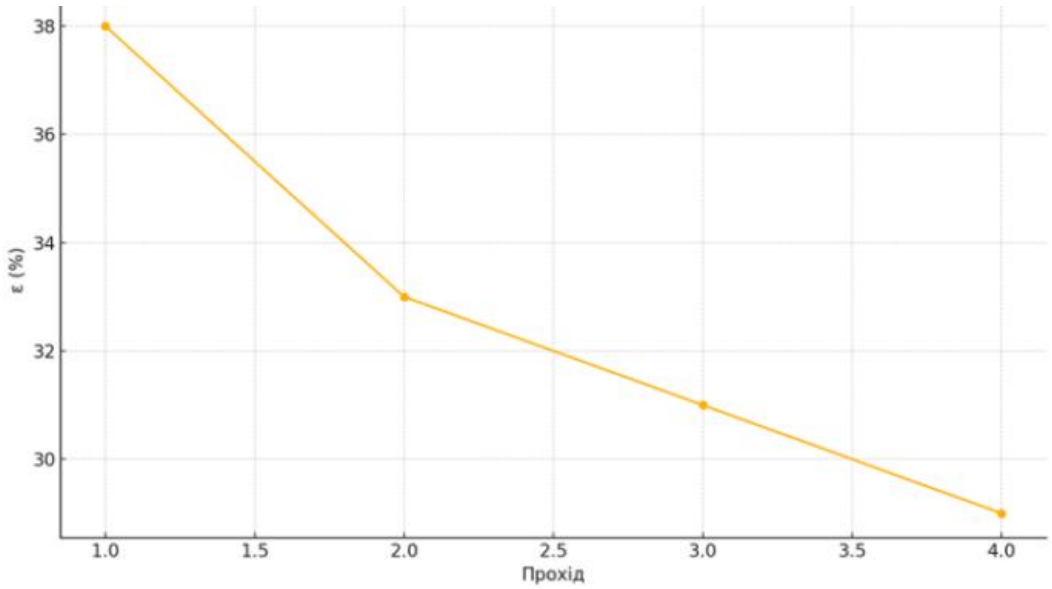


Рисунок 2.3 – Залежність відносного обтиснення від проходу

2.1.8 Визначаємо сумарне відносне обтиснення по проходах

$$\sum\varepsilon_h = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\%; \quad (1.7)$$

$$\sum\varepsilon_{h1} = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100\% = \frac{1{,}8-1{,}1}{1{,}8} \cdot 100\% = 38\%;$$

$$\sum\varepsilon_{h2} = \frac{h_0 - h_2}{h_0} \cdot 100\% = \frac{1{,}8-0{,}74}{1{,}8} \cdot 100\% = 58\%;$$

$$\sum\varepsilon_{h3} = \frac{h_0 - h_3}{h_0} \cdot 100\% = \frac{1{,}8-0{,}51}{1{,}8} \cdot 100\% = 72\%;$$

$$\sum\varepsilon_{h4} = \frac{h_0 - h_4}{h_0} \cdot 100\% = \frac{1{,}8-0{,}36}{1{,}8} \cdot 100\% = 80\%;$$

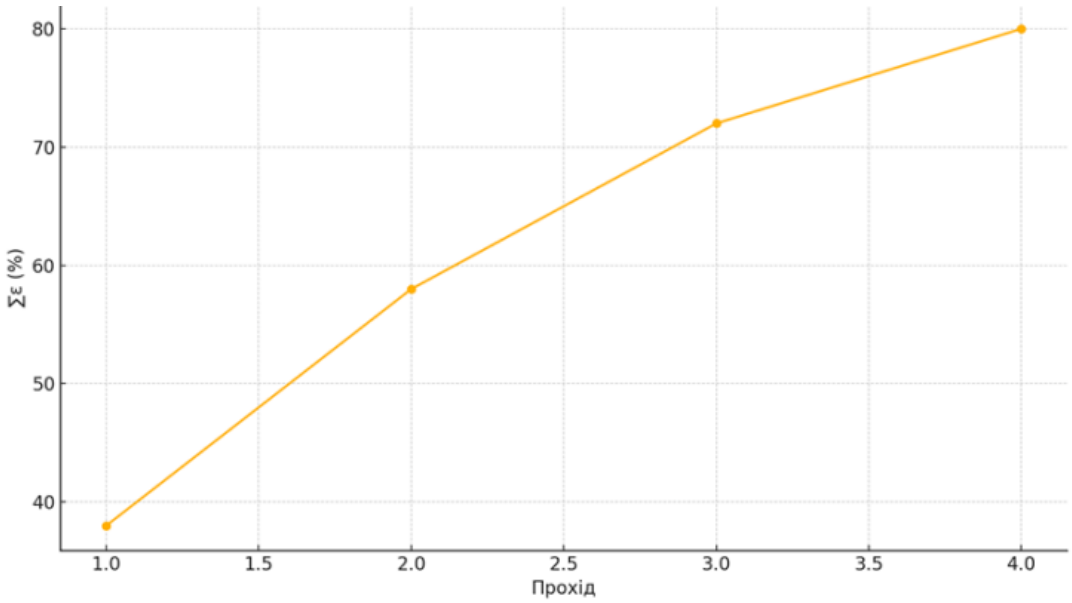


Рисунок 2.4 – Залежність ступеня деформації від проходу

2.1.9 Визначаємо площі поперечного перетину штаби по проходах

$F = h \cdot b$, мм^2; (1.8)

де:

b – ширина штаби, мм;

$F_0 = h_0 \cdot b_0 = 1{,}8 \cdot 1000 = 1800$ мм^2;

$F_1 = h_1 \cdot b_1 = 1{,}1 \cdot 1000 = 1100$ мм^2

$F_2 = h_2 \cdot b_2 = 0{,}74 \cdot 1000 = 740$ мм^2;

$F_3 = h_3 \cdot b_3 = 0{,}51 \cdot 1000 = 510$ мм^2;

$F_4 = h_4 \cdot b_4 = 0{,}36 \cdot 1000 = 360$ мм^2;

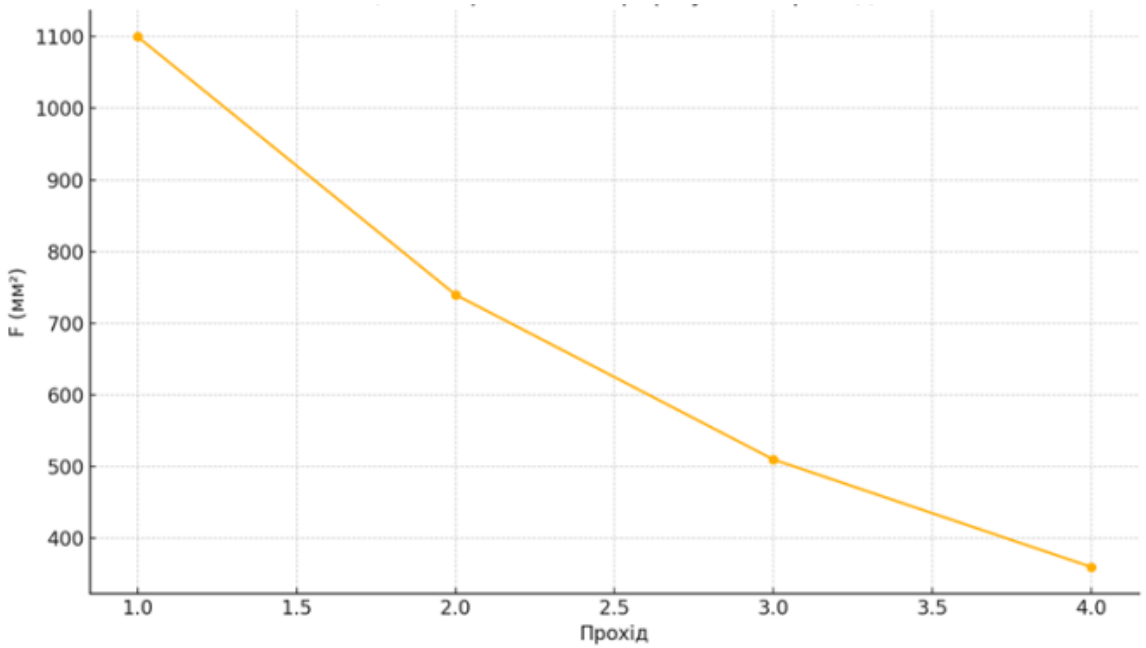


Рисунок 2.5 – Залежність поперечного перерізу від проходу

2.1.10 Визначаємо витягування по проходах

$$\mu_1 = \frac{F_0}{F_1} \quad (1.9)$$

$$\mu_1 = \frac{F_0}{F_1} = \frac{1800}{1100} = 1{,}64;$$

$$\mu_2 = \frac{F_1}{F_2} = \frac{1100}{740} = 1{,}47;$$

$$\mu_3 = \frac{F_2}{F_3} = \frac{740}{510} = 1{,}45;$$

$$\mu_4 = \frac{F_3}{F_4} = \frac{510}{360} = 1{,}42;$$

2.1.11 Визначаємо кути захвату

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{\Delta h_i}{R}} \times 57{,}3 \text{ , град} \quad (1.10)$$

де:

R – радіус робочих валків

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{0{,}7}{215}} \times 57{,}3 = 3{,}27°$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{0,36}{215}} \times 57,3 = 2,34°$$

$$\alpha_3 = \sqrt{\frac{0,23}{215}} \times 57,3 = 1.87°$$

$$\alpha_4 = \sqrt{\frac{0,15}{215}} \times 57,3 = 1,51°$$

2.1.12 Результати розрахунків заносимо у таблицю

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку режиму обтисків

№ Прох.	h_0, мм	b_0, мм	h_1, мм	b_1, мм	Δh, мм	μ	α, град	F, мм^2	ε, %	∑ε, %
Перемотування										
1	1,8	1000	1,1	1000	0,70	1,64	3,27	1100	38	38
2	1,1	1000	0,74	1000	0,36	1,47	2,34	740	33	58
3	0,74	1000	0,51	1000	0,23	1,45	1,87	510	31	72
4	0,51	1000	0,36	1000	0,15	1,42	1,51	360	29	80

2.2 Розрахунок енергосилових параметрів прокатки

2.2.1 Розрахунок зусилля прокатки ведемо за методом М. Стоуна

$$P = p \cdot F, \quad (2.1)$$

де:

$p_{ср.}$ – контактний тиск, МН/м^2;

F – площа контактної поверхні, мм^2

2.2.2 Визначення контактного тиску здійснюємо по формулі

$$p_{ср.} = k \cdot n_b \cdot n'_\sigma \cdot n''_\sigma \cdot n'''_\sigma; \quad (2.2)$$

Де:

k – опір деформації в умовах лінійного стиснення з урахуванням ступеню наклепу (МН/м^2);

n_b – коефіцієнт, який враховує вплив ширини штаби;

$n_{\sigma'}$ - коефіцієнт, який враховує вплив зовнішнього тертя;

$n_{\sigma''}$ - коефіцієнт, який враховує вплив зовнішніх зон;

$n_{\sigma'''}$ - коефіцієнт, який враховує вплив натягу;

2.2.3 По графіку визначаємо межу текучості, дані для визначення межи текучості приймаємо з попереднього розрахунку

$\sigma_{т.о}$ = 300 МН/м^2;

$\sigma_{т.1}$ = 540 МН/м^2;

$\sigma_{т.2}$ = 600 МН/м^2;

$\sigma_{т.3}$ = 660 МН/м^2;

$\sigma_{т.4}$ = 700 МН/м^2;

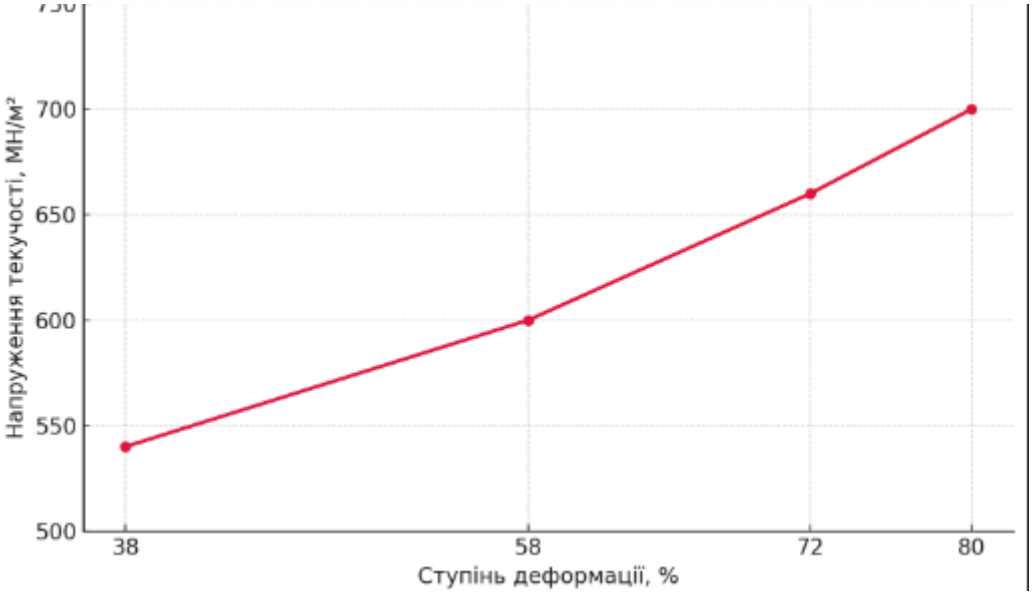


Рисунок 2.6 – Залежність межі текучості від ступеня деформації

2.2.4 Для кожного проходу визначаємо опір деформації в умовах лінійного стиснення з урахуванням ступеня наклепу

$k = \frac{\sigma_{T.O} + \sigma_{T.1}}{2}$, МН/м^2; (2.3)

$k_1 = \frac{300 + 540}{2} = 420$ МН/м^2;

$k_2 = \frac{540 + 600}{2} = 570$ МН/м^2;

$k_3 = \frac{600 + 660}{2} = 630$ МН/м^2;

$k_4 = \frac{660 + 700}{2} = 680$ МН/м^2;

2.2.5 Визначаємо довжину осередку деформації для кожного проходу, дані для визначення довжини осередку деформації приймаємо з попереднього розрахунка та даних підприємства

$l = \sqrt{R \times \Delta h}$, мм; (2.4)

Де:

R – радіус робочих валків, R = 215 мм;

Δ h – абсолютний обтиск, мм;

$l_1 = \sqrt{R \times \Delta h_1} = \sqrt{215 \times 0{,}70} = 12{,}3$ мм;

$l_2 = \sqrt{R \times \Delta h_2} = \sqrt{215 \times 0{,}36} = 8{,}8$ мм;

$l_3 = \sqrt{R \times \Delta h_3} = \sqrt{215 \times 0{,}23} = 7$ мм;

$l_4 = \sqrt{R \times \Delta h_4} = \sqrt{215 \times 0{,}15} = 5{,}7$ мм;

Враховуючи, що відношення $\frac{b}{l}$ для усіх проходів > 5, приймаємо $n_b = 1{,}15$;

2.2.6 Для визначення коефіцієнта,який враховує вплив натягу попередньо визначаємо натяг

$\sigma = \sigma_т \cdot (0{,}3 \div 0{,}35)$, МН/м^2; (2.5)

$\sigma_o = \sigma_{To} \cdot 0{,}3 = 300 \cdot 0{,}3 = 90$ МН/м^2;

$\sigma_1 = \sigma_{T1} \cdot 0{,}3 = 540 \cdot 0{,}3 = 162$ МН/м^2;

$\sigma_2 = \sigma_{T2} \cdot 0{,}3 = 600 \cdot 0{,}3 = 180$ МН/м^2;

$\sigma_3 = \sigma_{T3} \cdot 0,3 = 660 \cdot 0,3 = 198$ МН/м^2;

$\sigma_4 = \sigma_{T4} \cdot 0,3 = 700 \cdot 0,3 = 210$ МН/м^2;

2.2.7 Визначаємо коефіцієнт, який враховує вплив натягу

$n_\sigma''' = 1 - \frac{\sigma_O + \sigma_1}{2 \times k \times n_b}$, де (2.6)

σ – натяг, МН/м^2;

k – опір деформації в умовах лінійного стиснення з урахуванням ступеню наклепу, МН/м^2;

n_b – коефіцієнт, який враховує вплив ширини штаби;

$n_{\sigma 1}''' = 1 - \frac{\sigma_i + \sigma_1}{2 \times k_1 \times n_b} = 1 - \frac{90 + 162}{2 \times 420 \times 1,15} = 0,74;$

$n_{\sigma 2}''' = 1 - \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2 \times k_2 \times n_b} = 1 - \frac{162 + 180}{2 \times 570 \times 1,15} = 0,74;$

$n_{\sigma 3}''' = 1 - \frac{\sigma_2 + \sigma_3}{2 \times k_3 \times n_b} = 1 - \frac{180 + 198}{2 \times 630 \times 1,15} = 0,74;$

$n_{\sigma 4}''' = 1 - \frac{\sigma_3 + \sigma_4}{2 \times k_4 \times n_b} = 1 - \frac{198 + 210}{2 \times 680 \times 1,15} = 0,74;$

2.2.8 Визначаємо коефіцієнт контактного тертя для кожного проходу

$f_y = k_f \cdot \left(0,07 - \frac{0,1 \times V^2}{2 \times (1 + V) + 3V^2}\right);$ (2.7)

де:

k_f – коефіцієнт, який враховує вплив мастила;

V – швидкість прокатки, м/с;

Згідно з використаною технічною літературою коефіцієнт, який враховує вплив мастила для емульсії буде дорівнювати 1,0; швидкість прокатки = 3,5 м/с.

$f_{y.} = 1 \cdot \left(0,07 - \frac{0,1 \times 3,5^2}{2 \times (1 + 3,5) + 3 \times 3,5^2}\right) = 1 \cdot \left(0,07 - \frac{1,225}{45,75}\right) = 0,043;$

2.2.9 Визначаємо першу номографічну величину

$$\left(\frac{f_y \times l}{h_{cp.}}\right)^2 = \left(\frac{2 \times f_y \times l}{h_O + h_1}\right)^2; \quad (2.8)$$

де:

f_y – коефіцієнт контактного тертя;

l – довжина осередку деформації, мм;

$h_{ср.}$ – товщина штаби, приймаємо з попереднього розрахунку, мм;

- для першого проходу:

$$\left(\frac{f_{y.} \times l_1}{h_{ср}}\right)^2 = \left(\frac{2 \times 0{,}043 \times 12{,}3}{1{,}8 + 1{,}10}\right)^2 = 0{,}133;$$

-для другого проходу:

$$\left(\frac{f_{y.} \times l_2}{h_{ср}}\right)^2 = \left(\frac{2 \times 0{,}043 \times 8{,}8}{1{,}10 + 0{,}74}\right)^2 = 0{,}169;$$

- для третього проходу:

$$\left(\frac{f_{y.} \times l_3}{h_{ср}}\right)^2 = \left(\frac{2 \times 0{,}043 \times 7}{0{,}74 + 0{,}51}\right)^2 = 0{,}232;$$

- для четвертого проходу:

$$\left(\frac{f_{y.} \times l_4}{h_{ср.}}\right)^2 = \left(\frac{2 \times 0{,}043 \times 5{,}7}{0{,}51 + 0{,}36}\right)^2 = 0{,}320$$

2.2.10 Визначаємо другу номографічну величину

$$2 \cdot \frac{R}{93000} \times \frac{f_y}{h_{cp.}} \times \left(1{,}15 \times k - \frac{\sigma_O + \sigma_1}{2}\right); \quad (2.9)$$

де:

R – радіус робочого валка, R = 215 мм;

f_y – коефіцієнт контактного тертя;

$h_{ср.}$ – середня висота осередку деформації, мм;

k – опір деформації в умовах лінійного стиснення з урахуванням ступеня наклепу, МН/м^2;

σ – натяг, МН/м^2;

- для першого проходу:

$$2 \times \frac{R_1}{93000} \times \frac{f_{y.}}{h_{ср.}} \times \left(1{,}15 \times k_1 - \frac{\sigma_0+\sigma_1}{2}\right) = 2 \times \frac{215}{93000} \times \frac{0{,}043 \times 2}{2{,}9} \times \left(1{,}15 \times 420 - \frac{90+162}{2}\right) = 0{,}049;$$

- для другого проходу:

$$2 \times \frac{R_1}{93000} \times \frac{f_{y.}}{h_{ср.}} \times \left(1{,}15 \times k_2 - \frac{\sigma_1+\sigma_2}{2}\right) = 2 \times \frac{215}{93000} \times \frac{0{,}043 \times 2}{1{,}84} \times \left(1{,}15 \times 570 - \frac{162+180}{2}\right) = 0{,}105;$$

- для третього проходу:

$$2 \times \frac{R_1}{93000} \times \frac{f_{y.}}{h_{ср.}} \times \left(1{,}15 \times k_3 - \frac{\sigma_2+\sigma_3}{2}\right) = 2 \times \frac{215}{93000} \times \frac{0{,}043 \times 2}{1{,}25} \times \left(1{,}15 \times 630 - \frac{180+198}{2}\right) = 0{,}170;$$

- для четвертого проходу:

$$2 \times \frac{R_1}{93000} \times \frac{f_{y.}}{h_{ср.}} \times \left(1{,}15 \times k_4 - \frac{\sigma_3+\sigma_4}{2}\right) = 2 \times \frac{215}{93000} \times \frac{0{,}043 \times 2}{0{,}87} \times \left(1{,}15 \times 680 - \frac{198+210}{2}\right) = 0{,}264;$$

2.2.11 За номограмою М. Стоуна визначаємо значення x для усіх проходів

$x_1 = 0{,}40;$

$x_2 = 0{,}48;$

$x_3 = 0{,}60;$

$x_4 = 0{,}78;$

2.2.12 Згідно отриманих значень x знаходимо по таблиці коефіцієнт, який враховує вплив зовнішнього тертя

$n'_{\sigma.1} = 1{,}229;$

$n'_{\sigma.2} = 1{,}284;$

$n'_{\sigma.3} = 1{,}370;$

$n'_{\sigma.4} = 1{,}517;$

2.2.13 З величини x знаходимо довжину осередку деформації з урахуванням сплющення валків

$$l_{с.} = \frac{x \times h_{ср.}}{f_{y.}}, \text{ мм;} \qquad (2.10)$$

де:

$h_{ср.}$ – середня висота осередку деформації, мм;

$f_{у}$ – коефіцієнт контактного тертя;

$$l_{с.1} = \frac{x_1 \times h_{ср.}}{f_{у.}} = \frac{0{,}40 \times 2{,}9}{2 \times 0{,}043} = 13{,}5 \text{ мм};$$

$$l_{с.2} = \frac{x_2 \times h_{ср.}}{f_{у.}} = \frac{0{,}48 \times 1{,}84}{2 \times 0{,}043} = 10{,}3 \text{ мм};$$

$$l_{с.3} = \frac{x_3 \times h_{ср.}}{f_{у.}} = \frac{0{,}60 \times 1{,}25}{2 \times 0{,}043} = 8{,}7 \text{ мм};$$

$$l_{с.4} = \frac{x_4 \times h_{ср.}}{f_{у.}} = \frac{0{,}78 \times 0{,}87}{2 \times 0{,}043} = 7{,}9 \text{ мм};$$

2.2.14 Визначаємо контактний тиск по проходах

$$p_{ср.1} = k_1 \cdot n_{b.} \cdot n'_{\sigma.1} \cdot n''_{\sigma.1} \cdot n'''_{\sigma.1} \qquad (2.11)$$

$$p_{ср.1} = k_1 \cdot n_{b.} \cdot n'_{\sigma.1} \cdot n''_{\sigma.1} \cdot n'''_{\sigma.1} = 420 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}229 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}74 = 439 \text{ МН/м}^2;$$

$$p_{ср.2} = k_2 \cdot n_{b.} \cdot n'_{\sigma.2} \cdot n''_{\sigma.2} \cdot n'''_{\sigma.2} = 570 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}284 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}74 = 623 \text{ МН/м}^2;$$

$$p_{ср.3} = k_3 \cdot n_{b.} \cdot n'_{\sigma.3} \cdot n''_{\sigma.3} \cdot n'''_{\sigma.3} = 630 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}370 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}74 = 735 \text{ МН/м}^2;$$

$$p_{ср.4} = k_4 \cdot n_{b.} \cdot n'_{\sigma.4} \cdot n''_{\sigma.4} \cdot n'''_{\sigma.4} = 680 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}517 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}74 = 878 \text{ МН/м}^2;$$

2.2.15 Визначаємо зусилля прокатки для кожного проходу

$$P_1 = p_{ср.1} \cdot b \cdot l_{с1} \qquad (2.12)$$

$$P_1 = p_{ср.1} \cdot b \cdot l_{с1} = 439 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}0135 = 5{,}9 \text{ МН};$$

$$P_2 = p_{ср.2} \cdot b \cdot l_{с2} = 623 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}0103 = 6{,}4 \text{ МН};$$

$$P_3 = p_{ср.3} \cdot b \cdot l_{с3} = 735 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}0087 = 6{,}4 \text{ МН};$$

$$P_4 = p_{ср.4} \cdot b \cdot l_{с4} = 878 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}0079 = 6{,}9 \text{ МН};$$

2.2.15 Визначаємо потужність двигуну для кожного проходу

$$N_{дв} = \frac{P \cdot 10^6 \cdot v}{1000} = P \cdot v \cdot 1000 \qquad (2.13)$$

$$N_{дв1} = 2065 \text{ кВт}$$

$$N_{дв} = 2240 \text{ кВт}$$

$$N_{дв} = 2240 \text{ кВт}$$

$$N_{дв} = 2415 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків енергосилових параметрів при прокатці штаби на реверсивному стані 1200

№ прох.	$\sigma_т$, МН/м^2	σ, МН/м^2	n'''_σ	n'_σ	L, мм	l_c, мм	$p_{ср}$, МН/м^2	P, МН	Nдв, кВт
1	540	162	0,74	1,229	12,3	13,5	439	5,9	2065
2	600	180	0,74	1,284	8,8	10,3	623	6,4	2240
3	660	198	0,74	1,370	7,0	8,7	735	6,4	2240
4	700	210	0,74	1,517	5,7	7,9	878	6,9	2415

2.3 Розрахунок годинної продуктивності стана

2.3.1 Продуктивність стану

2.3.2 Знаходимо годинну продуктивність за наступною формулою

$$A_ч = \frac{3600 \cdot G}{T} \cdot \frac{K1}{K2}; \quad (3.1)$$

де: G – вага рулону = 10 т (за даними підприємства);

K_1– коефіцієнт використання обладнання = 0,9;

K_2– витратний коефіцієнт = 1,092;

2.3.3 Визначаємо довжину розкату по проходах

$$l_0 = G/(h_0 b_0 \rho) \quad (3.2)$$

l_0= 10/(0,0018×1,0×7,85) = 708 м

$$l_i = l_{i-1} \times \mu_i \quad (3.3)$$

$l_1 = l_0 \times \mu_1$ = 708 × 1,64 = 831,2 м

$l_2 = l_1 \times \mu_2$ = 831,2 × 1,47 = 1161 м

$l_3 = l_2 \times \mu_3$ = 1161 × 1,45 = 1684 м

$l_4 = l_3 \times \mu_4 = 1684 \times 1{,}42 = 2391{,}3$ м

2.3.4 Визначаємо машинний час

Перемотка – 135 с

$$t = \frac{l}{v} \quad (3.5)$$

$t_1 = \frac{l_1}{v} = \frac{831{,}2}{5{,}2} = 160$ с

$t_2 = \frac{l_2}{v} = \frac{1161}{5{,}2} = 223{,}3$ с

$t_3 = \frac{l_3}{v} = \frac{1684}{5{,}2} = 324$ с

$t_4 = \frac{l_4}{v} = \frac{2391{,}3}{5{,}2} = 460$ с

2.3.5 Визначаємо сумарний машинний час

$$\Sigma t_м = \text{перемотка} + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (3.6)$$

$\Sigma t_м = 135 + 160 + 223{,}3 + 324 + 460 = 1302{,}3$ с

2.3.6 Визначаємо час пауз

Час пауз дорівнює 134,1 с, тому що:

1) подача рулону з конвеєра в приємну кишеню = 11 с
2) виймання рулону з приємної кишені =10 с
3) встановлення рулону візком по осі головок розмотувача = 8 с
4) проходження штаби через ролики правильно тягнучої машини = 3,6 с
5) пропускання переднього кінця штаби на заправній швидкості через підняту прес-проводку та розведені валки = 50 с
6) завдання штаби у зів барабана моталки = 10 с
7) перемотка штаби = 20 с
8) розходження конусів розмотувача = 4,5 с
9) знімання рулону з моталки = 17 с

2.3.7 Визначаємо ритм прокатки

$$T = \Sigma t_м + \Sigma t_н \quad (3.7)$$

$$T = 1302,3 + 134,1 = 1436,4 \text{ с}$$

2.3.8 Визначаємо годинну продуктивність

$$А_ч = \frac{3600 \cdot 10}{1436,4} \cdot \frac{0,7}{1,092} = 16,1 \text{ т/г}$$

2.3.9 Визначаємо середньо-годинну продуктивність

$$А_{ср.год} = \frac{1}{\frac{Ψ1}{Пч1} + \frac{Ψ2}{Пч2} + \frac{Ψ3}{Пч3} + \frac{Ψ4}{Пч4}}, \quad (3.8)$$

де:

Ψ - обсяг виробництва

$А_ч$ – відповідна продуктивність даної марки сталі

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для розрахунку середньої продуктивності

$N^n/_n$	Марка сталі	Продуктивність, т/г	Об'єм виробництва,%
1	08ПС	16,1	32
2	15КП	17,2	33
3	08КП	19,3	35

$$А_{ср.год} = \frac{1}{\frac{0,32}{16,1} + \frac{0,33}{17,2} + \frac{0,35}{19,3}} = 17,5 \text{ т/год}$$

3 МЕХАНЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок технологічного інструменту та вузлів прокатного обладнання на міцність

3.1.1 Розрахунок валків на міцність здійснюємо по максимальному зусиллю прокатки згідно попереднього розрахунку.

3.1.2 Визначаємо розподіл зусилля між опорними і робочими валками по формулам, враховуючи, що згідно заводських даних максимальний діаметр валків після перешліфовки становить $D_{оп.}$= 1300 мм, $D_{р.}$ = 430 мм

$$\left(D_{оп.}/D_{р.}\right)^4 = \left(1{,}3/0{,}43\right)^4 = 83{,}5; \quad (3.1)$$

$$P_{р.} = \frac{P_{мак.}}{1+\left(D_{оп.}/D_{р.}\right)^4}, \text{ МН}; \quad (3.2)$$

Де:

$P_{мак.}$ – максимальне зусилля прокатки, $P_{мак.}$ = 6,9 МН;

$P_{р.} = \frac{6{,}9}{1+83{,}5} = 0{,}082$ МН;

$P_{оп.} = P_{мак.} – P_{р.}$, МН;

$P_{р.}$ – зусилля прокатки яке сприймають робочі валки, $P_{р.}$ = 0,082 МН;

$P_{оп.}$ = 6,9 – 0,082 = 6,82 МН;

Таким чином, робочі валки сприймають тільки $\frac{0{,}082}{6{,}9} \cdot 100\%$ = 1,19% від загального тиску на валки під час прокатки.

3.1.3 Визначаємо крутний момент

$M_{кр.} = M_{пр.} + M_{тр.} \pm M_{н.}$, МН·м ; (3.3)

де:

$M_{пр.}$ – момент прокатки;

$M_{тр.}$ – момент тертя;

$M_{н.}$ – момент від дії натягу;

3.1.4 Визначаємо момент прокатки

$M_{пр.} = P \cdot \psi \cdot \sqrt{R_2 \times \Delta h_2}$, МН·м (3.4)

де

P – зусилля прокатки, МН;

Ψ – коефіцієнт, який показує частину від довжини осередку деформації складає плече ψ = 0,35;

R – радіус робочих валків, згідно з технічною характеристикою обладнання стана R = 215 мм;

Δh – абсолютний обтиск метала, згідно попереднього розрахунку Δh = 0,36 мм;

$M_{пр.} = 6,9 \cdot 0,35 \cdot \sqrt{0,215 \cdot 0,00036} = 0,021$МН·м;

3.1.5 Визначаємо момент тертя

$M_{тр.} = P \cdot d_{оп.} \cdot f_n \cdot \frac{Dp.}{Don.}$, МН·м; (3.5)

де:

$d_{оп.}$ – діаметр шийки опорного валка, згідно з технічною характеристикою обладнання стана $d_{оп.}$= 729 мм;

$D_{р.}$, $D_{оп.}$ – діаметри бочки відповідно робочого і опорного валків, згідно з технічною характеристикою обладнання стана $D_{р.}$ = 430 мм, $D_{оп.}$= 1300 мм;

$M_{тр.} = 6,9 \cdot 0,729 \cdot 0,005 \cdot \frac{0,43}{1,3} = 0,0083$ МН·м;

3.1.6 Визначаємо момент від дії натягу

$M_{н.} = (Q_1 – Q_2) \cdot R$, МН·м;

(3.6)

де:

$Q_1 = \sigma_1 \cdot F_1 = 162 \cdot 0,001100 = 0,1782$ МН; (3.7)

$Q_2 = \sigma_2 \cdot F_2 = 180 \cdot 0,000740 = 0,1332$ МН;

$M_{н.} = (0,1782 – 0,1332) \cdot 0,215 = 0,01$ МН·м;

2.3.7 Визначаємо крутний момент

$M_{кр.} = 0,021 + 0,0083 + 0,01 = 0,039$ МН·м;

3.1.8 Визначаємо максимальний згинаючий момент в середині бочки опорного валка

$$M_{зг.оп.} = \frac{P_{оп.}}{4} \cdot \left(a - \frac{b}{2} \right), \text{ МПа;} \quad (3.8)$$

де:

$P_{оп.}$ – зусилля прокатки яке сприймають опорні валки, МН;

b – ширина штаби, мм;

$$a = l_{б.оп.} + \frac{l_{ш.оп.1}}{2} + \frac{l_{ш.оп.2}}{2}, \text{ мм;} \quad (3.9)$$

де:

$l_{б.оп}$ – довжина бочки опорного валка, мм;

$l_{ш.}$ – довжина шийки опорного валка, мм;

$$a = l_{б.оп.} + \frac{l_{ш.оп.1}}{2} + \frac{l_{ш.оп.2}}{2} = 1,2 + \frac{1,04}{2} + \frac{1,04}{2} = 2,24\text{м;}$$

$$M_{зг.оп.} = \frac{6,82}{4} \cdot \left(2,24 - \frac{1,0}{2} \right) = 2,97 \text{ МПа;}$$

3.1.9 Визначаємо максимальний згинаючий момент в середині бочки робочого валка

$$M_{зг.р.} = \frac{P_{р.}}{4} \cdot \left(a' - \frac{b}{2} \right), \text{ МПа;} \quad (3.10)$$

де:

$P_{р.}$ – зусилля яке сприймають робочі валки, МН;

$$a' = l_{б.р.} + \frac{l_{ш.р.1}}{2} + \frac{l_{ш.р.2}}{2}, \text{ мм;} \quad (3.11)$$

де:

$l_{б.р.}$ – довжина бочки робочого валка, мм;

$l_{ш.}$ – довжина шийки робочого валка, мм;

$$a' = l_{б.р.} + \frac{l_{ш.р.1}}{2} + \frac{l_{ш.р.2}}{2} = 1,2 + \frac{0,48}{2} + \frac{0,48}{2} = 1,68 \text{ м;}$$

$M_{зг.р.}= \frac{0,082}{4} \cdot \left(1,68 - \frac{1,0}{2}\right)$ = 0,024 МПа;

3.1.10 Визначаємо напруження вигину в бочці опорного валка

$$\sigma_{б.оп.} = \frac{M_{зг.оп.}}{0,1 \cdot D^3}, \text{ МПа;} \quad (3.12)$$

де:

$M_{зг.оп.}$ – згинаючий момент діючий в розглянутому перетині бочки опорного валка, МПа;

$D_{оп.}$ – діаметр бочки опорного валка, згідно з технічною характеристикою обладнання стана $D_{оп.}$ = 1300 мм;

$\sigma_{б.оп} = \frac{2,97}{0,1 \cdot 1,3^3}$ = 13,5 МПа;

2.1.11 Визначаємо напруження вигину в бочці робочого валка

$$\sigma_{б.р.} = \frac{M_{зг.р.}}{0,1 \cdot D^3}, \text{ МПа;} \quad (3.13)$$

де:

$M_{зг.р.}$ – згинаючий момент діючий в розглянутому перетині бочки робочого валка, МПа;

$D_{р.}$ – діаметр бочки робочого валка, згідно з технічною характеристикою обладнання стана $D_{р.}$ = 430 мм;

$\sigma_{б.р.} = \frac{0,024}{0,1 \cdot 0,43^3}$ = 3 МПа;

3.1.12 Визначаємо напруження вигину в шийці опорного валка

$$\sigma_{ш.оп.} = \frac{P_{оп.} \cdot l_{ш.}}{0,4 \cdot d^3}, \text{ МПа;} \quad (3.14)$$

Де:

$P_{оп.}$ – зусилля прокатки яке сприймають опорні валки, МН;

$l_{ш.}$ – довжина шийки опорного валка, мм;

$d_{оп.}$ – діаметр шийки опорного валка, мм;

$\sigma_{ш.оп} = \frac{6,82 \cdot 1,04}{0,4 \cdot 0,729^3} = 45,8$ МН;

3.1.13 Визначаємо запас міцності опорного валка

$$n_{оп.} = \frac{\sigma_{в.}}{\sigma_{ш.оп.}}; \quad (3.15)$$

де:

$\sigma_{в.}$ – межа міцності матеріалу валка на вигин;

$\sigma_{ш.оп.}$ – напруження вигину в шийці опорного валка, МПа;

$n_{оп.} = \frac{680}{45,8} = 14,9$;

3.1.14 Визначаємо напруження вигину в шийці робочого валка

$$\sigma_{ш.р.} = \frac{P_{р.} \cdot l_{ш.}}{0,4 \cdot d^3}, \text{ МПа}; \quad (3.16)$$

де:

$P_{р.}$ – зусилля яке сприймають робочі валки, МН;

$l_{ш.}$ – довжина шийки робочого валка, мм;

d – діаметр шийки робочого валка, мм;

$\sigma_{ш.р.} = \frac{0,082 \cdot 0,48}{0,4 \cdot 0,22^3} = 9,2$ МПа;

3.1.15 Визначаємо напруження крутіння на шийці робочого валка

$$\tau_{ш.р.} = \frac{M_{кр.}}{0,2 \cdot d^3}, \text{ МПа}; \quad (3.17)$$

Де:

$M_{кр.}$ – крутячий момент, МН·м;

$d_{ш.р.}$ – діаметр шийки робочого валка, згідно з технічною характеристикою обладнання стана $d_{ш.р.} = 220$ мм;

$\tau_{ш.р.} = \frac{0,039}{0,2 \cdot 0,22^3} = 18,3$ МПа;

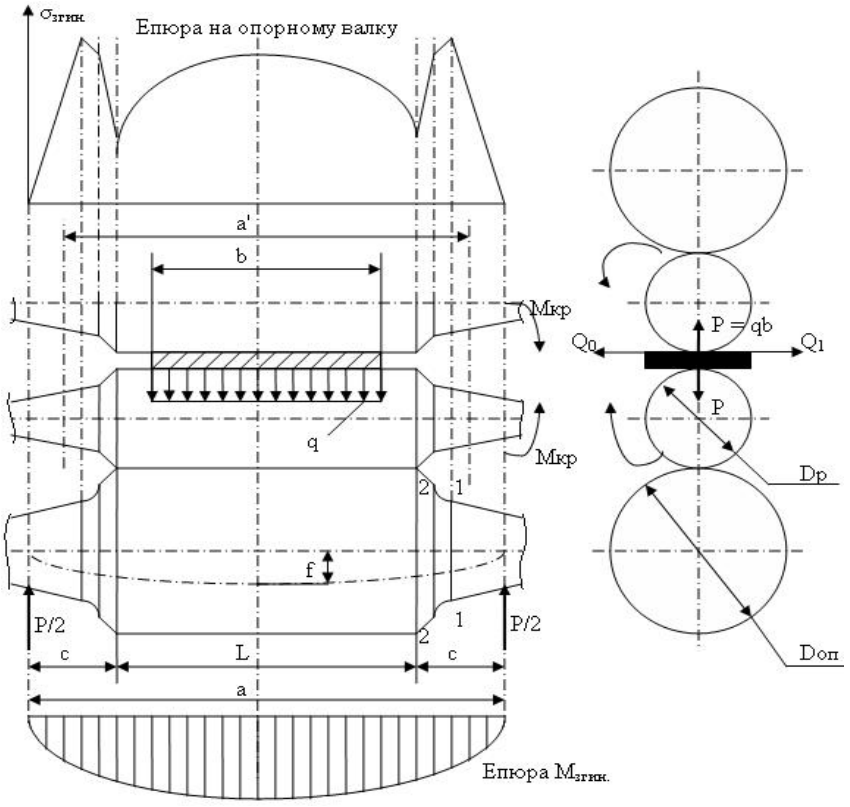


Рисунок 3.1 – Епюра до розрахунку валків на міцність

3.1.16 Визначаємо результуюче напруження

$\sigma_{рез.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$, МПа; (3.18)

де:

σ – напруження вигину в шийці робочого валка, МПа;

τ – напруження крутіння на шийці робочого валка, МПа;

$\sigma_{рез.} = \sqrt{9{,}2^2 + 3 \cdot 18{,}3^2} = 33$ МПа;

3.1.17 Визначаємо запас міцності робочих валків

$n_{роб.} = \frac{\sigma_{в.}}{\sigma_{рез.}}$; (3.19)

Де:

$\sigma_{в.}$ – межа міцності матеріалу валка на вигин;

$\sigma_{рез.}$ – результуюче напруження, МПа;

$n_{роб.} = \frac{610}{33} = 18{,}5$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

В цьому розділі бакалаврської роботи проаналізовані та розглянуті основні шкідливі і небезпечні чинники, які діють в умовах цеху холодної прокатки-1 ПАТ «Запоріжсталь», наведено інформацію про нормативно-правові акти з охорони праці, узагальнені питання пожежної та техногенної безпеки.

4.1 Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища

ЦХП-1 відноситься до II б категорії за ДСН 3.3.6.042-99, так як витрата енергії працівника становить близько 250 ккал/год.

Шкідливими та небезпечними факторами виробництва на стані є: теплове випромінювання; обертові та рухомі частини машин і механізмів, гострі кромки металу; шум та вібрація; електротравми; підвищений рівень пилу в повітрі.

Основа компонентів що забруднюють повітря – пил, сірчана кислота, оксид вуглецю, діоксид азоту, сірчистий ангідрид.

Таблиця 4.1 – Склад повітря дільниці реверсивного стану 1200

Речовини у складі повітря	Нормативне значення, мг/м^3	Фактичне значення, мг/м$_3$
Ангідрид сірчистий SO_2	10	5,27
Оксид вуглецю CO	20	6,1
Діоксид азоту NO_2	2,0	0,5889
Пил SiO_2	4,0	4,6

З таблиці видно що на дільниці прокатного стану 1200 концентрація шкідливих речовин в межах норми, тільки викиди пилу більше нормативних

значень. Для зменшення концентрації пилу у робочій зоні необхідно встановити загально-обмінну вентиляцію.



Рисунок 4.1 – Загально-обмінна витяжна вентиляція

Її встановлюють над джерелами забруднень. Після очищення повітря викидають на висоті не менше ніж метр над дахом. На вікнах отвори для вентиляції робити забороняється, це зменшує витяжну здатність вентиляції.

Електрична безпека цеху відносить його до категорії II: особливо небезпечних. В цеху є струмопровідні підлоги. Електричний струм погано впливає на організм викликає безліч травм, а саме: (електричний удар; електричний опік; металізацію шкірних покровів).

Виділяють два основних види ушкоджень: (струм більше 50 мА) ураження серцево-судинної, нервової системи та викликають ураження внутрішніх органів;(струм від 25-30 мА) викликає опіки, ураження очей. Тому всі електроустановки мають відповідати висунутим до них вимогам та правилам.

У ЦХП-1 окреслюють два види освітлення природнє(сонячне світло), та штучне. А як відомо в створенні сприятливих умов праці важливе

значення має прийнятне освітлення, адже незадовільне освітлення обтяжує роботу, знижує працездатність і гостроту зору, а це може призвести до травматизму і захворювань органів чуття.

Таблиця 4.2 – Характеристика приміщень по характеру здорової роботи і необхідної освітленості згідно ДСН В.2.5-28-2006

Приміщення	Розряд здорової роботи	Освітленість, лк	
		Факт	Норматив
ЦХП-1	VII	90-120	150-200

Природне світло проникає через світлові (бічні та верхні) отвори. Верхнє освітлення відбувається через аераційні ліхтарі в даху приміщення цеху. Природнє освітлення відсутнє на постах управління та диспетчерських з причини неприпустимості.

Джерело світла вибирається від характеру роботи, розмірів приміщення. Лампи накалу застосовують для грубої роботи й місцевого освітлення. Загальне освітлення станових прольотів проводиться газорозрядними лампами с захисними кожухами. Також цех має аварійне освітлення у разі дії відмови основного й підключене до аварійного незалежного джерела енергії.

Таблиця 4.3 – Заміри освітлення на дільниці прокатного стану 1200

Найменування	Фактичне значення, лк	Нормативне значення, лк
Передня моталка	89	100
Ланцюговий конвеєр	106	100
Робоча кліть з переднього боку	108	100

Продовження таблиці 4.3

Найменування	Фактичне значення, лк	Нормативне значення, лк
Робоча кліть з заднього боку	120	100
Задня моталка	75	100
Скидач рулонів	46	100
Розмотувач	73	100

Джерело локальної вібрації та шуму, є машини ударної та обертальної дії пневматико або електричним приводом. Інструменти ударної дії відносять пневмотрамбовки , молотки; ручні механізовані обертальні машинки, пили електромоторів, свердлувальні машини.

4.2 Заходи з поліпшення умов праці, пожежної та техногенної безпеки

Як відомо с працівниками проводяться індивідуальні інструктажі з охорони безпеки праці. Інструктажі завершуються перевіркою знань. Кожен працівник зобов’язаний здійснювати контроль на своєму робочому місці слідувати робочій інструкції. Інструктажі вводяться для запобігання небезпек.

Безпечна експлуатацію реверсивного стану 1200 забезпечує механізація та автоматизація виробництва, керування технологічним процесом на дистанції.

Попадання людини в небезпеку усунено за рахунок використання захисних кожухів, огороджень.

Захист струмоведучих частин, електричних шаф, установок досягається ізоляцією, недоступністю розташування відкритих частин електричних установок та сигналізацією.

При проектуванні кожного промислового підприємства мають бути забезпечені пожежні вимоги. Раціональне розташування будівель на території підприємства з урахування вибухопоженої, пожежної та техногенної безпеки. Наявністю доріг що дають безперешкодний під'їзд у разі виникнення пожеж, розташування комунікацій за вимогами пожежної безпеки.

Для гасіння пожеж застосовують вогнегасники, воду, емульсії, вуглеки слоту. Вуличні гідранти забезпечуються табличкою з написами («ПГ № 5»)

В цеху наявні пожежні щити з інвентарем : відром лопатою піском, два пінних вогнегасника типу ВПН-10, в машинному залі вуглекислотні ВВ-8.



Рисунок 4.2 – Щит пожежний відкритого типу

Металургійне підприємство об'єднує у собі потенційно небезпечні виробництва й може бути зоною потенційного виникнення та поширення токсичних та пожежонебезпечних речовин у разі аварійної техногенної ситуації.

Згідно статистики, кількісно пожежі на промислових підприємствах складають 17%.

Причини зростання аварійності: низька технологічна дисциплінованість, невиконання ПБП, невисока кваліфікація працівників, незадовільний стан виробничого обладнання.

Майже будь-яку аварійну ситуацію можна віднести до техногенної, адже викиди шкідливих речовин при аваріях на залізничному авто транспорті, виливу небезпечних речовин у землю та повітря, руйнування, пожежі призводять до серйозних проблем зі здоров’ям персоналу звичайних людей та довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано сортамент продукції ЦХП-1 та його устаткування також технологія виробництва продукції. Запропоновані сучасні шляхи вдосконалення устаткування й технологічного процесу.

2. Розраховані енергосилові параметри процесу прокатки штаби перерізом 0,36×1000 мм. Максимальна потужність двигуна розрахована у четвертому проході , і склала 24150 кВт. Максимальна сила прокатки розрахована у 4-му проході, і склала 6,9 МН.

3. Розраховано валки на міцність, при отриманих енергосилових параметрах. Розрахунки на міцність опорних валків задовольняють діапазон допустимих напружень.

4. Розрахована годинна продуктивність стана з урахування встановленого такту прокатки, та маси рулону. Продуктивність склала 17,5 тон за годину.

5. У розділі охорони праці та техногенної безпеки був виконаний аналіз небезпечних і шкідливих факторів праці, та запропоновані заходи безпеки з пожежної профілактики працівників цеху, згідно з діючих нормативно-правових актів, стандартів на умови праці робітників.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

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

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

3. О.П. Грудєв, Л.Ф. Машкін Технологія прокатного виробництва: Київ: АРТ.- Бізнес – Центр. Київ, 1994. 651с.

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

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

6. І.М. Бойчик Економіка Навчальний посібник Київ: Атіка 2004. 180с.

7. Ніколаєв В. О. Теорія та обладнання точної прокатки штаб: методичні рекомендації до виконання практичних завдань, контрольних і самостійних робіт для здобувачів ЗДІА напряму 8.0504104 ”Обробка металів тиском”. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 52 с

8. «Металургія», рівня вищої освіти «Магістр» денної і заочної форм навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 42 с.

9. Явтушенко О. В., Проценко В. М., Корнілов О. О. Розрахунок валків прокатних станів на міцність і деформацію у програмному комплексі «AutoCAD Mechanical». Металургія : Збірник наукових праць. Запоріжжя , 2018. Вип. 2 (40). С. 85 – 90.

10. ДСТУ 3008 : 2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ 3008-95. Чинний від 2017-07-01]. Київ :

Держстандарт України, 1995. 26 с. (Інформація та документація).

11. Ніколаєв В. О. Теорія прокатки штаб : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2014. 259 с.

12. Румянцев В. Р., Кутузова І. О. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2015. 132 с.

13. Проценко В. М. Обтискне та сортове виробництво : методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 136 "Металургія" освітньо-професійної програми "Металургія". Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 51 с.