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 виробництва штаб 0,7х1200 мм зі сталі 15кп на неперервному стані холодної прокатки 1680**

Виконав: студент __IV_ курсу, групи 6.1360-омт
спеціальності _____136 Металургія_____
(код і назва спеціальності)
освітньої програми ___Обробка металів тиском__
(код і назва освітньої програми)
_____С. А. Вандрашек_____
(ініціали та прізвище)

Керівник
проф. каф. МТЕТБ, д.т.н. ___ _____ Ю. О. Бєлоконь

Рецензент
доц. каф. МТЕТБ, доц., к.т.н. _____ Д.О. Кругляк

Запоріжжя – 2024 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
"_12_" ___02_____2024 року

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

_____ Вандрашек Сергій Андрійович_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) **Розробка технології виробництва штаб 0,7х1200 мм зі сталі 15кп на неперервному стані холодної прокатки 1680**

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

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

2. Строк подання студентом роботи _____10 червня 2024 року_____

3. Вихідні дані до роботи: Матеріали виробничої (переддипломної) практики, курсові проекти, технічна документація ПАТ «Запоріжсталь», літературні джерела, інтернет-ресурси. Розміри штаби 0,7х1200 мм, сталь – 15кп_____

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

Мета кваліфікаційної роботи – розширення сортаменту виробництва холоднокатаної штаби зі сталі 15КП на неперервному чотирьохклітьовому стані 1680, в умовах ЦХП ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок впровадження виробництва нагартованих смуг.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання __26.12.2023 року.__

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ **С. А. Вандрашек**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ **Ю. О. Бєлоконь**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено
Нормоконтролер _____ **Ю. О. Бєлоконь**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 80 с., 8 табл., 1 рис., 19 джерел.

РЕЖИМ ОБТИСКУ, АБСОЛЮТНИЙ ОБТИСК, ЗАПРАВНА ШВИДКІСТЬ, УПОВІЛЬНЕННЯ, РОЗГІН СТАНУ, ЕМУЛЬСІЯ, НАТИСКНІ ГВИНТИ, САНІТАРНІ НОРМИ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка заходів щодо розширення сортаменту виробництва холоднокатаної штаби зі сталі 15КП на неперервному чотирьохклітьовому стані 1680, в умовах ЦХП ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок впровадження виробництва нагартованих смуг.

В роботі розглянутий технологічний процес прокатки на безперервному 4-ох клітьовому стані 1680, обладнання стану, проаналізовані недоліки роботи устаткування , такі як малу швидкість натискних гвинтів та значні зміни зусиль при прокатці. Запропоновані та описані шляхи вирішення даних проблем.

Також в роботі описані особливості виробництва нагартованих штаб, та розрахований економічний ефект від застосування нової технології, який показує значне зменшення витрат на переділ.

ЗМІСТ

Вступ……6

1 Загальна частина

1.1 Характеристика цеху……..9
1.2 Технічна характеристика обладнання цеха…….……12
1.3 Сортамент стана і марки сталі…….……20
1.4 Технологічний процес прокатки……...21
1.5 Перспективи розвитку виробництва та
пропозиції щодо його вдосконалення …..……...…….…….31

2 Технологічна частина

2.1 Розрахунок режиму обтисків……38
2.2 Розрахунок зусиль прокатки……..……...42
2.3 Розрахунок продуктивності стана……50

3 Механічна частина

3.1 Розрахунок валків на міцність …….53
3.2 Розрахунок вузлів прокатного обладнання на міцність …….....58

4 Охорона праці та техногенна безпека

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів……64
4.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища……..…..……....70
4.3 Правила безпечного ведення робіт ……..75

Висновок……78

Перелік джерел посилання……...79

ВСТУП

Відповідно до прийнятої програми розвитку прокатного виробництва на комбінаті «Запоріжсталь» обсяг випуску холоднокатаного конструкційного прокату з вуглецевих сталей повинен збільшиться до 1,2 - 1,5 млн. тон на рік при одночасному розширенні сортаменту продукції, що випускається. При цьому передбачається, що збільшення обсягів виробництва буде здійснюватися виключно за рахунок освоєння нових, більш ефективних видів холоднокатаної металопродукції. Виконання програми розраховано на 5-7 років і буде здійснюватися поетапно. На першому етапі планується освоїти виробництво 450-500тис. тон в рік високоякісного конструкційного холоднокатаного прокату товщиною 0,35-2,50 мм, в тому числі 300 тис. тон в рік листа для автомобільної промисловості, відпаленого в середовищі повного водню.

Освоєння випуску перерахованих видів прокату, які будуть задовольняти найвищим сучасним вимогам по точності, якості поверхні, механічним, технологічним і службовим властивостей, дозволить розширити виробничі та експортні можливості комбінату, поліпшити техніко-економічні показники і підвищити конкурентоспроможність продукції, що випускається. Діючі на комбінаті стани холодної прокатки (безперервний чотирьох клітьовий стан 1680, реверсивні стани 1200 і 1680) є морально і фізично застарілими. Тому основне і допоміжне обладнання цеху холодної прокатки №1 буде докорінно модернізовано та оновлено, в тому числі шляхом будівництва нового стану холодної прокатки. В обґрунтуванні вибору оптимального типу та складу устаткування нового стану холодної прокатки для комбінату і визначенню його основних параметрів. Вирішення цього завдання було пов'язано з наступним обмеженнями:

-будівництво нового і модернізація діючих станів холодної прокатки повинні здійснюватися без зупинки виробництва і без зменшення обсягів продукції, що випускається;

-новий стан холодної прокатки повинен бути побудований в першу чергу, що у найближчі роки дозволить освоїти виробництво на комбінаті «Запоріжсталь» тонкого (0,35-2,5мм) високоякісного холоднокатаного прокату, в тому числі листа для автомобілебудування, а після виходу стану на проектну потужність забезпечити необхідні умови для модернізації діючих станів холодної прокатки. При виборі типу і складу устаткування нового стану холодної прокатки виходили з обсягу (800 тис. тон в рік), структури сортаменту (0,35-2,5 мм) і вимог, що пред'являються до якості продукції, що випускається, а також враховували:

-стан і тенденції зміни структури міжнародного ринку тонколистової металопродукції;

-стану і тенденції розвитку широкосмугових станів гарячої і холодної прокатки, а також тенденції зміни їх сортаменту.

Аналіз виробництва і споживання конструкційних матеріалів в світі показує, що плоский холоднокатаний прокат продовжує залишатися, одним з найбільш ефективним і найбільш потребуємих видів металопродукції. Тому велика частина тонколистового прокату, виробленого в світі випускається у вигляді холоднокатаних смуг, листів, стрічок. В індустріально розвинених країнах частка плоского холоднокатаного прокату досягає 60-70% від обсягу випуску тонколистового прокату. Відбувається також постійне посилення вимог, що пред'являється до точності, властивостей і якості поверхні холоднокатаного прокату, скорочуються терміни виконання замовлень і збільшується кількість середніх і дрібних замовлень. Сучасні комплекси по випуску холоднокатаного прокату, перш за все сучасні стани холодної прокатки, повинні відрізнятися достатньою мобільністю, широкими технологічними можливостями і забезпечувати масове виробництво більш тонкого листового прокату з високими показниками якості та найменшими виробничими витратами.

Для поліпшення якості підготовки робочого інструмента прокатні і дресирувальні стани передбачається оснастити вальцешліфувальними станами і новим обладнанням для насічки.

Двох клітьові реверсивні стани - це новий тип компактних високопродуктивних смугових станів холодної прокатки. Досягнення високої продуктивності на цих станах стало можливим в результаті зменшення товщини і збільшення маси рулонів гарячекатаного підкату, відповідно до 1,5-1,8мм і вагою 20-28т, поліпшення динамічних характеристик приводних двигунів реверсивних станів, збільшення швидкості прокатки на цих станах до 20-25т/с і підвищенню ефективності роботи системи управління і регулювання технологічних параметрів.

Основним недоліком станів є збільшена кількість кінцевого обрізу металу. Реалізація перерахованих технічних рішень дозволила також дещо скоротити кількість технологічних відходів, металу підвищити якість, перш за все продукції, і поліпшити техніко-економічні показники роботи станів.

Також важливе значення для комбінату є програма енергозбереження.

Галузева програма енергозбереження має включати заходи по модернізації основних технологічних агрегатів, заміна мартенівських печей конверторами і електродуговими печами. Часткова заміна природного газу коксо-доменною сумішшю в нагрівальних печах і колодязях.

Неодмінним розділом програми повинен бути перелік робіт науково-дослідного і дослідно конструкційного характеру, які дозволяють забезпечити перспективу вдосконалення споживання енергоресурсів на наступні 5-10 років. Використання природного газу в чорній металургії є ефективним заходом, однак в умовах різкого збільшення ціни зниження його витрат є актуальним завданням. В Україні є ряд науково-технічних розробок які дозволяють значно зменшити обсяг споживання природного газу за рахунок використання альтернативних видів палив.

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика цеху

Цех холодної прокатки №1 є одним з основних цехів комбінату ,,Запоріжсталь". У цеху виробляють тонкий холоднокатаний лист з низьковуглецевої, вуглецевої, нержавіючої сталі.

ЦХП-1 складається з наступних основних відділень: травильного, прокатного, термічного, дресирувального відділень, а також відділення обробки листа і відділення жерсті.

Травильне відділення складається з конвеєра гарячекатаних рулонів, безперервних травильних агрегатів, а також ділянки упаковки протравлених гарячекатаних рулонів.

Травильні агрегати призначені для травлення металу в розчині кислоти з метою видалення окалини.

Безперервні травильні агрегати складаються з наступного обладнання: приймального пристрою, кантувача рулонів, розмотувача, правильно-тягнучої машини, окалинозламувача, ножиць з нижнім різом, зтикозварювальною (зі швом) машиною, гратознімача, петлевої ями №1, травильних ванн, промивних ванн, тягнущьої машини, пристрою для сушіння смуг, петлевої ями №2, діропробивної машини, ножиць, промаслювальної машини, моталки і лінії збирання рулонів.

Прокатне відділення складається з трьох станів холодної прокатки: безперервного 4-х клітьового стану «1680», реверсивного стану «1680» і реверсивного стану «1200».

Безперервний 4-х клітьового сталі «1680» складається з чотирьох послідовно розташованих клітей «кварто» з діаметром валків: робітників 465 - 510 мм; опорних 1210 - 1300 мм. Довжина бочки валків 1680 мм

Стан складається з наступного допоміжного обладнання: приймально - поворотного пристрою, розмотувача, роликового прес - проводки, моталки барабанного типу, знімача і лінії збирання рулонів.

На реверсивному стані «1680» здійснюють прокатку вуглецевих і легованих марок сталі

Стан складається з реверсивної кліті «кварто» з робочими і опорними валками. Діаметр робочих валків 470 - 510 мм, діаметр опорних валків 1340 - 1420 мм, довжина бочки валків 1680 мм.

До допоміжного обладнання стану належить: приймальний пристрій, поворотний стіл, скидач рулонів, розмотувач, роликова прес-проводка, дві моталки, знімача рулонів, приймальна кишеня. На реверсивному стані «1200» здійснюють прокатку вуглецевих марок сталі, а також підкату для жерсті.

Стан складається з реверсивної кліті «кварто». Діаметр бочки робочих валків становить 380 - 430 мм, діаметр бочки опорних валків 1215 - 1300 мм, довжина бочки валків 1200 мм.

До допоміжного обладнання стану належать: приймальний ланцюгової транспортер, приймальний стіл, розмотувач, прес - проводка, дві моталки і знімач рулонів.

Термічне відділення складається з 19 - ти блоків печей, які складаються з близько 250-ти стендів, і призначене для відпалу металу.

Для відпалу застосовуються одностопні ковпакові печі.

Основними елементами ковпакових печей є: зовнішній нагрівальний ковпак, муфель, конвекторні кільця, димовий ежектор, газові пальники, циркуляційний вентилятор.

Дресирувальне відділення призначене для остаточної обробки, упаковки і відвантаження холоднокатаного металу.

Відділення складається з двох дресирувальних станів «кварто» «1700 - 1» і «1700 - 2», дресирувального стану «кварто» 3-х агрегатів поперечної різання, агрегату поздовжнього різання, двох пакувальних конвеєрів, двох ділянок сортування металу, а також ділянки упаковки рулонів.

Дресирування стани «1700 - 1» і «1700 - 2» складаються з кліті «кварто» з діаметром валків: робочих 470 - 500 мм, опорних 1220 - 1300 мм, довжина бочки валків становить 1700 мм

Допоміжним обладнанням стану є: приймальний транспортер, кантувач рулонів, розмотувач барабанного типу, тянучі ролики, моталка барабанного типу, знімача рулонів, відвідний конвеєр.

Агрегати поперечного різання здійснюють різання рулонної штаби на листи мірної довжини, промаслювання і складування листів в пачку.

Агрегат складається з наступного обладнання: приймального пристрою, розмотувача барабанного типу, задаючих роликів, 5 - ти роликової правильної машини, ножиць з нижнім різом, петлевої ями, 13 - ти роликовій правильній машини, двубарабанних летючих ножиць, промаслювальної машини.

Після різання на агрегатах метал відправляється на упаковку або при необхідності на сортування. Після упаковки метал направляється на ділянку відвантаження.

Відділення жерсті призначене для виробництва жерсті і складається з наступного обладнання: агрегату поздовжнього різання смуг, двох 4-х клітьових прокатних станів «450» і «650», дресирувальних станів.

Відділення оброблення призначене для прокатки та обробки нержавіючої сталі, і має в своєму складі: гартівний агрегат, агрегат шліфування смуг (АШП), комбінований агрегат дресирування і різання смуг (КДПР), а також листові ножиці з нижнім різом.

Крім основних відділень до складу ЦХП-1 також входять такі допоміжні служби як кранова, механічна, електрослужба, енергослужба, адміністративна служба, інструментальна служба. А також вальце-шліфувальна служба, до складу якої входять дві ділянки по переточування, насічці і збірці валків прокатних і дресирувальних станів.

1.2 Технічна характеристика обладнання цеха

Безперервний 4-х клітьовою стан 1680 складається з 4-х послідовно розташованих клітей кварто і допоміжного обладнання: приймального і поворотного пристроїв, скидача рулонів, розмотувача, роликової пресспроводки, моталки барабанного типу, знімача і лінії збирання рулонів.

Приймальний пристрій - призначений для прийому, накопичення рулонів і транспортування їх до поворотного пристрою.

- Ємність, рулонів	4
- Кількість пневматичних упорів .	4
- Відстань між упорами, мм	1900
Ухил похилій площині, град.:	
- перед першим упором	8
- перед наступними упорами	4
- Відстані між бортами, мм	1600
- Тиск стисненого повітря, кгс/см^2.	от 4,0 до 6,0

Поворотний пристрій призначений для прийому рулонів з приймального пристрою, повороту їх навколо вертикальної осі на 180 град. і подачі на скидач рулонів.

- Ємність, рулонів	1
- Кут повороту, град.	180
-Кут гравітаційного рольганга в вихідному положенні, град.	0
- Потужність електродвигуна, кВт (об/хв)	5 (910)

Скидач рулонів і пересувний упор призначені для прийому рулонів з поворотного пристрою, правильної установки їх відносно поздовжньої осі

розмотувача і скидання рулону в люльку розмотувача за допомогою пересувного упору.

Скидач складається з люльки-рольганга і пристрою переміщення:

- Ємність, рулонів	1
-Ухил роликів рольганга	
при прийманні рулону, град.:	3
при сбросу рулону	0
- Кут повороту	
люльки при скиданні, град.	23
- Тиск стисненого повітря, кгс/см^2.	від 4,0 до 6,0
-Швидкість переміщення упора, мм/с	13,4

Розмотувач призначений для правильної установки рулону щодо поздовжньої осі стану, повороту рулону в положення, що забезпечує можливість захоплення зовнішнього кінця штаби відгибачем, відгинання кінця штаби і задання його в пресс проводку:

Розмотувач складається з приводних конусів, люльки, центрователя, електромагнітного відгибача і опорних роликів:

- Швидкість підйому і опускання люльки, мм/с	20
- Швидкість переміщення каретки центрователя, мм/с	84
Відстань між головками конусів, мм:	
- мінімальне	280
-максимальне	1680
- Діаметр головки, мм	710
- Найбільше зусилля затиску конусами центрователя, т	10
- Переміщення кареток - від електродвигуна	
потужністю 30 КВТ , об/хв	750
- Підйомна сила електромагніта, т	2

- Найбільший кут повороту важелів, град.	62
- Час опускання (підйому) важелів при мінімальному діаметрі рулонів, с	2,5
- Діаметр тягнущого ролика, мм	305
-Колова швидкість тягнущого ролика, м/с	0,5

Роликова прес-проводка і вертикальна проводка.

Роликова прес-проводка призначена для створення натягу штаби перед першою кліттю в процесі прокатки. Складається з верхньої і нижньої рам, вузла роликів діаметром 140 мм і направляючого пристрою. Ролики змонтовані в касетах (по 4 ролика в касеті), які вставляються в пази, зроблені у верхній і нижній рамах. У верхній рамі встановлено п'ять рядів роликів, в нижній чотири ряди.

Ролики останнього ряду верхньої рами встановлені в шахматному порядку по відношенню до попереднього ряду. Останні два ряди роликів нижньої рами зміщені по відношенню один до іншого і до попереднього ряду на 70 мм.

Ролики встановлені на підшипниках №3610, мастило роликів - густе.

Періодичність візуального контролю - щораз під час прийняття зміни.

Підйом верхньої рами приводиться за допомогою пневматичного циліндра. Діаметр поршня - 1000 мм, діаметр штока - 150 мм, хід поршня - 250 мм, тиск повітря в магістралі - від 4,0 до 6,0 кгс/см2.

Переміщення прес-проводки при перевалці валків проводиться за допомогою гідравлічного циліндра. Діаметр поршня - 180 мм, діаметр штока - 80 мм, хід поршня - 600 мм. Робочий тиск в гідросистемі 32 кгс/см2, максимально допустимий - 64 кгс/см2.

Хід проводкового столу при завданні штаби — 150 мм.

Привід переміщення бічних роликів за допомогою гідродвигуна. Натяг, що створюється роликового прес-проводкою від 2,5 до 6,0 т (за технічною характеристикою стану).

Вертикальна проводка призначена для центрування штаби по осі стану.

Привід валків здійснюється від електродвигунів, характеристика яких наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика електродвигунів, головних приводів.

№ кліті	Потужність двигуна, кВт	Число обертів двигуна, об/мин	струм якоря, А	Межі швидкостей прокатки, м/с
1	3300	110/200	5610	2,75-5,0
2	3300	160/280	5580	4-7
3	3300/2800	220/330/380	5550/4700	5,0-8,3-9,5
4	2х1650	200-450	2х2820	5,0-10,0

Напруга мережі — 630 В.

Привід валків від електродвигунів здійснюється через проміжні вали з зубчастою муфтою, шестерені кліті і шпиндельні з'єднання.

швидкість прокатки, м/с:

- максимальна 10
- Заправочна 0,5

Натискні гвинти кожної кліті приводяться в рух від двох електродвигунів потужністю по 46 кВт, 625 об/хв.

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. Верхнє положення натискного гвинта обмежується командоаппаратом.

Відстань між осями натискних гвинтів — 2700 мм.

Загальне передавальне відношення — 1026.

Швидкість переміщення натискних гвинтів, мм/хв.:

- при обтиску 8
- при зворотньому ході 12,2

Розміри валків наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розміри прокатних валків.

Валки	Розміри, мм							
	Бочки			Шийки		Трефи		Маса, т
	Діаметр		Довж	Діаметр	Довж	Діаметр	Довж	
	макс.	мінім.						
Робочі	513	470	1680	260	248	235	260	3,32
Опорні	1300	1210	1680	конус. 800/658	1365	-	-	25,23

Робочі валки - цільноковані з загартованої поверхнею бочки. Опорні валки - з насадними бандажами або цільноковані.

Матеріал валків: робочих - сталь 60Х2СМФ, опорних з насадними бандажами: бочки - сталь 9ХФ, осі — сталь 40ХН2МА, опорних цільнокованих — 70ХЗГНМФ, 45ХЗМІФ.

Твердість поверхні бочок валків: робочих — від 90,0 до 96,0 HSD, опорних — від 65,0 до 75,0 HSD.

Урівноваження верхніх опорних і робочих валків здійснюється за допомогою гідравлічної системи з тиском масла 105 кгс/см^2.

Тиск в системі гідродомкрата перевалки опорних валків 175 кгс/см^2.

Система противозгиба робочих валків кліті №4.

Призначена для регулювання профілю валків в процесі прокатки.

Складається з гідравлічної станції високого тиску, гідродомкратів, змонтованих в подушках нижніх робочих валків. Гідростанція включає резервуар-відстійник ємністю 650 л, гідронасос з електродвигуном і зворотним клапаном, запобіжний і регулювальний клапани, манометр, що підводять і зливні трубопроводи, корковий кран, гідроциліндри.

-Тип насосу	50 НР 6,3
- Продуктивність насосу, л/хв ($см^3$)	8,6 (6,3)
- потужність електродвигуна, кВт	7,5
- обороти електродвигуна, об/хв	730
- Тип манометра	мтп 160х160
- Кількість плунжеров гідроциліндрів	4
- Діаметр плунжера, мм	90
- Робочий хід плунжера, мм	65
- Діапазон регулювання тиску масла в гідроциліндрах, кгс/$см^2$	65

Моталка барабанного типу призначена для змотування прокатаної смуги і створення натягу штаби при прокатці.

- Діаметр барабана в розціпленого стані	760 мм.
- Довжина бочки барабана	1790 мм.
- Зменшення діаметра барабана моталки при знятті рулону	20 мм.
- Натяг штаби, створюваний моталкою	до 18 т.
-Привід від двухякорного електродвигуна потужністю 2000 кВт,	200/500 об / хв.,

Відкидна опора моталки при знятті рулону повертається на 90 град. за допомогою гідравлічного циліндра діаметром 160 мм з робочим ходом 340 мм.

Знімач рулонів призначений для зняття рулону з барабана моталки і подачі його в приймальний жолоб. Він складається з: візка з рухомою вилкою, люльки, горизонтального циліндра і рухомого настилу:

-Максимальна маса рулону, т	15
-Максимальний зовнішній діаметр рулону, мм	1600
-Швидкість переміщення візка, м/с	0,25
-Швидкість підйому люльки, м/с	0,1
- Швидкість кантування рулону, м/с	0,1
-Тиск в гідросистемі знімач, кгс/см^2	32

Лінія збирання рулонів зі стану - призначена для прийому рулонів від знімача моталки і передачі їх в проліт термічного відділення і складається з наступних вузлів:

а) жолоби приймального пристрою зі зникаючим упором, вбудованим в похилий жолоб і призначеним для утримання рулону на жолобі;

б) приймального неприводного рольганга з хитающимися гратами, призначеної для прийому скачуючого з жолоба рулону і подачі його на приймальний приводний рольганг;

в) транспортного рольганга, що складається з 13 двояко-конусних роликів, призначеного для прийому рулонів з приймального рольганга, транспортування і передачі на кантувач;

г) кантувача з вмонтованим в нього підйомним столом, призначеним для прийому рулонів, що надходять по транспортному рольгангу і кантуванням їх у вертикальне положення;

д) ланцюгового транспортера для передачі рулонів в термічне відділення, що складається з двох секцій ланцюгового транспортера з електроприводом.

Швидкість руху транспортера — 0,15 м/с.

Механізм перевалки опорних валків призначений для зміни комплекту опорних валків.

-Маса валків з подушками, т	106,6
-Маса переміщающих частин каретки, кг	5960
-Розрахункове тягнуще зусилля, т	16,88
-Швидкість руху каретки, м/хв	2
-Хід каретки, мм	4600
-Передавальне число редуктора	253
-Потужність електродвигуна, кВт (об / хв)	11 (685)

Товщиномір ізотопний марки «PIYC BTX-O3» призначений для автоматичного безперервного вимірювання товщини штаби, дозволяє вимірювати товщину від 0,2 до 4,0 мм.

1.3 Сортамент стана і марки сталі

Таблиця 1.3 - Марки сталі, вихідні та кінцеві розміри смуг, що прокочується на безперервному 4-х клітьовому стані 1680.

Група сталей	Марка сталі	Розміри смуги, (мм)		Товщина підката, мм
		товщина	ширина	
I	08кп; 08пс; 10кп; 10пс; 08Ю;Ст1кп; Ст1пс;	0,5 0,6 0,7 0,8 – 0,9 1,0 – 1,3 1,4 – 1,6 1,7 – 1,8 1,9 – 2,0 1,9 –2,0	1000-1020 1000-1250 1000-1250 1000-1400 1000-1400 1000-1400 1000-1400 1000-1250 1250- 1400	2,0 2,0 2,5 2,7 3,0 3,5 3,8 4,0 3,8
II	15кп; 15пс; Ст1; Ст2кп; Ст2пс;Ст3кп; Ст3пс	0,8 – 0,9 1,0 – 1,3 1,4 – 1,6 1,7 – 2,0	1000-1250 1000-1250 1000-1400 1000-1400	2,5 2,7 3,0 3,5
III	10; 15; 20кп; 20пс; 20; 25; Ст3сп;	0,7 0,8 – 0,9 1,0 – 1,3 1,4 – 1,6 1,7 – 2,0	1000-1250 1000-1250 1000-1250 1000-1400 1000-1400	2,0 2,3 2,5 3,0 3,5
IV	09Г2;09Г2Д (заготовка для відділення гнутих профілей)	1,0 – 1,2 1,3 – 1,5 1,6 – 2,0	1000-1200 1000-1250 783-1250	2,7 3,0 3,5
V	10ХНДП (заготовка для відділення гнутих профілей)	1,0 – 1,2 1,3 – 2,0	1000-1200 982-1250	2,7 3,0
VI	10Г2; 16Г2	1,5 2,0	1000-1200 1000-1200	2,7 3,2
VII	07ГСЮФ	1,2 1,4 – 2,0	1000-1250 1000-1250	3,0 3,5

Марка: 15кп

Вид поставки для тонкого листа: ДСТУ 8540:2015, ДСТУ 2834-94.

Таблиця 1.4 - Хімічний склад в % сталі 15кп:

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

Таблиця 1.5 - Температура критичних точок, ^{0}C

Критичні точки	Ac1	Ac3	Ar1	Ar3
Температура	735	863	685	840

1.4 Технологічний процес прокатки

Рулони, призначені для прокатки, укладаються електромостовим краном на похилій площадці приймального пристрою стану. Укладання рулонів проводиться таким чином, щоб при скачуванні рулону в напрямку ухилу приймального пристрою рулон не розмотувалися.

Приймальний пристрій являє собою похилу сталеву плиту з хитающими від пневмоприводів упорами для фіксації рулонів.

Електромостовим краном рулони в горизонтальному положенні укладаються перед першим упором і при послідовному опусканні упорів скочуються до поворотного пристрою, перед яким рулони центруються лінійками з гідравлічним приводом.

Перед скачуванням проводиться розпакування рулонів.

При послідовному опусканні пневматичних упорів, розташованих уздовж приймального пристрою, рулони скочуються під дією їх сили тяжіння. При опусканні останнього упору рулон надходить до поворотнього пристрою.

На поворотньому пристрої рулони повертаються навколо вертикальної осі на 180 град. і по гравітаційному рольгангу поворотного пристрою надходять на скидач рулонів.

Установка рулонів різної ширини на скидачі в потрібному положенні відносно поздовжньої осі прокатки здійснюється упором з переміщаємим упором.

Нахилом зкидача (від пневматичного циліндра) рулон скочується в люльку розмотувача, де повертається в положення, зручне для відгинання кінця смуги і, в залежності від його діаметра, одночасно піднімається або опускається за допомогою люльки на рівень конусів розмотувача.

Рулон центруется конусами і за допомогою електромагнітного відгибача кінець смуги відгинається в крайнє верхнє положення для заправки в тягнучі ролики.

Налаштування стану має забезпечити:

а) установку валків в горизонтальній площині;

б) дотримання режиму обтиснень, передбаченого інструкцією;

в) оптимальне натягнення смуги між клітями стана і моталкою;

г) отримання смуги з необхідною на замовлення товщиною, рівномірної в поперечному перерізі і по довжині.

Після заміни (перевалки) робочих валків включається нажимний пристрій і опускається верхній опорний валок. Коли струм навантаження на двигун натискного пристрою досягає 20-40А, поштовхом провертаються робочі валки і перевіряється обертання опорних валків. Якщо один з опорних валків не обертається, то знову включається натискний пристрій і валки додатково притискаються (приблизно до 50А) до повного їх зіткнення.

Як тільки опорні валки почнуть обертатися, проводиться запуск табором при цьому обертаючі валки интенсивно поливаються емульсією по всій довжині бочки.

При зіткненні валків емульсія між робочими валками буде віджиматися від середини до країв бочки (у разі, коли верхній робочий валок опуклий, а опорний - циліндричний) або до країв верхніх робочого і опорного валків (в разі, коли робочі валки опуклі або циліндричні, а верхній опорний - опуклий).

Валки вважаються встановленими правильно, без перекосів, якщо відстані по краях валків в місцях проходу емульсії рівні.

Контроль за правильною установкою валків в кліті в процесі прокатки здійснюється за направленням переднього обтискного кінця при виході його з кліті. Напрямок переднього кінця смуги після виходу з першої, другої, третьої і четвертої клітей (сурово по осі прокатки) свідчить про відсутність перекосу валків.

Зсув смуги усувається регулюванням нажимними гвинтами: при зміщенні смуги вправо від осі прокатки необхідно підняти лівий гвинт або опустити правий, при зміщенні смуги вліво - підняти правий або опустити лівий гвинт.

Після регулювання валків на паралельність вони встановлюються в умовне нульове положення, що відповідає притисненню обертаючих валків з навантаженням на двигуни натискних гвинтів приблизно 20-40А. Величина навантаження визначається сумою зазорів і пружних деформацій деталей робочої кліті.

Налаштування стану на прокатку смуги необхідної товщини проводиться на першому рулоні плавки і здійснюється вальцовщиком стану.

Орієнтовна настройка стану на прокатку смуги проводиться на підставі рівності секундних обсягів металу, що проходять через кліті ($h_1V_1=h_2V_2=h_3V_3=h_4V_4$) при постійному контролі натягу і товщини смуги, деV1, V2, Уз, V4 — швидкості по клітям, м/с; hl, h2, h3, h4 — товщина виходящої з кожної кліті смуги, мм.

Налаштування стану проводиться таким чином:

а) робочі валки встановлюють в положення умовного попереднього притиснення, яке характеризується показаннями амперметрів двигунів натискного пристрою (см. п. 3.2.5);

б) на таховольтметрах «настройка стану» кожної кліті встановлюють швидкість прокатки, при цьому реостати «тонке регулювання» повинні знаходитися в середньому положенні;

в) вхолосту підвищують швидкості клітей до робочої і порівнюють їх із заданими на таховольтметрах. У разі невідповідності отриманих швидкостей заданим їх коректують до отримання необхідної швидкості;

г) задають передній кінець смуги в першу кліть і регулюють обтиснення в ній по вимірах товщини смуги ручним мікрометром, а потім регулюють обтиснення в наступних клітях, використовуючи свідчення приладів, контролюючих натяг смуги;

д) після розподілу обтиснень по клітям вальцювальник перевіряє величини натягів між клітями і навантаження прокатних двигунів з тим, щоб вони не перевищували допустимих.

Якщо навантаження на прокатні двигуни перевищують допустимі, необхідно перерозподілити обтиск або швидкості по клітям.

При зміні обтиснень в процесі настройки стану необхідно відрегулювати швидкості прокатних двигунів реостатом тонкого регулювання таким чином, щоб натяг смуги між клітями залишався незмінним.

Наприклад, при збільшенні обтиску в першій кліті необхідно збільшити швидкість її приводу або зменшити швидкість приводів другий і третій клітей.

При заміні (перевалки) валків необхідно враховувати різницю в діаметрах між заваленими і виваленими валками і відповідно цій різниці (більшою чи меншою) провести коригування швидкості приводів реостатом тонкого регулювання, щоб натяг між клітями залишався незмінним.

Після налаштування табором в заданий режим прокатки свідчення продуктіметрів на всіх клітях встановлюються в нульове положення.

Зміна в показаннях продуктіметрів проводиться вальцовщиком в разі, якщо товщина виходу з даної кліті смуги не буде відповідати товщині, зазначеної в режимі обтиснень.

Відхилення в режимі обтиснень по клітям стану при одних і тих же показаннях продуктіметрів можуть бути через:

а) зміну теплового режиму робочих і опорних валків;

б) зміну товщини підкату;

в) зміну початку встановленої величини натягу між клітями;

г) зміну швидкості прокатки.

Безперервний 4-х клітьовою стан 1680 обладнений автоматизованою системою збору, обробки, відображення та реєстрації інформації про роботу табору, виробництва та якість прокату (АСУП).

Вихідні дані призначеного для прокатки металу (номер плавки, марка сталі, товщина, ширина смуги, кількість рулонів) вводяться в АСУТП технологічним персоналом за допомогою пульта управління.

Оператор головного поста стану в процесі прокатки стежить за показаннями інформаційного табло АСУТП, на якому видаються такі дані про прокотуючий метал: маса прокатанного рулону, маса плавки, відсоток виходу придатного металу по товщині, кількість прокатаних рулонів, виробництво в годину, простої і ін. Результати прокатки друкуються АСУТП в «змінному рапорту», в якому наводяться дані по кожній плавці (час прокатки, кількість рулонів, маса, сумарна довжина смуг плавки, відсоток виходу придатного і ін.), А також погодинне виробництво, час простоїв по зміні, дані по перевалці валків і ін. В «Сертифікаті рулонів за зміну» вказуються дані по кожному прокатаному рулону (середня товщина, довжина, маса, кількість відхилень по товщині (довжина в метрах), величина натягу і ін.

Експлуатація автоматичної системи обліку, обробки, відображення та реєстрації інформації про роботу табору здійснюється відповідно до «Інструкції з експлуатації АСУТП безперервного стану 1680 холодної прокатки».

Перед завданням смуги в стан бічні розсувні проводки (перед першою кліттю) повинні бути встановлені на ширину смуги.

Відігнутий від рулону електромагнітним відгибачем передній кінець смуги притискається знизу до тягнучого ролику. Після цього під низ смуги підводяться два опорних ролика, які разом з тягнущим роликом утворюють трьохроликову правильну машину. Смуга подається на стаціонарний стіл і на заправній швидкості подається в валки стану. З захопленням переднього кінця смуги валками на смугу опускається верхня рама прес-проводки.

З захопленням переднього кінця смуги валками кліті №1 починається прокат смуги.

При проході переднього кінця смуги через стан для отримання заданої в режимі обтиснень товщини після кожної кліті необхідно збільшити обтиску в клітях №1, №2 і №3. З цією метою натискні гвинти кліті №1 необхідно опустити на 0,7-1 мм (по продуктометрам), кліті №2 — на 0,5мм, кліті №3 на 0,3мм нижче встановленого для даного розміру нульового положення.

Встановлення для даного розміру нульового положення №1, №2 и №3 піднимаются до початкового нульового положения (по продуктометрам).

Задання переднього кінця смуги в валки стану, завдання в зів барабана моталки виробляються на заправній швидкості.

Перед прокаткою першого рулону кожної плавки і переході на інший розмір оператор головного поста разом з оператором моталки звіряють показання товщиноміра по настроювальним зразкам, на яких вибито їх фактична товщина. Настроювальні зразки повинні бути всіх товщин смуг, що прокочуються на стані, і знаходиться на головному посту стану.

При прокатці першого рулону кожної плавки і переході на інший розмір вальцювальник зупиняє смугу і контролює товщину переднього кінця смуги ручним мікрометром з метою налаштування табору на задане обтиснення і швидкість.

При стисненні переднього кінця смуги необхідно врахувати вплив швидкості прокатки на зміну товщини смуги (при розгоні табору обтиснення

смуги кілька збільшується). Перед розгоном табору до робочої швидкості товщина переднього кінця смуги після кліті №4 встановлюється на більше номінального значення, що компенсує зменшення товщини при збільшенні обтиску під час розгону табору. Після виходу стану на робочу швидкість товщина готової смуги встановлюється на номінальне значення відповідно до замовлення.

Ізотопний товщиномір автоматично заходить на смугу після створення натягу смуги моталкою, одночасно оператор головного поста переводить стан на робочу швидкість.

Оператор головного поста стежить протягом всієї прокатки рулону за показаннями толщиноміра і при необхідності вносить відповідні поступки в розчин валків.

При прокатці переднього кінця смуги в комірках №1 і №4 слід домогтися виходу смуги з клітей з невеликою коробоватістю. Подальше коректування площинності смуги проводиться на робочій швидкості.

При прокатці зварних рулонів передбачені автоматичний і ручний режими прокатки ділянки зварного шва.

При автоматичній роботі відбувається уповільнення стану перед ділянкою зварного шва методом фіксації міток (отворів) у кромки смуги за допомогою фотоелектричного датчика до обраної заправної швидкості з автоматичним опусканням натискних гвинтів клітей №1 і №2.

Повернення натискних гвинтів в початкове положення після пропуску зварного шва виробляється вручну.

При виході зварного шва з кліті №3 відбувається автоматичний розгін табору.

Порядок налаштування і включення автоматизованої системи управління гальмуванням стану викладено в інструкції по експлуатації цієї системи.

Для забезпечення автоматичної індикації і обтиску ділянки зварного шва та заднього кінця рулону на смузі на відстані 20мм від кромки (0,25-1м до шва і кінця рулону) є отвори (мітки) діаметром 5,8 мм. Мітка наноситься в травильної лінії.

При ручному управлінні прокаткою зварного шва після отримання звукового сигналу про наближення шва оператор розмотувача повинен уповільнити стан до 2,0-2,5 м/с і натиснути кнопку «обтиск шва», при цьому натискні гвинти клітей №1 і №2 опускаються на 0,4-0,6 мм нижче їх нульового положення (по продуктометрам).

Переклад стану на робочу швидкість проводиться після виходу шва з кліті.

При ручному управлінні прокаткою заднього кінця смуги перед виходом його з розмотувача, необхідно попередньо знизити швидкість прокатки, одночасно з цим натискні гвинти клітей №1 і №2 опустити на 0,4 - 0,5 мм нижче нульового положення.

При подальшому зниженні швидкості до заправної швидкості натискні гвинти клітей №1 і №2 повторно опускаються до отримання заданої товщини смуги.

Після виходу заднього кінця смуги з кліті робочі валки встановлюються в початкове, для даного профілю, положення для прийому наступної смуги.

При пориві під час прокатки однієї плавки трьох і більше зварних швів відбирається порваний шов, для дослідження і виявлення причин поривів, який маркірується номером плавки, маркою сталі, початковими і кінцевими розмірами смуги, номером бригади, травки і кататися плавку.

Облік кількості поривів зварних швів здійснюється сортувальником - сдатчиком металу. Кількість поривів швів фіксується в книзі прокатки, в змінному рапорті АСУ «Оперативний облік виробництва» і передається майстром зміни диспетчеру цеху.

Для запобігання випуску продукції з наявністю відбитків на нижньому боці при пориві смуги або випуску заднього кінця смуги з заворотом проводиться додатковий огляд смуги шляхом утворення петлі на моталці.

Величина натягу смуги між клітями регулюється в залежності від навантаження на електродвигуни клітей. Натяг смуги між клітями на 100мм.

Прокатку тонких смуг товщиною від 0,5 до 0,8 мм раціонально вести з урахуванням отримання невеликої коробоватості, яка при подальшій дресировці добре правиться.

Таблиця 1.6 - Величина навантаження на двигун моталки в залежності від сортаменту смуг.

Товщина полоси, мм	Навантаження на двигун моталки (А) при змотування смуг ширини			
	до 1000 вкл.	більше 1000 до 1100 вкл.	більше 1100 до 1250 вкл.	більше 1250 до 1500 вкл.
від 0,50 до 0,59	350	350		
від 0,60 до 0,69	350	400	450	
від 0,70 до 0,79	400	450	500	550
від 0,80 до 089	450	500	550	650
від 0,90 до 099	500	550	650	700
від 1,00 до 1,09	550	600	700	800
від 1,10 до 1,19	600	700	800	850
від 1,20 до 1,29	700	750	850	950
від 1,30 до 1,39	750	800	900	1050
від 1,40 до 1,49	800	850		1100
від 1,50 до 1,59	850	950	1050	1200
від 1,60 до 1,69	900	1000	1100	1250
від 1,70 до 1,79	1000	1050	1200	1350
від 1,80 до 1,99	1000	1100	1250	1400
від 2,0 до 2,19	1100	1200	1400	1600
від 2,2 до 2,39	1200	1300	1500	
від 2,40 до 2,50	1300	1400	1600	1800

Примітка - Допустимі відхилення від заданого навантаження - не більше мінус 50А.

Контроль товщини прокочуємоі смуги проводиться:

а) при зупинці стану - вальцовщиком мікрометрів листовим МЛ- 10.

б) на робочій швидкості оператором головного поста ізотопним товщиноміром РІҮС ВТХ-ОЗ .

При відхиленні показань товщиноміра (на головному посту) на «плюс» від номіналу необхідно збільшити рівномірно обтиску в клітях №1-4; при відхиленні показань приладу на «мінус» від номіналу - обтиску в цих комірках зменшити.

Товщиномір заводиться на смугу (автоматично або вручну) після створення натягу між кліттю №4 і моталкою після намотування 1,5-2 витків, а відводиться з смуги при виході заднього кінця смуги з кліті №3 (автоматично або вручну).

Зняття прокатанного рулону з барабана моталки проводиться за допомогою горизонтального переміщення гідравлічного візка знімача.

Рулон, знятий з моталки, транспортується візком по похилому жолобу приймального пристрою і перекидається на нього, при цьому зникає упор знаходиться в піднятому положенні і перед ним має перебувати не менше одного упакованого рулону.

Після повернення візка знімача під моталку на приймальному пристрої виробляється упаковка холоднокатаного рулону гарячекатаної сталевої пакувальної стрічкою перетином 1,8÷2×30мм.

Оператор моталки просмикує стрічку під рулон, заправляє обидва кінці в замок, натягує стрічку за допомогою пакувальної машини, потім загинає «вушка» замку молотком, закріплюючи кінці стрічки в замку.

Опускаючи упори оператор головного поста стану передає упаковані рулони по одному на підняті грати приймального рольганга. Решітка з рулоном опускається, і рулон встановлюється на транспортний рольганг.

Рулони по транспортному рольгангу поступають до кантувача, де кантуются у вертикальне положення і потім встановлюються на транспортер для передачі в термічне відділення шляхом перевантаження на трансферкара і подальшого транспортування в термічне відділення.

При прокатці особлива увага звертається на рівне змотування рулону, особливо при підмотці одинарних рулонів або при обриві лінії між клітями.

У разі нерівної підмотки виступаючі витки необхідно обрізати газовим різаком.

1.5 Перспективи розвитку виробництва та пропозиції щодо його вдосконалення.

Аналіз існуючої технології прокатки на безперервному чотирьохклітьовому стані «1680» дозволяє сформулювати такі недоліки стану. Значні діапазони зміни зусиль при прокатці смуг різної товщини з однаковою шириною (особливо в клітях №1 і №4) викликають труднощі в отриманні якісної по геометрії продукції в результаті значної інерційності застосовуваних на стані «1680» систем регуляції теплового профілю валків.

При прокатці однієї ширини смуги значний розкид зусиль прокатки є наслідком відхилень від регламентованих режимів обтиснень, а також інших визначальних умов. Значні зміни зусиль при прокатці смуг однакової ширини (особливо в клітях стану №1 і №4) викликають труднощі в отриманні точної по геометрії продукції, не сприяють покращенню якості металу, і не забезпечують ефективного регулювання планшетності смуг.

З точки зору якостей готової продукції (площинності і поперечної різнотовщинності) різкі коливання зусилля прокатки в клітях стану є небажаним фактором, оскільки для отримання рівних смуг необхідно мати по

можливості однаковий профіль, що утворюються у валків робочих клітей і забезпечити приблизну сталість витяжки по ширині смуг.

Те ж можна сказати і про вплив на точність смуг нестабільності натягу. Відомо, що при прокатці зварних рулонів різниця натягнень при прокатці першої і другої смуги становить в проміжках між клітями №1 і №2 - 0-60 кН №2 і №3 - 0-100 кН №3 і №4 - 0-170 кН.

В межах плавок, розбіжність повних натягнень при прокатці окремих рулонів для зазначених міжклітьових проміжків відповідно рівні 10 - 170 кН, 20 - 230 кН і 20 - 190 кН.

Зазначені коливання повних натягнень викликають зміни зусиль прокатки в робочих клітях і пружню деформацію валків стану і, як наслідок призводять до зміни розподілу натягів по ширині смуги, що не сприяє отриманню її високою плоскості.

На стані величини натягу не дають можливості врахувати вплив натягу на технологічні параметри прокатки в суміжних клітях. Обумовлені значення натягу дозволяють судити лише про його стабільності по довжині смуги при прокатці смуг однієї плавки металу.

Великі величини натягу в порівнянні з технологічною інструкцією, особливо в проміжку між клітями №2 і №3, у багатьох випадках є однією з причин нестабільності процесу прокатки, обривів смуги і отримання прокату з відхиленнями від плоскої форми (з хвилястістю і коробоватістю).

Дані про режими прокатки свідчать, про значну зміну величин відносного обтиску в робочих клітях стану, які становлять для клітей №1 - №4 відповідно 21 - 40%, 7 - 36%, 4 - 39% і 1,5 - 23,3% . Це свідчить про істотні в ряді випадків відхилення в розподілі обтиснень від режимів, встановлених технологічною інструкцією.

На стані в даний час недостатнє охолодження і змащення валків різко звужує його можливості, як по продуктивності, так і по якостям металу.

Відсутні найпростіші очисні споруди, тому для очищення емульсії використовується її відстій в робочому баку (робочий об'єм бака всього 35 м3) за час рециркуляційного циклу (4 - 8 хв). Цього час зовсім недостатньо для ефективного очищення емульсії відстоєм.

Згідно розрахунків зроблених на ВАТ МК «Запоріжсталь», умови експлуатації робітників і опорних валків з точки зору на їх завантаження є нормальними, хоча в деяких випадках можливе зниження коефіцієнта запасу міцності нижче п'ятикратного.

На безперервному чотирьохклітьовому стані «1680» в кліті №1 опуклий верхній робочий валок, який має до того ж насічону поверхню, постійно експлуатується з тим же верхнім опорним валком, що призводить до значної нерівномірності зносу бочки і в кінці його придатності робочі валки мають опуклість (0,5 - 0,6 мм). Великі нерівномірності зносу і опуклість робочого валка впливають на форму смуги. Це саме можна сказати і до кліті №4, де опуклими є верхній опорний і робочі валки.

Довжина кінцевих врізів опорних валків стану, дорівнює 75 мм (з одного боку), однакова у всіх клітях стану, що призводить до зменшення товщини кромок смуги, зниження прокатуємості смуг без обривів і зупинок стану. Слід зазначити, що при прокатці на безперервному чотирьохклітьовому стані «1680» важких рулонів, коливання технологічних параметрів по довжині смуги, істотно нижче в порівнянні з прокаткою зварних рулонів тієї ж маси. У цьому випадку варто очікувати збільшення прокатуємості важчих рулонів.

При прокатці смуг на стані контроль форми смуг, здійснюється візуально в результаті відсутності на стані пристроїв і приладів для контролю неплощинності смуг.

Привід натискних гвинтів стану електромеханічний з малою швидкодією. І не завжди натискні гвинти стану, при прокатці різнотовщинного гарячекатаного підкату, встигають забезпечити отримання однакової товщини холоднокатаного металу відповідно до замовлення.

Заходи щодо усунення недоліків:

Необхідність оснащення клітей безперервного чотирьохклітевого стана «1680» сучасними силовимірювальне пристроями, в тому числі дозволяють надійно визначати величину міжклітьового натягу при прокатці і його розподілу по ширині смуги. Технічний стан існуючих вимірювачів натягу смуги в міжклітьових проміжках не дає можливості визначити його фактичне значення.

Раціональним шляхом підвищення ефективності охолодження і мастила валків є: впровадження емульсійно - повітряного охолодження валків і збільшення тривалості робочого циклу емульсії.

Використання обох пропонованих шляхів підвищення ефективності МОР (мастильної охолоджувальної рідини) має привести до зниження температури валків, що, в свою чергу, відіб'ється на стійкості валків, зменшення їх зносу і підвищення якості листа.

У доповненні до сказаного необхідно підкреслити, що для можливості здійснювати прокатку смуг на безперервному чотирьохклітьовому стані «1680» із застосуванням режимів натягнень, обумовлених технологічною інструкцією, необхідно привести в робочий стан (замінити на більш сучасні) встановлені на стані вимірювачі натягу, які в даний час свідчать лише про наявність натягу, але не показують його дійсну величину.

Також необхідно відзначити, що для поліпшення якості продукції, необхідно оснастити безперервний чотирьохклітьовий стан «1680» сучасними ефективними засобами регуляції форми холоднокатаних смуг.

Найбільш часто зустрічаємими способи управління поперечним профілем і формою холоднокатаних смуг на станах з клітями "кварто" є верстатне і теплове профілювання валків, гідроізгіб валків, зрушення площині осей робочих валків щодо опорних, осьової зрушення валків.

Досвід роботи сучасних станів холодної прокатки свідчить про те, що для регуляції неплощинності смуг, успішно використовуються комбіновані

пристрої гідрозгиба, які включають пристрій противозгиба робочих валків і влаштування їх додаткового вигину з безперервним регулюванням зусиль від противозгиба до додаткового вигину.

За оцінками різних досліджень, використання систем автоматичного регулювання профілю і форми смуги, які включають стрессометричні ролики, пристрої гідрозгиба і інші засоби впливу на форму смуг, дозволяють підвищити площинність смуг на 10 - 20%, забезпечивши при цьому її стабільність на 95% довжини смуги.

Таким чином, для стабілізації умов прокатки на безперервному чотирьохклітьовому стані «1680» і підвищення точності смуг, за профілем і формою необхідно оснастити робочі кліті №1 і №4 (як мінімум) пристроями комбінованого вигину робочих валків, які працюють в автоматичному режимі разом з секційними стрессометрічними роликами і системами зонного охолодження робочих валків.

Що стосується устаткування стану то бажано замінити приймальний похилий пристрій на ланцюговий. Це дозволить зменшити вигин крайок рулонів, поліпшити роботу обладнання. Також при установці ланцюгового транспортера відпадає необхідність в приймально - поворотному столі, що зменшить час перекриття і час завдання рулону в розмотувач.

Також для усунення недоліків необхідно встановити гідравлічні натискні пристрої які забезпечать миттєву швидкодію. Тим самим підвищиться вихід придатного металу в межах допуску по товщині, а також знизять час перевалки валків.

Також для поліпшення якостей змотування і поліпшення планшетних смуг необхідно встановити замість існуючої моталки, моталку плаваючого типу.

Особливості виробництва нагартованої сталі:

Процес виробництва сталі в ЦХП складається с таких етапів:

Травлення - призначене для зняття шару окалини та інших елементів. Травлення сталі здійснюють в ваннах з соляною кислотою. Видалення окалини при травленні соляною кислотою відбувається за рахунок хімічного розчинення оксидів заліза і механічного зриву окалини воднем.

Прокатка - проходження смуги через валки для отримання заданої товщини

Термообробка - видалення наклепу і залишкових напружень, а також отримання структури, що забезпечує необхідні механічні та технологічні властивості після холодної прокатки.

Дресирування - холодна прокатка листів з малим обтиском для поліпшення площинності, надання необхідного наклепу.

Обробка – порізка смуги поперек на листі, роспуск смуг, обрізка кромок, промаслювання (в залежності від умов замовника).

Наклеп - зміцнення металів і сплавів внаслідок зміни їх структури і фазового складу в процесі пластичної деформації при температурі нижче температури рекристалізації. Наклеп супроводжується виходом на поверхню зразка дефектів кристалічної решітки.

Нагартовка - використання наклепу для поверхневого зміцнення деталей. Наклеп призводить до виникнення в поверхневому шарі деталі сприятливої системи залишкових напруг, вплив яких головним чином і визначає високий зміцнюючий ефект поверхневої пластичної деформації, що виражається в підвищенні втомної міцності, а іноді і зносостійкості.

Нагартовані марки сталі мають такі властивості:

підвищена твердість і міцність;

знижена пластичність і ударна в'язкість, а також опір до деформацій;

погіршується стійкість до корозії.

Під час виробництва нагартованих марок сталі від двох етапів виробництва, а саме відпалу (термообробка) і дресерування відмовляються. Це зумовлено тим, що після процесу прокатки метал отримує необхідний наклеп, а термообробка від нього позбавляється. Тож залишаються лише травлення, прокатка і обробка.

Завдяки відмові від цих етапів знижується витрати на переділ, що впливає на зниження собівартості металу, підвищення рентабельності, завдяки того, що відпускна ціна не змінюється.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок режиму обтисків.

Вихідні дані.

$h_0 \times b_0 = 2,7 \times 1200$ мм,

$h_4 \times b_4 = 0,7 \times 1200$ мм.

Марка сталі – 15КП.

Визначаємо загальний коефіцієнт обтисків.

$$\eta_{заг.} = \frac{h_4}{h_0} \qquad (2.1)$$

де h_4 – кінцева товщина смуги, мм;

h_0 – початкова товщина смуги, мм.

$$\eta_{заг.} = \frac{0,7}{2,7} = 0,26$$

Визначаємо середній коефіцієнт обтисків.

$$\eta_{ср.} = \sqrt[\eta]{\eta_{общ.}} \qquad (2.2)$$

де n - кількість проходів.

$$\eta_{ср.} = \sqrt[4]{0,26} = 0,714$$

Розподіляємо обтиски по проходах.

$$\eta_{заг.} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \qquad (2.3)$$

$$\eta_{заг.} = 0,669 \cdot 0,7 \cdot 0,73 \cdot 0,76 = 0,26.$$

Визначаємо товщину металу по проходах.

$$h_i = \frac{h_{i-1}}{\eta} \text{ мм} \qquad (2.4)$$

де i - номер проходу;

h_i-1 - товщина металу до проходу, мм;

h_i - товщина металу після проходу, мм;

η_i - обтиснення в проході.

$$h_1 = 2,7 \cdot 0,669 = 1,81мм$$

$$h_2 = 1,81 \cdot 0,7 = 1,26 мм$$

$$h_3 = 1,26 \cdot 0,73 = 0,92 мм$$

$$h_4 = 0,92 \cdot 0,76 = 0,7мм.$$

Визначаємо абсолютне обтиснення за прохід.

$$\Delta h_1 = h_0 - h_1, \qquad (2.5)$$

$$\Delta h_1 = 2,7 - 1,81=0,89мм$$

$$\Delta h_2 = 1,81 - 1,26=0,55мм$$

$$\Delta h_3 = 1,26–0,92=0,34мм$$

$$\Delta h_4 = 0,92 - 0,7=0,22мм.$$

Визначаємо відносне обтиснення за прохід.

$$\varepsilon h_i = \frac{\Delta h}{h_{i-1}} \cdot 100\% \qquad (2.6)$$

$$\varepsilon h_1 = \frac{0,89}{2,7} \cdot 100\% = 32,96\%$$

$$\varepsilon h_2 = \frac{0,55}{1,81} \cdot 100\% = 30,39\%$$

$$\varepsilon h_3 = \frac{0,34}{1,26} \cdot 100\% =26,98\%$$

$$\varepsilon h_4 = \frac{0,22}{0,92} \cdot 100\% = 23,91\%$$

Визначаємо сумарне відносне обтиснення по проходах.

$$\sum \varepsilon h = \frac{h_0 - h_{i-1}}{h_{0}} \cdot 100\% \qquad (2.7)$$

$$\sum\varepsilon h_1 = \frac{h_0 - h_{11}}{h_0} \cdot 100\% = \frac{2,7 - 1,81}{2,7} \cdot 100\% = 32,96\ \%$$

$$\sum\varepsilon h_2 = \frac{h_0 - h_{11}}{h_0} \cdot 100\% = \frac{2,7 - 1,26}{2,7} \cdot 100\% = 53,33\ \%$$

$$\sum\varepsilon h_3 = \frac{h_0 - h_{11}}{h_0} \cdot 100\% = \frac{2,7 - 0,92}{2,7} \cdot 100\% = 65,93\ \%$$

$$\sum\varepsilon h_4 = \frac{h_0 - h_{11}}{h_0} \cdot 100\% = \frac{2,7 - 0,7}{2,7} \cdot 100\% = 74,1\ \%$$

Визначаємо кути захоплення.

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{\Delta h_i}{R}} \cdot 57,3\ \text{, град} \qquad (2.8)$$

де R – радіус робочих валків.

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{0,89}{235}} \cdot 57,3 = 3,53^{\circ}$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{0,55}{235}} \cdot 57,3 = 2,77^{\circ}$$

$$\alpha_3 = \sqrt{\frac{0,34}{235}} \cdot 57,3 = 2,18^{\circ}$$

$$\alpha_4 = \sqrt{\frac{0,22}{235}} \cdot 57,3 = 1,75^{\circ}$$

Визначаємо швидкості прокатки.

З умови сталості секундних обсягів маємо рівність.

$$h_1 \cdot v_1 = h_2 \cdot v_2 = h_3 \cdot v_3 = h_4 \cdot v_4$$

де v_1 , v_2 , v_3 ,v_4 - відповідно швидкості в 1,2,3,4 клітях.

Приймаємо швидкість в останній кліті 8 м/с, згідно з данними підприемства:

$$v_3 = \frac{h_4 \cdot v_4}{h_3} = \frac{0,7 \cdot 8}{0,92} = 6,09\ \text{м/с}$$

$$v_2 = \frac{h_3 \cdot v_3}{h_2} = \frac{0,92 \cdot 6,09}{1,26} = 4,45\ \text{м/с}$$

$$v_1 = \frac{h_2 \cdot v_2}{h_1} = \frac{1{,}26 \cdot 4{,}45}{1{,}81} = 3{,}1 \text{м/с}.$$

Визначаємо довжину смуги по проходах.

$$L_n = \frac{G}{h \cdot b \cdot \rho} \qquad (2.9)$$

де G – маса рулона (т), згідно заводських даних маса рулону становить 12;
ρ – щільність сталі, ρ = 7,85 т /м3.

$$l_1 = \frac{12}{7{,}85 \cdot 0{,}00181 \cdot 1{,}2} = 703{,}8 \text{ м}$$

$$l_2 = \frac{12}{7{,}85 \cdot 0{,}00126 \cdot 1{,}2} = 1011 \text{ м}$$

$$l_3 = \frac{10}{7{,}85 \cdot 0{,}00092 \cdot 1{,}2} = 1385 \text{ м}$$

$$l_4 = \frac{12}{7{,}85 \cdot 0{,}0007 \cdot 1{,}2} = 1820 \text{ м}$$

Складаємо підсумкову таблицю.

Таблиця 2.1 Данні отримані згідно з розрахунків.

№ прох.	поч. товщ. h0, мм	кінцев. товщ. h1, мм	абс. обт. Δh, мм	відн. обт. εh, %	сумм. відн.обт ∑εh, %	кут. захв α, º	швид. Прок. v, м/с	довж полос l,м
1	2,7	1,81	0,89	32,96	32,96	3,53	3,1	703,8
2	1,81	1,26	0,55	30,39	53,33	2,77	4,45	1011
3	1,26	0,92	0,34	26,98	65,93	2,18	6,09	1385
4	0,92	0,7	0,22	23,91	74,1	1,75	8	1820

2.2 Розрахунок зусиль прокатки

Розрахунок зусилля прокатки вираховуемо за методом М. Стоуна [8]:

$P = p_{ср.} \cdot F$,

де: $p_{ср.}$ – контактний тиск, МН/м^2;

F – площа контактної поверхні, мм^2;

Визначення контактного тиску проводимо за формулою.

$$pcp. = k \cdot n\,b \cdot n'\sigma \cdot n''\sigma \cdot n\,\sigma''' ; \qquad (2.10)$$

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

n b – коефіцієнт, який враховує вплив ширини смуги;

n σ′ - коефіцієнт, який враховує вплив зовнішнього тертя;

n σ″ - коеффициент, який враховує вплив зовнішні зон;

n σ‴ - коеффициент, який враховує вплив натягнення;

Визначаємо довжину осередку деформації для кожного проходу. Дані для визначення осередку деформації приймаємо з попереднього розрахунку і заводських даних.

$$l = \sqrt{R \cdot \Delta h}\ , \text{мм}; \qquad (2.11)$$

де R – радіус робочих валків, R = 235 мм;

Δ h – абсолютне обтиснення, мм.

$$l_1 = \sqrt{235 \cdot 0{,}89} = 14{,}46 \text{ мм}$$

$$l_2 = \sqrt{235 \cdot 0{,}55} = 11{,}37 \text{мм}$$

$$l_3 = \sqrt{235 \cdot 0{,}34} = 8{,}94 \text{ мм}$$

$$l_4 = \sqrt{235 \cdot 0{,}22} = 7{,}19 \text{ мм}.$$

Визначаємо середню висоту осередка деформації. Дані для розрахунку приймаємо з попереднього розрахунку

$$h_{c_i} = \frac{h_{i-1} + h_i}{2}\ , \qquad (2.12)$$

$$h_{c_1} = \frac{2,7 + 1,81}{2} = 2,255 \text{ мм}$$

$$h_{c_2} = \frac{1,81 + 1,26}{2} = 1,535 \text{ мм}$$

$$h_{c_3} = \frac{1,26 + 0,92}{2} = 1,09 \text{ мм}$$

$$h_{c_4} = \frac{0,92 + 0,7}{2} = 0,81 \text{ мм.}$$

Визначаємо коефіцієнт тертя при сталому процесі прокатки

$$f_{y_i} = K_{n_i} \cdot K_{f_i} \cdot (0,07 - \frac{0.1 \cdot \nu_i^2}{3 \cdot \nu_i^2 + 2 \cdot \nu_i + 2}), \qquad (2.13)$$

Де K_{fi} - коефіцієнт, який враховує вплив мастила. Як мастило використовується емульсія, концентрацією 2-4%

K_{fi} =1

K_{ni} - коефіцієнт, який враховує стан поверхні валків

$Kn_1 = K_{n3} = K_{n4} = 1,0$ – для валків насічених

$Kn_2 = 0,8$ – для шліфованих валків

$$f_{y1} = 1 \cdot 1 \cdot (0,07 - \frac{0,1 \cdot 3,1^2}{3 \cdot 3,1^2 + 2 \cdot 3,1 + 2}) = 0,044$$

$$f_{y2} = 1 \cdot 1 \cdot (0,07 - \frac{0,1 \cdot 4,45^2}{3 \cdot 4,45^2 + 2 \cdot 4,45 + 2}) = 0,042$$

$$f_{y3} = 1 \cdot 1 \cdot (0,07 - \frac{0,1 \cdot 6,09^2}{3 \cdot 6,09^2 + 2 \cdot 6,09 + 2}) = 0,040$$

$$f_{y4} = 0,8 \cdot 1 \cdot (0,07 - \frac{0,1 \cdot 8^2}{3 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8 + 2}) = 0,0395.$$

Визначаємо першу номографічну величину.

$$\delta_i = (\frac{f_{yi} \cdot l_i}{h_{ci}})^2 \qquad (2.14)$$

де f_{yi} - коефіцієнт тертя;

l_i - довжина осередку деформації;

h_{ci} - товщина смуги, приймаємо з попереднього розрахунку.

$$\delta_1 = (\frac{0{,}044 \cdot 0{,}01446}{2{,}255 \cdot 10^{-3}})^2 = 0{,}08$$

$$\delta_2 = (\frac{0{,}042 \cdot 0{,}01137}{1{,}535 \cdot 10^{-3}})^2 = 0{,}097$$

$$\delta_3 = (\frac{0{,}04 \cdot 0{,}00894}{1{,}09 \cdot 10^{-3}})^2 = 0{,}108$$

$$\delta_4 = (\frac{0{,}0395 \cdot 0{,}00719}{0{,}81 \cdot 10^{-3}})^2 = 0{,}123.$$

За графіком залежності межі текучості від ступеня деформації визначаємо межу текучості наклепаного металу

$\delta_{t0} = 230$ МН/м² при $\sum = 0\%$,

$\delta_{t1} = 500$ МН/м² $\sum \varepsilon_{h1} = 32{,}96\%$

$\delta_{t2} = 600$ МН/м² $\sum \varepsilon_{h2} = 53{,}33\%$

$\delta_{t3} = 650$ МН/м² $\sum \varepsilon_{h3} = 65{,}93\%$

$\delta_{t4} = 690$ МН/м² $\sum \varepsilon_{h4} = 74{,}1\%$.

$$\delta_i = (0{,}3 \div 0{,}35)\delta_{ti}$$

$\delta_0 = 0{,}3 \circ 230 = 69$ МН/м²

$\delta_1 = 0{,}3 \circ 500 = 150$ МН/м²

$\delta_2 = 0{,}3 \circ 600 = 180$ МН/м²

$\delta_3 = 0{,}3 \circ 650 = 195$ МН/м²

$$\delta_4 = 0{,}3 \circ 690 = 207 \text{ МН/м}^2$$

Середній натяг переднього і заднього кінця смуги визначаємо за формулою.

$$\delta_{cpi} = \frac{\delta_{i-1} + \delta_i}{2} \qquad (2.15)$$

де δ_{i-1}, δ_i - відповідно натяг переднього і заднього кінця смуги.

$$\delta_{cp1} = \frac{69 + 150}{2} = 109{,}5 \text{ МН/м}^2$$

$$\delta_{cp2} = \frac{150 + 180}{2} = 165 \text{ МН/м}^2$$

$$\delta_{cp3} = \frac{180 + 195}{2} = 187{,}5 \text{ МН/м}^2$$

$$\delta_{cp4} = \frac{195 + 207}{2} = 201 \text{ МН/м}^2.$$

Визначаємо другу номографічну величину.

$$2 \cdot \frac{R}{93000} \cdot \frac{f_{yi}}{h_{ci}} \cdot \left(1{,}15 \cdot \delta_{ti} - \delta_{cpi}\right); \qquad (2.16)$$

де δ_{cp} - натяг кінця смуги;

δ_{ti} - межа текучості;

R – радіус робочого валка відповідно за технічною характеристикою обладнання

R = 235 мм;

f_{yi} - коефіцієнт тертя.

h_{ci} - середня висота осередка деформації, мм.

$$2 \cdot \frac{235}{93000} \cdot \frac{0{,}044}{2{,}255} \cdot \left(1{,}15 \cdot 500 - 109{,}5\right) = 0{,}0475$$

$$2 \cdot \frac{235}{93000} \cdot \frac{0{,}042}{1{,}535} \cdot \left(1{,}15 \cdot 600 - 165\right) = 0{,}0726$$

$$2\cdot\frac{235}{93000}\cdot\frac{0,04}{1,09}\cdot\left(1,15\cdot 650-187,5\right)=\ 0,1039$$

$$2\cdot\frac{235}{93000}\cdot\frac{0,0395}{0,81}\cdot\left(1,15\cdot 690-201\right)=\ 0,146.$$

За номограмою М.Стоуна визначаємо значення Х .

$X_1 = 0,29$ $X_3 = 0,34$

$X_2 = 0,32$ $X_4 = 0,37.$

Згідно з отриманого значення Х знаходимо по таблиці [8] коефиціент, що враховуе зусилля зовнішнього тертя.

$$n'_{\sigma.1}=\frac{e^x-1}{x_1}=1,16 \qquad n'_{\sigma.3}=\frac{e^x-1}{x_3}=1,191$$

$$n'_{\sigma.2}=\frac{e^x-1}{x_2}=1,179 \qquad n'_{\sigma.4}=\frac{e^x-1}{x_4}=1,21.$$

Знаходимо довжину осередка деформвціі з урахуванням сплющування валків.

$$l_{\text{сп.}}=\frac{x_i\times h_{ci.}}{f_{yi.}},\ \text{мм;} \qquad (2.17)$$

де h_{ci} - середня висота осередка деформації ,мм;

f_{yi} - коефіцієнт тертя

$$l_{\text{сп.1}}=\frac{0,29\cdot 2,255}{0,044}=14,86\ \text{мм}$$

$$l_{\text{сп.2}}=\frac{0,32\cdot 1,535}{0,042}=11,7\ \text{мм}$$

$$l_{\text{сп.3}}=\frac{0,34\cdot 1,09}{0,04}=9,27\text{мм}$$

$$l_{\text{сп.4}}=\frac{0,37\cdot 0,81}{0,0395}=7,58\ \text{мм.}$$

Коефіцієнт, який враховує вплив натягу, визначається за формулою.

$$k = \frac{\delta_{ti-1} + \delta_{ti}}{2}, \qquad (2.18)$$

де k- опір деформації

$$k_1 = \frac{230 + 500}{2} = 365 \text{ Н/мм2}$$

$$k_2 = \frac{500 + 600}{2} = 550 \text{ Н/мм2}$$

$$k_3 = \frac{600 + 650}{2} = 625 \text{ Н/мм2}$$

$$k_4 = \frac{650 + 690}{2} = 670 \text{ Н/мм2}.$$

Визначаємо коефіцієнт, який враховує вплив натягу ширини смуги.

$$n_{\delta 1}'' = 1 - \frac{\delta_0 + \delta_1}{2k \circ n_b} \qquad (2.19)$$

де n_δ - коефіцієнт, який враховує вплив ширини смуги.

Приймаємо $n_{\delta i} = 1{,}15$, т.к. $\frac{b}{l_c} > 5$.

.

$$n''_{\delta 1} = 1 - \frac{69 + 150}{2 \circ 365 \circ 1{,}15} = 0{,}739$$

$$n''_{\delta 2} = 1 - \frac{150 + 180}{2 \circ 550 \circ 1{,}15} = 0{,}739$$

$$n''_{\delta 3} = 1 - \frac{180 + 195}{2 \circ 625 \circ 1{,}15} = 0{,}739$$

$$n''_{\delta 4} = 1 - \frac{195 + 207}{2 \circ 670 \circ 1{,}15} = 0{,}739.$$

Приймаємо коефіцієнт, який враховує вплив зовнішніх зон $n_\delta''' = 1{,}0$.

Визначаємо контактний тиск по проходах

$$P_{ср} = S_s * n_x * n_s \qquad (2.20)$$

$$\rho_{ср1} = 365 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}16 \cdot 0{,}739 \cdot 1 = 359{,}83 \text{ МН/м}^2$$

$$\rho_{ср2} = 550 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}179 \cdot 0{,}739 \cdot 1 = 551{,}09 \text{ МН/м}^2$$

$$\rho_{ср3} = 625 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}191 \cdot 0{,}739 \cdot 1 = 632{,}61 \text{ МН/м}^2$$

$$\rho_{ср4} = 670 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}21 \cdot 0{,}739 \cdot 1 = 688{,}97 \text{ МН/м}^2.$$

Визначаємо зусилля прокатки.

$$P = \rho_{срi} \cdot F_i \qquad (2.21)$$

де F – площа контактної поверхні.

Визначаємо площу контактної поверхні.

$$F_i = b_i \cdot l_{сп} \qquad (2.22)$$

де b – ширина полоси.

$$F_1 = 1200 \cdot 14{,}86 = 17832 \text{ мм}^2,$$

$$F_2 = 1200 \cdot 11{,}7 = 14040 \text{ мм}^2,$$

$$F_3 = 1200 \cdot 9{,}27 = 11124 \text{ мм}^2,$$

$$F_4 = 1200 \cdot 7{,}58 = 9096 \text{ мм}^2 .$$

Визначаємо зусилля прокатки для кожного проходу.

$$P_1 = 359{,}83 \cdot 17832 = 6{,}42 \text{ МН},$$

$$P_2 = 551{,}09 \cdot 14040 = 7{,}74 \text{ МН},$$

$$P_3 = 632{,}61 \cdot 11124 = 7{,}04 \text{ МН},$$

$$P_4 = 688{,}97 \cdot 9096 = 6{,}27 \text{ МН}.$$

Таблиця 2.2 Підсумки розрахунку зусиль прокатки

№ про-хода	$\sigma_т$, МН/м^2	опір. деформ. k, Н/мм^2	довж осеред. деформ l, мм	$\sigma_{ср}$, МН/м^2	n'_σ	n''_σ	площ. контакт поверхн. F, мм^2	h_c, мм	f_y	I – а номог. вел – на	II – а номог. вел – на	X	$l_{сп.}$, мм	контакт. давл. $\rho_{ср}$. Н/мм^2	зусил P, МН
1	500	365	14,46	109,5	1,16	0,739	17832	2,255	0,044	0,08	0,0475	0,29	14,86	359,83	6,42
2	600	550	11,37	165	1,191	0,739	14040	1,535	0,042	0,097	0,0726	0,34	11,7	551,09	7,74
3	650	625	8,94	187,5	1,179	0,739	11124	1,09	0,04	0,108	0,1039	0,32	9,27	632,61	7,04
4	690	670	7,19	201	1,21	0,739	9096	0,81	0,0395	0,123	0,146	0,37	7,58	688,97	6,27

2.3 Розрахунок продуктивності стану.

Визначення годинної продуктивності стану розраховуемо за формулою.

$$A = \frac{3600 \cdot G}{T \cdot k_1} \cdot k_2; \qquad (2.23)$$

де G – маса рулона, згідно заводських даних маса рулону дорівнює 10 тонн;

T – ритм прокатки, с;

k_1 - витратний коефіцієнт металу;

k_2 – коефіцієнт використання стану.

Ритм прокатки визначаємо за формулою:

$$T = t_{м.} + t_п \qquad (2.24)$$

де $t_м$ – машинний час прокатки,с;

$t_п$ – час пауз, с.

Визначаємо машинний час прокатки в зв'язку з законом сталості секундних обсягів металу машинни час прокатки визначаємо по останній кліті.

$$t_{м.4} = \frac{l_4}{V_4} \qquad (2.25)$$

де l_4 – довжина смуги після прокатки в 4 - й кліті (м), згідно попереднього розрахунку довжина смуги після прокатки в 4 - й кліті дорівнює $l_4 = 1820$ м;

V_4 - швидкість прокатки в 4 - й кліті, (м / с); згідно попереднього розрахунку швидкість прокатки в 4 - й кліті становить 8 м/с.

$$t_{м.4} = \frac{1820}{8} = 228 \text{ с}$$

Визначаємо час пауз: Згідно хронометражем [9] Сумарний час перекриття під час якого виконуються такі операції як подача рулону в размативаль, подача переднього кінця смуги до першої кліті, прокатка заднього кінця смуги, зняття рулону з барабана моталки становить 160 секунд. Виходячи з часу перекриття, сумарний час пауз становить 83 секунди.

$$\sum t_{п.=} 85 \text{ с}$$

Визначаємо ритм прокатки.

$$T = t_{м.4} + \sum t_{п.} \qquad (2.26)$$

$$T = 228 + 85 = 313 \text{ с}$$

Згідно заводських даних, видатковий коефіцієнт металу становить:

$$k_1 = 1{,}18;$$

Коефіцієнт використання стану, згідно заводських даних становить:

$$k_2 = 0{,}9$$

Визначаємо годинну продуктивність стану.

$$A = \frac{3600 \cdot G}{T \cdot k_1} \cdot k_2 = \frac{3600 \cdot 12}{313 \cdot 1{,}18} \cdot 0{,}9 = 105{,}3 \text{ т/г}$$

Визначаємо середньогодинну продуктивність стану.

$$A_{ср} = A \cdot \frac{k_{тр.}}{k_{тр.ср.}} \qquad (2.27)$$

де $k_{тр.}$ – коефіцієнт складності по стану згідно з прокатуемой маркою стали і розмірами смуг, згідно заводських даних k тр.= 1,005;

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

$$А_{ср.} = А \cdot \frac{k_{тр.}}{k_{тр.ср.}} = 105,3 \cdot \frac{1,005}{1,006} = 105,2 \text{ т/г.}$$

Висновок: у технологічній частині проведено розрахунок режиму деформації, енергосилових параметрів та техніко-економічні показники стану згідно с заданими даними. Результати енергосилових параметрів приведено у таблицю. Розрахунок техніко-економічних показників показав продуктивність середньогодинну стану, яка склала приблизно 105 тонн в годину .

3. МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок валків на міцність.

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

3.1.1 Визначаємо розподіл зусилля між опорними і робочими валками за формулами[3], враховуючи, що відповідно до заводських даних мінімальний діаметр валків після перешліфовки складає

$D_{оп.}$= 1220 мм, $D_{р.}$ = 470 мм

$$P_{р.} = \frac{Pмак.}{1+\left(D_{оп.}/D_{р.}\right)^4} \qquad (3.1)$$

де $P_{мак.}$ – максимальне зусилля прокатки, $P_{мак.}=P_2$ = 7,74 МН.

$$P_{р.} = \frac{7,74}{1+(\frac{1220}{470})^4} = 0,167МН,$$

$$P_{оп.} = P_{мак.} - P_{р.}, МН. \qquad (3.2)$$

де $P_{р.}$ – зусилля прокатки, яке приходиться на робочі валки, $P_{р.}$ = 0,167МН.

$$P_{оп.} = 7,74 - 0,167 = 7,57 МН$$

3.1.2 Визначаємо максимальний згинальний момент в середині бочки опорного валка

$$M_{изг.оп.} = \frac{Pоп.}{4} \cdot \left(a - \frac{b}{2} \right), \text{ МН·м} \qquad (3.3)$$

де: $P_{оп}$– тиск металу на опорні валки, МН;

b – ширина прокатуємоі смуги, мм.

$$a = l\,б.оп. + \frac{lш.оп.1}{2} + \frac{lш.оп.2}{2} \qquad (3.4)$$

де lб.оп – довжина бочки опорного валка, мм;

lш. – довжина шийки опорного валка, мм.

Дані для визначення повної довжини бочки опорного валка приймаємо з технічної характеристики устаткування стану.

$$a = l\,б.оп. + \frac{lш.оп.1}{2} + \frac{lш.оп.2}{2} = 1{,}68 + \frac{1{,}365}{2} + \frac{1{,}365}{2} = 3{,}045 \text{ м},$$

$$Мзг.оп. = \frac{7{,}57}{4} \cdot \left(3{,}045 - \frac{1{,}2}{2} \right) = 4{,}63 \text{ МН·м}.$$

3.1.3 Визначаємо напругу вигину в бочці опорного валка.

$$\sigma б.оп. = \frac{Pоп. \cdot l.}{0{,}1 \cdot d^3}, \text{ МН/м}^2 \qquad (3.5)$$

де Роп. – тиск металу на опорні валки, МН;

l б. – довжина бочки опорного валка, мм;

dоп. – діаметр бочки опорного валка, мм.

Дані для визначення напруги вигину в бочці опорного валка приймаємо з технічної характеристики устаткування стану.

$$\sigma б.оп = \frac{7{,}57 \cdot 1{,}68}{0{,}1 \cdot 1{,}22^3} = 70{,}04 \text{ МН/м}^2$$

3.1.4 Визначаємо напруження кручення на шийці робочого валка. Робочі валки розраховують з умов міцності шийки тільки на крутіння, так як значна частина тиску прокатки передається на опорні валки (≈90%)

$$\tau \text{ ш.р.} = \frac{Мкр.ш.}{0{,}2 \cdot d^3} \qquad (3.6)$$

де Мкр.ш. – крутний момент, прикладений до валку (шийці) з боку приводу, МН·м;

d ш.р. – діаметр шийки робочого валка, згідно з технічною характеристикою устаткування стану d ш.р. = 260 мм(0,26м).

3.1.5 Крутячий момент знаходимо по формулі

$$M_{кр} = F * r \qquad (3.7)$$

де F - зусилля прокатки, яке приходиться на робочі валки, МН

R – Радіус шийки опорного валка

$$M_{кр} = 0{,}683 * \ 0{,}167 = 0{,}11 \text{ МН*м.}$$

$$\tau_{ш.р.} = 0{,}11/(0{,}2*0{,}26^3) = 31{,}3 \text{ МН/м}^2.$$

3.1.6 Визначаємо результуючі напруження для сталевих валків по четвертій теорії міцності.

$$\sigma_{рез.} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \qquad (3.8)$$

де σ – напруження згиба в шийці рабочого валка, МПа;

τ – напруження кручения на шійці рабочого валка, МПа.

$$\sigma_{рез.} = \sqrt{(70,04^2+3*31,3^2)}= 88,57 \text{ МН/м}^2$$

3.1.7 Визначаємо запас міцності робочих валків.

Результуюче напруга не повинна перевищувати допустимого. Допустима напруга в валках приймаємо виходячи з п'ятикратного запасу міцності.

$$[\sigma]=\frac{\sigma_в}{5}$$

де $\delta_в$ - межа міцності матеріалу валка на вигин, МПа.

На підставі викладеного допустиме напруження для кованих валків з вуглецевої сталі приймаємо наступне:

$$\sigma в.= 500 \div 600 \text{ МН/м}^2$$

3.1.8. Умови запасу міцності.

$$\sigma_в= 88,77 \text{ МН/м}^2$$

$$\text{n роб.} = \frac{\sigma_{в.}}{\sigma_{рез.}}, \qquad (3.9)$$

$$[\text{ n}] \text{ роб.} = 600/88,57 = 6,77 > 5,$$

Умови міцності валків розрахунком підтверджено, результуюча напруга не перевищує допустимого.

Висновок: результати розрахунків показали, що запас міцності валків забезпечений. Устаткування працює в нормальних умовах.

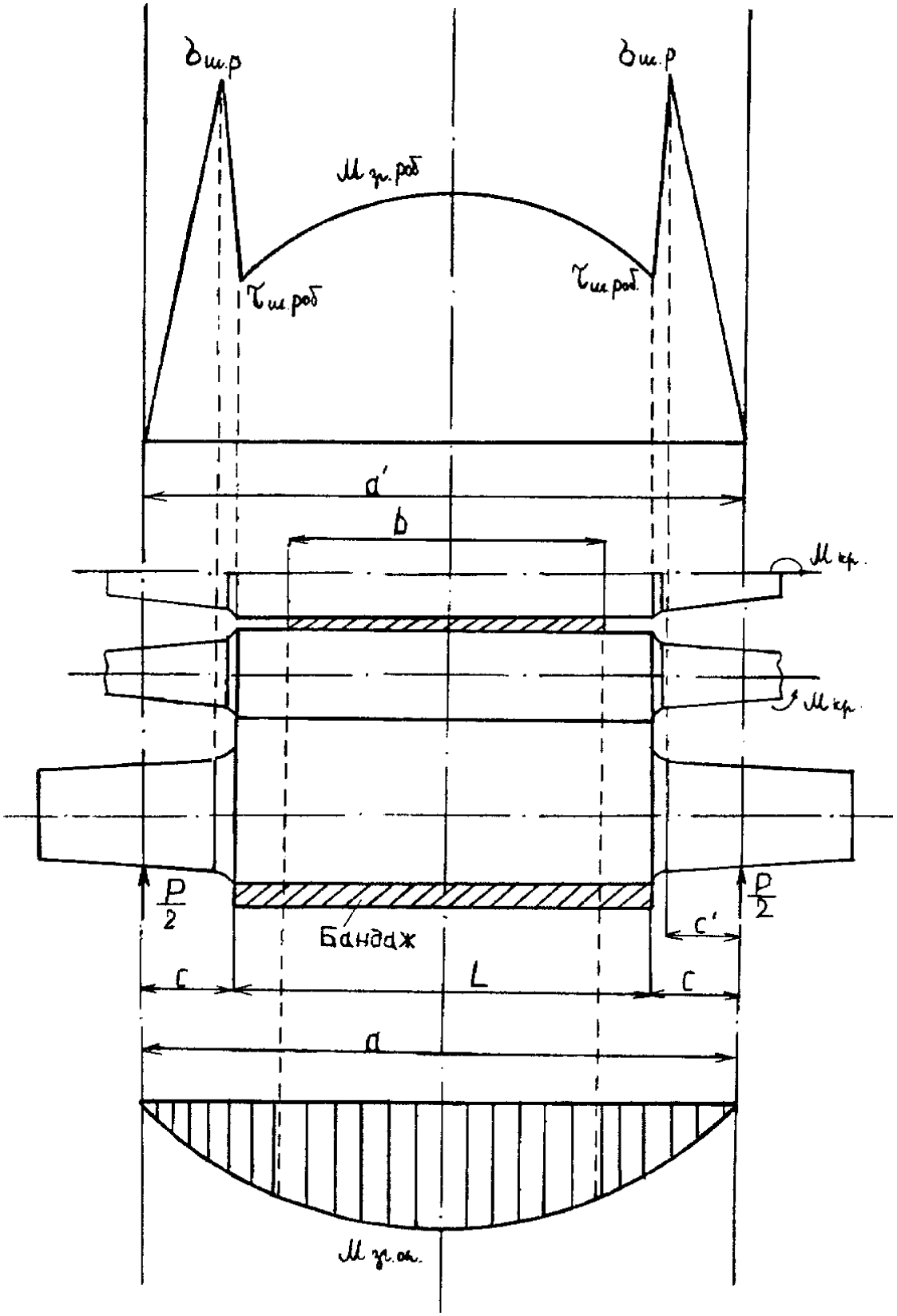

Рисунок 3.1 – Схема до розрахунку валків на міцність.

3.2 Розрахунок вузлів прокатного обладнання на міцність.

Визначаємо міцність натискного гвинта різьблення.

Визначаємо момент на натискному гвинті при обертанні його під час прокатки (натискання валків) $\mu_р$=0,1 и φ=5°43′,

$$M_в = 17,5[\frac{0,535}{3} \times 0,1 \times \frac{0,535}{3} \text{ tg } (0º24’+5º43’)] \quad (3.10)$$

$$M_в = 17,5(0,018+0,276 \times 0,106) = 830 \text{ кН·м}$$

Статичний момент обертання двох натискних винтів, приведений до валу електродвигунів; передаточне число двох глобоїдних черв'якових пар між електродвигуном та натискним гвинтом *i*=25,5·41=1026; ККД редукторів η=0,7×0,72=0,5;

$$M_{ст} = \frac{2M_в}{i\eta} \quad (3.11)$$

$$M_{ст} = \frac{2 \cdot 830}{1026 \cdot 0,5} = 2,24 \text{ кН·м}$$

Для приводу натискних гвинтів встановлені два електродвигуни загальною потужністю 2×92=184 кВт при 500 об/хв; номінальний момент електродвигунів

$$M_н = 9,56 \frac{N_н}{n_н} \quad (3.12)$$

$$M_н = 9,56 \frac{2 \cdot 92}{625} = 3,51 \text{ кН·м}$$

Таким чином, $M_н > M_{ст}$, крім того, є значний запас по моменту

$$\frac{3,51-2,24}{3,51}100 = 36\%$$

Пружна деформація натискного гвинта

$$f_в = Y_h/(FE) = 4Y_h/(\pi dE); \quad (3.13)$$

h- найбільша деформована довжина гвинта від підп'ятника до натискної гайки;

h = 600 мм; $E = 2,15 \cdot 10^5$ Мпа

$$f_в = \frac{4 \cdot 17,5 \cdot 10^6 \cdot 600}{\pi 545^2 \cdot 2,15 \cdot 10^5} = 0,21 \text{ мм.}$$

Пружна деформація натискної гайки: висота гайки H=760 мм, зовнішній діаметр D=860 мм, $E = 1 \cdot 10^5$ МПА

$$f_г = \frac{4YH}{\pi(D-d)E} \quad (3.14)$$

$$f_г = \frac{4 \cdot 17,5 \cdot 10^6 \cdot 760}{\pi(860^2-560^2)1 \cdot 10^5} = 0,19 \text{ мм.}$$

Сумарна пружна деформація системи натискний гвинт-гайка

$$f_{вг} = k(f_в + f_г) \quad (3.15)$$

$f_{вг} = 1,1\ (0,21+0,19) = 0,44$ мм,

де к=1,1- враховує деформацію підп'ятника (10%).

Перевіримо міцність зубчастого зачеплення глобоїдної пари приводу натискного гвинта

Момент на черв'ячному колесі, дорівнює моменту на нажимному гвинті, $M_к = M_в = 830$ кН·м; міжосьова відстань А=1000 мм; черв'як глобоїдний однозахідний $Z_ч=1$; черв'ячне колесо колесо $Z_к = 44$; передавальне число i=44; модуль m=36,5 мм; число модулів у ділильному діаметрі черв'яка q=11; профільний кут западин черв'яка $\alpha=22^0$; кут підйому витку черв'яка $\lambda=6^0$; ширина колеса b=320 мм; поділильний діаметр черв'яка $d_ч=394$ мм; k= 1,4 - коефіцієнт різнотовщиності зубів колеса

Напруга вигину біля основи зубів колеса

$$\sigma_к = \frac{1{,}8 M_к \, Cos\lambda}{Zk \, m^2 b\left(\frac{k}{1+k}+0{,}6 \, tga\right)^2} \qquad (3.16)$$

$$\sigma_к = \frac{1{,}8 \cdot 830 \cdot 10^5 \cdot 0{,}995}{44 \cdot 36{,}5^2 \cdot 320\left(\frac{1{,}4}{2{,}4}+0{,}6 \cdot 0{,}4\right)^2} = 117 \text{Мпа}$$

Напруга зсуву в поверхневому шарі зубів черв'ячного колеса при коефіцієнті перекриття зубів *e*=1,9

$$T_k = \sqrt{\frac{Mk\left(i+\frac{q}{z}\right)^3 SIN\lambda}{A^3 i^2 e \, sin2a}} \qquad (3.17)$$

$$T_k = \sqrt{\frac{830 \cdot 10^6 (44+11)^3 0.105}{1000^3 \cdot 44^2 \cdot 1{,}9 \cdot 0{,}7}} = 57 \cdot 2{,}14 = 135 \text{ Мпа}$$

Допустима напруга для вінця черв'ячного колеса [σ]=110 (t)=120 МПа.

Допустима напруга для вінця черв'ячного колеса;

$$M_ч=M_к/(iη) \quad (3.18)$$

$M_ч=830/(44\cdot0,72)=26$ кН·м

Окружне зусилля на черв'яку

$$P_ч=2M_ч/d_ч \quad (3.19)$$

$P_ч=2\cdot26/0,394=132$ кН

Осьове зусилля на черв'яку, що дорівнює окружному зусиллю на черв'ячному колесі, що має d_k =1606 мм:

$$A_ч=2M_к/d_к \quad (3.20)$$

$A_ч=2\cdot830/1,606=1000$ кН.

Радіальне зусилля, що розсуває черв'як та колесо

$$P_ч= A_ч \, tga \quad (3.21)$$

$P_ч= 1000\cdot0,4=400$ кН

Згибачий момент від сили $P_ч$ у площині її дії (при відстані між опорами черв'яка l=1270 мм)

$$M_l=P_ч l/4 \quad (3.22)$$

M_1=132·1,27/4=42кН·м.

Згибаючий момент від сил $A_ч$ та $R_ч$ у середній площині

$$M_2=\frac{Rчl}{4}+\frac{Aчdч}{4} \quad (3.23)$$

$M_2=\frac{400\cdot1,27}{4}+\frac{1000\cdot0,394}{4}$=226 кН·м.

Результуючий згинальний момент посередині черв'яка

$M_{зг}=\sqrt{42^2+226^2}$=230кН·м.

Нормальна напруга в перерізі посередині черв'яка при $d_{вн}$=340 мм

$\sigma=\frac{230\cdot10^6}{0,1\cdot340^3}$ = 58 Мпа

Запас міцності по нагину при σ_t=600 МПа (для сталі 40ХН)

n_σ= 600/58≈10.

Напруга кручення у цьому ж сечених

$$T=\frac{Mч}{0,2d^3вн} \quad (3.24)$$

$T=\frac{26\cdot10^6}{0,2\cdot340^3}$= 3,2 Мпа

Запас міцності по крученням [t]-300 МПа (для сталі 40ХН)

n_t=300/3,2=93.

Наведений запас міцності у цьому перерізі

$n= n_\sigma n_t /\sqrt{n\sigma^2 + nt^2} \approx 10$.

Мінімальний допустимий запас міцності [n]=2,5. Напруга кручення на ведучому кінці черв'яка, що має d=200 мм та ослаблений шпоночним пазом (коефіцієнт концентрації напруг k_t=-2):

$$T= k_t \frac{Мч}{0{,}2d^3} \qquad (3.25)$$

$$T=2\frac{26\cdot10^6}{0{,}2\cdot200^3}= 16 \text{ МПа},$$

тобто теж незначна.

Черв'ячна передача з глобоїдним черв'яком має в 1,5-2 рази більшу вантажопідємність і більшим коефіцієнтом корисної дії в порівнянні зі звичайною передачею чорнової (з циліндричним черв'яком). Однак ці переваги глобоїдної передачі можуть бути отримані тільки при точному виготовленні глобоїдного зачеплення, високій твердості та чистоті поверхні черв'яка, безперервному підведенні мастила в зачеплення і великій жорсткості черв'яка.

Висновок: у механічній частині виконано розрахунок технологічного інструменту та вузлів прокатного обладнання на міцність, жорсткість та знайдено запас міцності. За результатами підрахунків показали, що запас міцності валків забезпечений. Запас міцності натискного гвинта також забезпечено. Устаткування працює в нормальних умовах.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Процес холодної прокатки листової сталі супроводжується утворенням значної кількості небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Основними шкідливими факторами при роботі на нереверсивного чотирьох клітьового стану «1680» є :

- вібрації;
- шум;
- пил;
- випари емульсії .

Основними небезпечними факторами при роботі на нереверсивного чотирьох клітьового стану «1680» є:

- транспортні і вантажопідйомні механізми в складі агрегату стану;
- виступаючі деталі кріплення обертаючих частин обладнання;
- підкранові галереї;
- електричний струм;
- можливість виникнення пожеж і вибухів;
- відліт частинок металу.

Основними небезпечними виробничими факторами при обслуговуванні безперервного 4-х клітьового сталу «1680» є: затягування одягу і частин тіла валками, що обертаються, муфтами; порізи робочих гострими крайками металу; удари і садна, отримані в результаті обриву металу; відліт частинок металу.

Для запобігання ураження робітників електричним струмом відкриті струмопровідні частини двигунів (колектори, кільця, щітки) захищають. Кожухи електродвигунів і рубильників, корпуси щитів управління заземлюють. Управління електродвигунами здійснюють дистанційно з пультів управління прокатного стану.

Для попередження травматизму при прокатці металу необхідно максимально механізувати і автоматизувати роботу прокатного стану. Для запобігання травмуванню робітників сполучні шпинделі і муфти захищають не тільки збоку, але і зверху. Для запобігання виходів гуркотів у бік прокатне поле рекомендується захищати міцними суцільними бортами з нахилом.

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

Підлога біля стану необхідно періодично очищати від емульсії і масла і посипати тирсою. На робочих місцях вальцювальників підлога повинна бути рефлена або мати хоча б точкову наварку.

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

Моталка стану має бути огороджена захисними воротами. Конструкція, установка та огородження моталки повинна виключати можливість вибивання металу при змотуванні. Прорізи прокатних клітей з боку обслуговування стану повинні бути закриті знімними щитами.

Вентилі, які регулюють кількість подається емульсії, повинні бути винесені в сторону від клітей на безпечну відстань. На клітях повинні бути встановлені відбивні щитки, які перешкоджають розбризкуванню емульсії на робочі місця.

При застосуванні мастила, повинні бути вжиті заходи, які виключають наявність шкідливих речовин у робочій зоні.

Прокатка рулонів, які мають загорнену кромку смуги, рванини, складки і інші дефекти, забороняється. У процесі прокатки забороняється знімати

рулони з конусів розмотувач без зняття напруги, а також відключення насосів гідравліки.

При прокатці вимір натягу смуги має вимірюватися спеціальними приладами. Для запобігання травмуванню визначати натяг смуги рукою або бруском забороняється.

Для захисту робітників від осколків, що відлітають стан повинен бути обладнаний спеціальними екранами.

Для переходу через сполучні вали кожної кліті повинен бути встановлений пристрій одного суцільного містка уздовж всіх клітей зі спуском до кожної з них.

Головний пост управління стану повинен мати переговорний зв'язок і сигналізацію з машинним залом і пультами управління.

Для запобігання травмуванню працівників та обслуговуючого персоналу стану, пуск стана повинен здійснюватися після подачі відповідного сигналу, який має бути чутно на всіх робочих місцях стана та на всіх його огороджувальних і запобіжних пристроях.

Пуск стану в несправному стані, а також при відсутності або несправності огороджувальних та запобіжних пристроїв забороняється.

Щоб уникнути травмування робити заміну механізмів або деталей стану під час прокатки металу забороняється.

Замір профілю металу, під час роботи табору допускається робити лише дистанційно за допомогою відповідних вимірювальних приладів.

Збір недокатів і браку, а також заміна поламаних валків повинні здійснюватися спеціальними пристосуваннями відповідно до розроблених схемами зачіпки і стропування при розібраних електросхемах механізмів і відключених головних двигунах стану під керівництвом майстра, а при його відсутності - старшого вальцювальника.

Шліфування і видалення дефектів з робочих поверхонь валків, а також роликів рольгангів, травильних машин, моталок і т.п. повинні здійснюватися

при зупиненій прокатці за допомогою спеціального пристрою з боку, протилежного напрямку обертання.

Для запобігання травмуванню працівників бокові поверхні підйомно - гойдаються столів повинні бути обшиті листовим металом. При верхньому положенні столу обшивка не повинна бути вище плитового настилу робочого місця. Ходити по рольганги стану забороняється. Переходити через них дозволяється тільки на перехідних містках. Висота і конструкція перехідного містка над прокатним полем повинні забезпечувати безпеку проходу людей.

Для створення нормальних умов праці необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. В результаті виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть потрапляти різні шкідливі речовини, які використовуються в технологічних процесах. Шкідливими прийнято вважати речовини, які при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки можуть викликати виробничі травми, професійні захворювання або погіршення стану здоров'я, які визначаються сучасними методами, як в процесі роботи, так і в подальшому житті нинішнього і наступного поколінь (ДСТ 12.1 .007 - 76).

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через шкіру - переважно рідкі речовини. У шлунково - кишковий тракт шкідливі речовини потрапляють при ковтанні.

Шкідливі речовини, які потрапили в організм, можуть викликати отруєння (гострі і хронічні). Шкідливі речовини поділяються на хімічні речовини і виробничу пил. Хімічні речовини (шкідливі і небезпечні) відповідно до ДСТ 12.0.003 - 74 за характером впливу на організм людини поділяються на: загальнотоксичні , дратівливі, сенсибілізуючі, канцерогенні, мутагенні, а також на речовини, які впливають на репродуктивну функцію.

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

Існує багато різних способів і заходів, призначених для підтримки чистоти приміщень відповідно до санітарних норм. Всі вони зводяться до конкретних заходів. Запобігання проникнення шкідливих речовин в повітря робочої зони досягається за рахунок герметизації обладнання, поліпшення з'єднань, люків та отворів, удосконалення технологічного процесу; видалення шкідливих речовин, які потрапляють в повітря робочої зони за рахунок вентиляції, аспірації або очищення і нормалізації повітря за допомогою кондиціонерів; застосування засобів захисту людини.

Шум, як фізичний фактор, являє собою хвилеподібний поширюющий механічні коливальні рух пружного середовища, які мають зазвичай випадковий характер.

Виробничим шумом називається шум на робочих місцях, на ділянках або на територіях підприємств, який виникає під час виробничого процесу.

Шум також впливає безпосередньо на різні відділення головного мозку, змінюючи нормальні процеси нервової діяльності. Цей вплив може негативно проявитися навіть раніше, ніж виникнуть проблеми зі сприйняттям звуків органами слуху. Характерним впливом шуму є скарги на підвищення стомлюваності, загальну слабкість, роздратування, апатію, погіршення пам'яті, пітливість і 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.

Для зменшення шуму при роботі на безперервному 4 - х клітьового стані «1680» необхідно застосувати перелічені вище способи боротьби з шумом, а також застосувати методи звукоізоляції 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 звукопоглинальними матеріалом товщиною 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 з низьким рівнем звукового тиску.

Серед всіх видів механічних впливів для технічних об'єктів найбільш небезпечна вібрація. Знакозмінні напруги, викликані вібрацією, сприяють появі пошкоджень в матеріалах, тріщин і руйнувань. Найчастіше і досить швидке руйнування об'єкта настає при вібраційних впливах за умов резонансу. Вібрація викликає також і відмова машин, приладів.

Залежно від способу передачі вібрації тілу людини розрізняють локальну (місцеву) вібрацію, яка передається людині через руки, і загальну, яка передається тілу людини знаходиться за кермом автомобіля.

Довготривалий вплив на людину загальної вібрації призводить до розладу вестибулярного апарату, центральної і вегетативної нервової систем, захворювань органів травлення, а також серцево - судинної системи.

Місцева вібрація викликає порушення периферійного кровообігу і нервової системи і м'язової-суглобового апарату. Тривала дія локальних вібрацій часто призводить до вібраційної хвороби з незворотними змінами в цих системах. Одночасна дія підвищеного шуму і вібрації, охолодження всього організму або кінцівок поглиблюють захворювання.

Симптоми вібраційної хвороби проявляються у вигляді головного болю, оніміння пальців рук, болю в кистях і передпліччя, виникають судоми, підвищується чутливість до охолодження, з'являється безсоння, змінюється капілярний кровообіг.

Функціональні зміни, пов'язані з дією вібрації на людину - погіршення зору, зміна реакції вестибулярного апарату, виникнення галюцинацій, швидка стомлюваність.

Профілактика впливу вібрацій на організм людини включає ряд заходів технічного, санітарно - гігієнічного та лікувального характеру. Найкращим захистом є дотримання нормативних параметрів інтенсивності вібрації.

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. Вібродемпфірування дозволяє знизити вібрацію шляхом перетворення енергії механічних коливань коливальної системи в теплову енергію. Динамічне гасіння знижує вібрації при введенні в коливальну систему додаткової маси і збільшення твердості системи.

Також одним із засобів зниження вібрації є віброізоляційна обладнання. Віброізоляція проявляється в зниженні передачі коливань від джерела порушення до захищається, шляхом введення в коливальну систему додаткової пружною зв'язку. Цей зв'язок запобігає передачі енергії від коливного агрегату до основи або від коливального підстави до людини або конструкції, що захищається.

У разі якщо розглянуті вище способи не дозволяють знизити рівень вібрації до норми, то застосовуються засоби індивідуального захисту. Для захисту рук використовуються рукавиці, вкладиші, прокладки. Для захисту ніг спеціальне взуття, підметки, наколінники. Для захисту тіла застосовуються нагрудники, пояси, спеціальні костюми.

4.2 Заходи щодо охорони навколишнього середовища.

У прокатному виробництві в середньому загальний викид пилу від всіх джерел пилоутворення становить близько 200 г / т товарного прокату без

вогневої зачистки і 500-2000 р / т при наявності вогневого зачищення. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря в прокатному виробництві є травильні агрегати, над якими утворюються виброси пилі (2,0-18,0 г / т прокату), що містять окалину (оксиди заліза) та інші метали в залежності від ступеня легування стали і сплаву. Ці викиди надходять через аераційний ліхтар в атмосферу.

Локалізацію і видалення пилу, що виділяється при прокатці, здійснюють різними способами. У дрібних прокатних станах встановлюють парасолі на висоті 2,4 м, щоб не заважати обслуговуванню стану. Так як швидкість повітря в отворі парасольки повинна бути не менше 2 м / с, і ширина парасольки повинна бути рівна або трохи менше ширини кліті стану, конструкція виходить громіздкою. Крім того, витрати повітрям (100-900 тис. М3 / Ч) внаслідок великих присосів і енергії значні. При травленні металів в кислотах в атмосферу виділяється велика кількість шкідливих газів і парів: оксиди азоту (до 400 кг / м3), Фтористий водень (до 100 мг / м3), Пари сірчаної кислоти (до 200 мг / м3), Солі металів. Періодичне травлення застосовують в трубному виробництві і при підготовці листів до нанесення захисних покриттів (наприклад, оцинкування).

В агрегатах безперервного травлення смуга проходить чотири травильні ванни, з кислотним розчином і водою, осушку гарячим повітрям, після чого змотується в рулони. Для зменшення виділень парів кислот з ванн ванни постачають подвійними кришками і гідравлічними затворами у бортів. Також скорочення випарів сприяють піноутворюючий добавки. Застосування піноутворювачів з розрахунку 1 кг / м3 розчину знижує випаровування в 300-400 разів.

Для знешкодження викидів травильних агрегатів застосовується газоочисні системи, де можуть використовуватися пінні апарати, порожнисті скрубери, низьконапірні скрубери вентурі і фільтри з вініпластові сіток.

Для знешкодження кислотних випарів може використовуватися система, що служить для адсорбції кислих компонентів лужними розчинами. Ця

система складається з повного скруббера з евольвентними форсунками, краплевловлювача, циркуляційного збірки, групи насосів-дозаторів і димососів. Швидкість газів в апарату 6 м / с, ступінь очищення від оксидів азоту - не менше 80%, від кислот - вище 90%.

Використовуються фільтри з синтетичних волокнистих матеріалів, отриманих голкопробивним способом, а також іонообмінних смол в вигляді гранул.

Утворені в прокатному виробництві стічні води складають від 30 до 50% загальної їх кількості, що утворюється на підприємстві з повним металургійним циклом (виробництво коксу, агломерату, феросплавів, чавуну, сталі, прокату). Стічні води утворюються при охолодженні валків, їх шийок і підшипників, змиві і транспортуванні окалини, а також при охолодженні пив, ножиць та інших допоміжних механізмів. В трубопрокатному виробництві освіту стічних вод додатково пов'язано з гідравлічним випробуванням труб. Стічні води містять окалину, масло, емульсію, кислоти, токсичні речовини. При хімічної та електрохімічної обробки металів (травленні, нанесенні покриттів і т.д.) утворюються стічні води, що містять хімічні забруднення. Об`єм стічних вод при травленні металу залежить від виду оброблюваних виробів і в середньому становить 3 м3/ Т металу, обробленого кислотою. Обсяг промивних вод досягає 300-400 м3 / Ч і більш. У стічних водах містяться сполуки амонію, кислоти, метали, сірководень, кремній, сульфати, хлор, хлориди, сульфіди і ін.

У цехах холодної прокатки використовується система оборотного водопостачання з очищенням води від технологічних мастил, емульсій та механічних домішок.

Необхідна ступінь очищення досягається поєднанням послідовної очищення в

горизонтальних відстійниках і в установці флотації з подальшою доочищенням на фільтрах. Спливаючі масла видаляються з поверхні відстійників спеціальними скребковими транспортерами.

У трубопрокатному виробництві для глибокого очищення знежирених стічних вод застосовують фільтрацію і подальшу електрофлотацію.

При травленні металів різними кислотами утворюється велика кількість високомінералізованих відпрацьованих травильних розчинів і промивних вод. Для отримання товарної продукції і використання очищених вод (після їх доочистки) в системах оборотного водопостачання застосовується реагентну обробка таких стоків.

В якості реагенту для нейтралізації стічних вод, що містять кислоти, використовуються будь-які луги і їх солі (вапняк, доломіт, мармур, крейда, їдкий натрій, їдкий калій, вапно, магнезит, сода і ін.). Найбільш дешевим реагентом є гідроксид кальцію. Більш надійний захист водойм від забруднень забезпечується при використанні технології нейтралізації за допомогою аміаку (аміачної води), так як в цьому випадку можлива нейтралізація не тільки простих, але і складних за складом кислотних відпрацьованих травильних розчинів, що містять солі заліза, нікелю, кобальту, хрому, молібдену та інших металів.

Регенерація відпрацьованих солянокислотного травильних розчинів викликає труднощі в силу того, що ці розчини містять значну кількість солей різних металів і інших домішок. При регенерації цих розчинів отримують хлор,

хлористий водень або солі (в залежності від методу регенерації). Якщо відпрацьований солянокислотний травильний розчин містить домішки лише одного металу, то такий розчин надходить в камеру розпилювальної сушки, в якій солі і оксиди збираються в осад, а соляна кислота вловлюється у вигляді 16-18% -ного розчину.

У разі, коли в відпрацьованих солянокислотних розчинах містяться солі двох різних металів, наприклад заліза і цинку, вони піддаються обробці іонообмінним

фільтруванням з рухомим шаром адсорбенту. На адсорбенті компоненти поділяються:

солі одного металу затримуються іонообмінні смоли, солі іншого разом з розчином подаються в камеру розпилювальної сушки. Смола, що містить солі одного з металів, подається в десорбер, де послідовно обробляється 30% - і 20% розчином сірчаної кислоти. З цього розчину метал витягується електролітичним способом, а відновлена сірчана кислота повертається у виробничий цикл.

Розроблено метод, що дозволяє відпрацьовані солянокислотні травильні розчини направляти на регенераційні установку для термічного розкладання солей FeCI2 з отриманням газоподібного HCl. Проходячи через електрофільтр, гази очищаються від оксиду заліза, і направляються на абсорбцію. Відпрацьовані промивні води надходять в абсорбційну колону установки регенерації для насичення їх отриманим газоподібним HC1. В результаті виходить регенерована соляна кислота, яка знову повертається в технологічний цикл. Замкнутий цикл травлення металів з промиванням його каскадним методом з повторним багаторазовим використанням промивної води - регенерація дозволяє виключити скидання промивних вод в очисні споруди підприємства.

Промивні кислотні стічні води нейтралізуються вапняним молоком, після чого освітлюються в відстійниках. Шлам скидається в шламонакопичувачі або знешкоджується на фільтр-пресах. Освітлена вода використовується в технологічному циклі.

Для знешкодження стічних вод, що утворюються при хіміко-термічній обробці

металів (хромування, ціанування, силіціювання і ін.), застосовуються електрохімічні методи. Для знешкодження ціаносодержащіх стічних вод використовуються також вапняне молоко, рідкий хлор, гіпохлорит натрію, гіпохлорит кальцію, хлорне вапно, марганцевокислий калій, перекис водню та ін.

У прокатному виробництві питання охорони навколишнього середовища нерозривно пов'язані з виробничими процесами, устаткуванням,

організацією виробництва і найбільш ефективно вирішуються розробкою прогресивної технології. Визначними факторами є: точне ведення технологічного процесу; систематичний контроль за основними параметрами нагрівальних печей і прокатного обладнання; пристрій систем оперативної сигналізації про екстремальних умовах технологічних процесів і про стан агрегатів і устаткування. У зв'язку з цим велика роль у вирішенні питань точного ведення технологічних процесів і запобігання аварійних ситуацій, викидів шкідливих речовин належить робочим основних професій прокатних цехів: нагрівальникам металу, вальцювальник-операторам, термісти, робітникам, які обслуговують травильні відділення.

Вирішення питань охорони навколишнього середовища пов'язане зі створенням механізованих і автоматизованих прокатних станів, переважно безперервних і

напівнеперервних; механізацією всіх операцій на складах заготовок і готової продукції; герметизацією печей.

Для зниження шкідливих викидів в травильних відділеннях та відділеннях покриттів (Цинкування, алюмінування і ін.) Прокатних цехів встановлюються 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.

4.3 Правила безпечного ведення робіт

Вимоги безпеки перед початком роботи:

Оглянути, привести в порядок і надіти спецодяг.

Перевірити комплектність і справність засобів індивідуального захисту.

Безпосередньо на робочому місці прийняти зміну у вальцювальника,

який здає зміну; дізнатися у нього про стан устаткування і несправності, які спостерігалися протягом зміни.

Перевірити: чистоту робочого місця і його освітленість, справність огороджувальних пристроїв; роботу вентиляції, наявність і цілісність заземлення обладнання, електроприводу, наявність змащення, відсутність захаращеного проходів.

Перевірити наявність огородження ножів, клітей стана.

Переконатися в справності контрольно-вимірювальних приладів, АСУ.

Перевірити відсутність сторонніх предметів на вальцях.

Перевірити роботу обладнання на холостому ходу.

Перевірити роботу аварійного гальма, який забезпечує моментальний зупинки стана. Про справність аварійного гальма зробити запис у спеціальному журналі.

Про всі зауваження і недоліки повідомити майстру (начальнику) зміни, приступити до роботи тільки після їх усунення.

Вимоги безпеки під час роботи:

Розмотувач з металом повинен бути огороджений.

Застосовувати під час роботи захисні окуляри, щоб уникнути попадання іскри або кромки металу в очі.

Під час руху смуги металу не допускати попадання руки в ролики, кліть.

Не допускати захаращення проходів тарою та іншими предметами.

Не залишати працююче обладнання без нагляду.

Не відволікатися під час роботи сторонніми розмовами.

Не проводити ремонт, очищення і змащення валів, роликів під час роботи стану.

Стежити, щоб в зазор роликів не потрапляли сторонні предмети, а в разі потрапляння не витягувати їх на ходу, негайно зупинити агрегат за допомогою аварійного останову.

Для огляду, очищення і ремонту технологічного обладнання застосовувати переносні світильники напругою не вище 12 В. Світильники і

арматура повинні бути у відповідному виконанні для вибухонебезпечних виробництв.

При виявленні несправності в роботі устаткування необхідно відключити його і повідомити майстру (начальнику) зміни.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

Відключити стан, дочекавшись їх зупинки, провести очищення і змащення обладнання.

Провести прибирання робочого місця.

Обтиральний промаслений матеріал прибрати в спеціальний ящик з кришкою.

Здати зміну вальцювальнику, що приймає зміну, повідомити майстру (начальнику) зміни про помічені недоліки і неполадки в роботі устаткування і механізмів.

Почистити спецодяг, зняти її в гардеробній для забрудненого одягу і прийняти душ.

Висновок: у розділі знайдено небезпечні та шкідливі фактори, проаналізовані та розроблено заходи задля запобігання їх шкідливого ефекту. Також проаналізовано заходи щодо охорони навколишнього середовища. Для безпеки здоров’я та життя робітників наведені правила безпечного ведення робіт.

ВИСНОВОК

У роботі розглянуто характеристика цеха та й його технологічне обладнання. Проведено опис устаткування на безперервному чотирьох клітьовому стані 1680 та його технології виробництва. Проаналізовані недоліки устаткування і можливі заходи усунення щодо усунення цих проблем.

В роботі наведено розрахунок режиму деформації, енергосилових параметрів прокатки та к техніко-економічних показників виробництва зі сталі 15КП. Проведено розрахунок устаткуваня на міцність, що показало що запас міцност забезпечений. Устаткування працює в нормальних умовах.

Також в роботі розроблено заходи щодо розширення сортаменту виробництва холоднокатаної штаби на безперервному чотирьох клітьовому стані 1680, в умовах ЦХП ПАТ «Запоріжсталь» за рахунок впровадження виробництва нагартованих смуг, описані особливості виробництво нагартованих смуг. Економічний ефект від застосування нової технології зменшить витрати на переділ.

На останок проаналізовані небезпечних та шкідливих факторів та запропоновано заходи щодо іх усунення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Чернега Д.Ф., Богушевський В.С., Готвянський Ю.Я. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: підручник для металург. спец. вищ. навч. закл. Київ : Вища шк., 2006. 503 с.

2. Афтанділянц Є.Г., Зазимко О.В., Похиленко Г.М. Технологія обробки металів тиском. Київ : Видавничий центр НАУ, 2020. 60 с.

3. Бережний М.М., Чубенко В.А. Основи проектування технологічних ліній і комплексів металургійних цехів: монографія. Кривий Ріг : Видавець ФОП, 2009. 430 с.

4. Опальчук А.С., Афтанділянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Ніжин : ПП Лисенко 2013. 752 с.

5. Зазимко О. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Частина 2. Металознавство. Київ.: Видавничий центр НАУ 2006. 386 с.

6. Попович В., Голубець В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство. Книга ІІ. Суми : Університетська книга, 2002. 259 с

7. Сологуб М.А., Рожнецький І.О., Некоз О.І. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство. Київ : Техніка, 2002. 374 с.

8. Верховлюк А.М.,Нарівський А.В., Могиленко В.Г. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва : навч. посібник/За ред. Академіка НАН України В.Л. Найдека. Київ : Видавничий дім “Вінченко”, 2016. 224 с.

9. Готвянський Ю.Я. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів : навч. посібник. Київ : ІЗМН, 1996. 392 с.

10. Харлашин П.С., Чаудрі Т.М., Меджибовський М.Я. Основи термодинаміки і кінетики сучасних сталеплавильних процесів: підручник для ВУЗів. Маріуполь, 2009. 340 с.

11. Уминський С.М., Лебедев Б.В., Житков С.С. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: навч. посіб. для студентів ВНЗ/ Одес. держ. аграур. Ун-т. Одеса: ТЕС,2017. 171 с.

12. П.С.Харлашин Металургія (проблеми, теорія, технологія, якість): підручник Донецьк:ТОВ “Норд-комп’ютер”,2005. – 724 с.

13. Мовчан В.П., Бережний М.М. Основи металургії. Дніпро : Пороги, 2001. 336 с.

14. Воденніков С.А., Тарасов В.К., Воденнікова О.С. Конструкції агрегатів чорної металургії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 192 с.

15. Денисов С.І. Уловлювання та утилізація пилу та газів: навч. посібник. Київ : Вища школа, 1992. 333 с.

16. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основы охорони праці Львів : Афиша, 2000.350 с

17. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. Київ : Каравела, 2004. 407 с.

18. Жидецкий В.Ц., Джигірей В.С., Мельніков А.В. Основи охорони праці. Львів : Афиша, 2000. 350 с.

19. Анісімов А.С., Виборнов Ю.Э., Гайдуков Н.С. Попередження та гасіння пожеж на промислових підприємствах. Київ : Техника, 1978. 164 с.