

**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 / проєкт

Перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка технології прокатки штаб 4.0x1200мм зі
сталі 7ХНМФБ на стані холодної прокатки 2800

Виконав: студент 3 курсу, групи 6.1361-с
спеціальності 136 Металургія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Обробка металів тиском

(код і назва освітньої програми)

Таранов Г.І.

(ініціали та прізвище)

Керівник

доц. каф. МТЕТБ, к.т.н. Д.О. Кругляк

Рецензент

проф. каф. МТЕТБ, д.т.н. Ю.О. Белоконь

Запоріжжя – 2024 року

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

Інженерний навчально – науковий інститут ім. Ю.М. 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. Белоконь
“ 12 ” 02 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Таранов Геннадій Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) Розробка технології прокатки штаб 4.0x1200мм зі сталі 7ХНМФБ на стані холодної прокатки 2800

керівник роботи (проєкту) к.т.н., доц. Кругляк Д.О.,
(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 проєкти, технічна документація ПАТ «Запоріжсталь», літературні джерела, інтернет-ресурси. Розміри штаби 4.0x1200 мм, сталь - S235JR

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 – Розробка технології прокатки штаб 4.0x1200мм зі сталі 7ХНМФБ на стані холодної прокатки 2800 ПАТ “Запоріжсталь”.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 26.12.2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Г.І. Таранов
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис)

Д.О. Кругляк
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено
Нормоконтролер

_____ (підпис)

Ю. О. Белоконь
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., 4 розд., 26 табл., 3 рис., 11 джерел.

ПРОКАТКА, ЛИСТ, ВАЛЬЦЮВАЛЬНИК, ОБЛАДНАННЯ, РОБОЧА КЛІТЬ, ОБТИСК, РОЛЬГАНГИ, ВАЛКИ, ПІДЙОМНИЙ СТИЛ, НАТИСКНИЙ ГВИНТ, ПОДУШКИ ВАЛКІВ, СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ ПРОФІЛЮ ВАЛКІВ.

Мета кваліфікаційної роботи: розробити технологію прокатки холоднокатаного листа зі сталі 7ХНМФБ на стані холодної прокатки 2800 в умовах ЦХП.

У технологічній частині було розраховано режим обтисків, середній контактний тиск прокатки, що склало $1208,3 \text{ Н/мм}^2$, та визначена продуктивність стану, яка становить 29,79 т/год.

У механічній частині було розраховано валки на міцність, в результаті якого було доведено, що запас міцності валків забезпечений. Виконаний розрахунок тихохідного натискного механізму чотирьохвалкового стану 2800 для холодного прокату штаби.

В розділі охорони праці та техногенної безпеки були приведені технічні рішення щодо безпечної експлуатації стану холодної прокатки 2800

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

РПВ – система регулювання профілю валків

ПНК – система попередньої напруги

КТУ – коефіцієнт трудової участі

НПА – нормативно правовий акт

ПВЕ – правила влаштування електроустановок

ПТЕеС – правила технічної експлуатації електроустановок-споживачів

ПБЕеС – правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

ПММ – паливно-мастильні матеріали

БніП – будівельні норми і правила

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Характеристика цеха.....	9
1.2 Технічна характеристика обладнання стана	10
1.3 Сортамент стана марки сталі.....	18
1.4 Технологічний процес прокатки.....	21
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	27
2.1 Аналіз недоліків роботи обладнання стану.....	27
2.2 Засоби щодо усунення недоліків.....	28
2.3 Технологічний процес прокатки високолегованої інструментальної сталі 7ХНМФБ.....	28
2.4 Розрахунки.....	40
2.4.1 Розрахунок режиму обтисків.....	40
2.4.2 Розрахунок зусилля прокатки.....	43
2.4.3 Розрахунок тихохідного нажимного механізму стана	48
3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА	52
3.1 Розрахунок валків на міцність.....	52
3.2 Визначаємо продуктивність стану.....	54
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	57
4.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації стана	58
4.2 Технічні рішення з санітарії та гігієни праці на дільниці	60
4.3 Протипожежна безпека.....	65
4.4 Заходи щодо охорони навколишнього середовища	67
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	75

ВСТУП

Прокатне виробництво в більшості випадків є завершальною ланкою виробничого циклу на металургійному підприємстві. Прокат складає основну частину металургійної продукції. Більш 90% виплавленої сталі проходить через прокатні цехи.

Споживачами прокатної продукції є практично всі галузі промисловості України: машинобудування, будівництво, транспорт, енергетика, космічна техніка й ін.

Сортамент прокатної продукції надзвичайно різноманітний. Це круглі, квадратні і кутові профілі, швелери, двотаврові балки, рейки, товсті і тонкі листи, штаби і стрічки, безшовні і зварені труби, залізничні колеса і безліч інших; усього випускається декілька тисяч профілей прокату. Як матеріал використовується понад дві тисячі марок сталей і кольорових металів.

Листова сталь є одним з найбільш економічних видів прокатної продукції. З листової сталі виготовляють труби, гнуті профілі, різноманітні штамповані і зварні конструкції. Листовий прокат використовується для виготовлення більш тонкостінних труб і більш легких профілів у зрівнянні з гарячекатаними, що забезпечує зниження витрати металу на 10-15%.

У найбільш розвинутих індустріальних країнах частка листового прокату в загальному обсязі прокатної продукції складає 50-70%. Також з загальним зростанням виробництва листового прокату безупинно збільшується випуск тонких листів та штаб.

Вітчизняна металургійна промисловість обладнана сучасними прокатними станами, що забезпечують одержання різноманітної листової продукції високої якості.

Товстолистову сталь прокатують, в основному, на станах з однією робочою кліткою або з двома. Тонколистову штабову сталь, а також штаби товщиною від 8 до 16 міліметрів прокатують на безперервних і напівбезперервних широкоштабових станах.

Холоднокатану сталь одержують на безперервних і реверсивних станах. Сучасні безперервні стани мають у своєму складі від 4 до 6 робочих клітей “КВАРТО” і забезпечують прокатку штаб товщиною 0,5-3,8 міліметрів. Продуктивність безперервних станів холодної прокатки досягає 1,2-1,5 млн.т і більш на рік.

При меншому обсязі виробництва (50-150 тисяч тон у рік) встановлюють реверсивні стани, що відрізняються більшою гнучкістю в роботі. В останні роки введені в дію безперервні стани з багатовалковими робочими клітями. В Україні частина холоднокатаного прокату робиться на станах листової прокатки. Таким станом є одноклітьовий, чотирьохвалковий стан холодної прокатки 2800, який розташовано в ЦХП ПАТ «Запоріжсталь». На цьому стані виготовляють листи з вуглецевих та легованих марок сталей.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика цеху

Основним завданням дільниці ЦХП є виробництво холодно-прокатаного й гаряче-прокатаного готового прокату відповідно до затвердженого у встановленому порядку планами, графіками, номенклатурою, кількісними і якісними показниками, що відповідають діючим стандартам й технічним умовам, а також підвищення ефективності виробництва. Дільниця цеху холодної прокатки очолюється начальником цеха, відповідальним за виконання покладених на цех функцій й обов'язків по виробництву планової продукції.

До складу цієї дільниці цеху холодної прокатки входять наступні підрозділи: стан холодної прокатки 2800, на якому персонал стану здійснює полистну прокатку й дресирування холоднокатаного металу із легованих, неіржавіючих й вуглецевих марок сталей. В состав стана входить: аеро-динамічний розкладальник, на якому здійснюють подачу листів на рольганг, кліть стана 2800, листопрямильна машина, яка призначена для вирівнювання листів, укладальник листів, який призначений для укладання листів в пачку; також дільниця з ремонту й підготовки прокатних валків. В цей підрозділ входить вальцешліфувальна машина, що здійснює перешліфовку опорних і робочих валків для стана холодної прокатки 2800.

Термотравильний комплекс, у якому загартовують гарячекатаний й холоднокатаний метал з неіржавіючих марок сталей, і проводять травлення металу з неіржавіючих, легованих й вуглецевих марок сталі. В цей комплекс входить агрегат для шпилькування та дві травильні ванни, в яких здійснюють травлення різних марок сталей в кислото – лужному розчині, з метою видалення окалини. В цеху розташовано 8 ковпакових газових печей, у яких

здійснюють термообробку метала в листах і рулонах з вуглецевих і легованих марок сталей, для більш приємлених механічних властивостей сталі.

На дільниці обробних агрегатів, що включає такі агрегати, як АПР-1, в якому здійснюють різання рулонної заготовки на листи товщиною від 4 та менше мм, та АПР-2, в якому окрема бригада агрегату ріже нарізає смуги товщиною від 4 і більше мм для наступного переділу, а також виконують обрізку поздовжніх і поперечних кромek холоднокатаних і гарячекатаних листів з неіржавіючих, легованих й вуглецевих марок сталей.

В відділенні нейтралізації кислих і лужних стоків, що включає ділянки перевантажувальну і нейтралізації, здійснюється прийомом відпрацьованих травильних розчинів із прокатних цехів і їх нейтралізація.

1.2. Технічна характеристика обладнання стана

Стан 2800 призначений для холодної прокатки й дресування листів неіржавіючий, легованих і вуглецевих сталей. Стан складається з нереверсивної чотирьохвалкової робочої кліті й допоміжного обладнання: аеродинамічного розкладача листів, стола що нахилиється й зони ручної розкладки листів, листоправильної машини, мастильної установки, укладача листів, а також рольгангів.

Аеродинамічний розкладач листів, призначений для: подачі пачок листів на лінію прокатки; розкладки листів по одному з пачки й подачі на рольганг із лінійками, що центрують.

Складається з: ланцюгового транспортера, підйомного стола, власне аеродинамічного розкладача.

Ланцюговий транспортер, призначений для подачі пачки листів на підйомний стіл.

Підйомний стіл, призначений для підйому пачки листів до можливого захвата верхнього листа аеродинамічним розкладачем.

Аеродинамічний розкладач, призначений для полисної розкладки листів з пачки й подачі їх на рольганг №1 і складається з: 2-х бічних стінок з ходом 600 мм кожна, привод – від двигуна потужністю 3кВт, з обертаючій швидкістю 1420 об/хв.; нерухомої передньої стінки; рухомої задньої стінки з ходом 4800 мм і швидкістю переміщення 120 мм/с; привод здійснюється від двигуна 3 кВт, з кількістю обертів 1420 об/хв.; двох пересуваючих стрічок з лінійкою, швидкістю від 0,5 до 2 мм/с; 2-х приводних й 2-х не приводних барабанів транспортерних стрічок, діаметром 600 мм; привод від двигуна дванадцять кВт, з кількістю обертів 770 об/хв.; притискного ролика діаметром 200 мм; 2-х вентиляторів; привод кожного вентилятора - від потужного двигуна на 37 кВт. Максимальна висота підйому рами 800 мм.

Кантувач пачок листів, розташований після аеродинамічного розкладача, який призначений для кантування пачок листів у вертикальне положення й розкладки листів по одному на рольганг №2. Кантувач складається з: опорної рами, на якій по рейках переміщується сам кантувач пачок листів; рами кантувача, виконаної у вигляді візка з ходовими колесами; гідроциліндра діаметром 180 мм, ходом штока 800 мм, що забезпечує переміщення стола кантувача по рейках; люльки стола, що нахиляється, утримуючи пачку листів у горизонтальному й вертикальному положеннях; гідроциліндра діаметром 320 мм із ходом штока 850 мм, призначеного для повороту люльки стола; швидкість пересування = 0,04м/с; приводного ролика, для забезпечення транспортування листів на рольганг №2;

Перед станом 2800 розташовані три рольганги. Вони призначені для транспортування листів від розкладника до прокатної кліті.

Рольганги №1 й 2 складаються з 9 роликів кожний, рольганг №3 має три ролики. Діаметр бочки роликів – 300 мм, довжина бочки – 2800 мм.

У рольгангу №2 змонтовані лінійки для центрування листів. Лінійки встановлюються з розчином більше ширини листа на 50-150 мм. Для точної установки листа лінійки обладнані із наступною характеристикою: хід штока пневмоциліндра = 400мм; хід кожної смуги при повному ході пневмоциліндра

= 200мм; швидкість руху лінійок від електро-привода = 0,015 м/с, від пневмоциліндра - 0,2 м/с.

Матеріал прокатних валків: робочих - ст. 9Х2МФ; 60Х2СМФ; опорних - вісь валка - ст. 40ХН2МА; бочки валка - ст. 9ХФ. Твердість поверхні по Шору: бочки робочих валків - 90-102 одиниць; бочки опорних валків - від 60-80 одиниць.

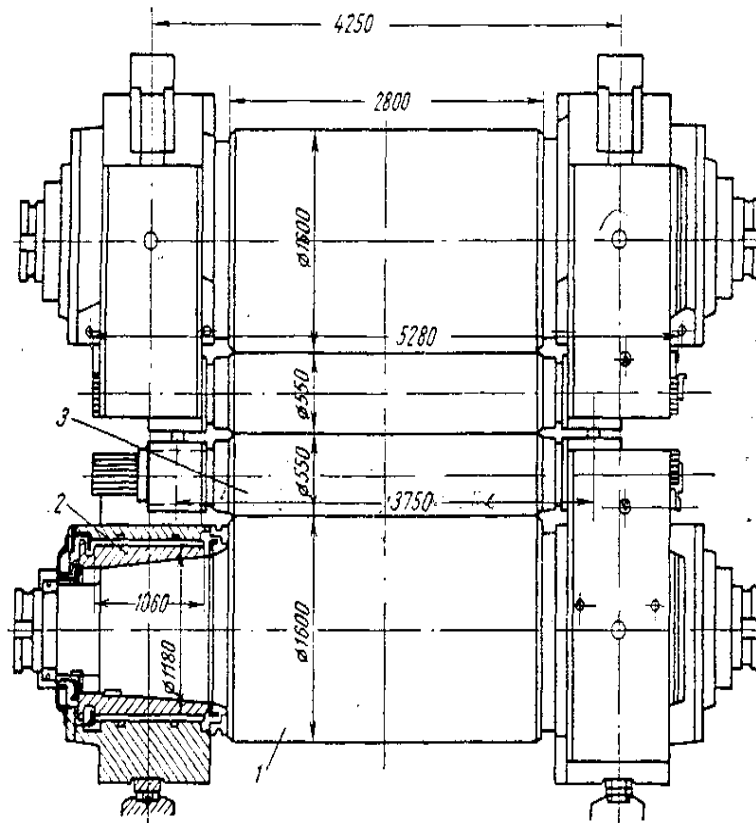
Таблиця 1.1 – Розміри робочих та опорних валків

Найменування	Розміри, мм						Вага, т
	Бочка		Шийка		Треф		
	Діаметр	Довжина	Діаметр	Довжина	Діаметр	Довжина	
Робочий	570- 534	2800	300	525	295	420	7,12
Опорний	1600-1500	2800	1050 конус	1100 1:5			61,5

Швидкість переміщення натискних гвинтів - 0.05 - 0.3 - 0.6 мм/с. Максимальний хід натискного гвинта – 400 мм. Електромотори з'єднані електромагнітною муфтою для забезпечення спільної або роздільної роботи натискних гвинтів.

Величина переміщення натискних гвинтів вказується продукти метрами, розташованими на посту управління й циферблатом, який установлений на станині.

Врівноважування верхнього опорного валка здійснюється врівноважуючим пристроєм, який працює від спеціального гідроциліндра через вантажний акумулятор. При перевалці верхніх і нижніх опорних валків, для підйому валків з метою забезпечення заходу перевалочної машини, включаються додаткові насоси; тиск у гідроциліндрі при цьому становить – 160 атм. Тиск масла в циліндрі 100 атм.



1 – бочка валка; 2 – шийка; 3 – робочі (приводні) валки

Рисунок 1.1 – Вузол опорних та робочих валків

Таблиця 1.2 – Характеристика шпindelного пристрою

Найменування	Розмірність	Розміри
Максимальний робочий момент, переданий одним шпindelем	мм	3,5
Довжина шпindelя по осі шарнірів	мм	3200
Діаметр тіла шпindelя	мм	280
Діаметр головок шпindelя	мм	510 й 660
Товщина лопат муфт	мм	140 й 185
Максимальний кут нахилу шпindelя	°	2°14'
Максимальний робочий кут нахилу шпindelя	°	1°37'
Робочий тиск у циліндрах	атм	100

Робочі валки обертаються в чотирирядних конічних підшипниках, у яких граничне число обертів - 150 обертів за хвилину.

Опорні валки обертаються в підшипниках рідинного тертя. Кліть обладнана системою регулювання профілю валків (РПВ), що має подвійне призначення: зрівноважування верхнього робочого валка й регулювання профілю робочих валків.

Необхідний тиск у системі протизгинання створюється від 2-х гідростанцій, які працюють незалежно друг від друга, причому гідростанції подають тиск одночасно на обидві подушки, тобто на обидві сторони кліті (сторона привода й сторона перевалки)

Таблиця 1.3 – параметри системи РПВ

Кількість циліндрів у комплекті подушок	8
Діаметр плунжерів, мм	160
Межі регулювання тиску, МПа	3 - 32
Посилення проти згинання, т	40 – 512

Кліть обладнана системою попередньої напруги (ПНК), призначеної для підвищенні жорсткості кліті шляхом розпору подушок опорних валків вмонтованими в них гідроциліндрами.

Необхідне зусилля в системі ПНК створюється за рахунок регулювання тиску.

Таблиця 1.4 - Параметри системи ПНК

Кількість блоків циліндрів	4
Кількість циліндрів у блоці	3
Діаметр плунжера робітник, мм	230
Межі регулювання тиску рідини, МПа	3-32
Сумарне зусилля попередньої напруги кліті, т	1600

Система попередньої напруги кліті (ПНК) працює в режимі стаціонарного тиску або в режимі програмного автоматичного управління тиском, забезпечуваного за рахунок швидкодіючого регулятора. Тиск по програмі зменшується в міру збільшення товщини листа й навпаки.

Характеристика системи регулювання: число регульованих ділянок – 7; час підйому тиску від 3 до 32 МПа – не більше 0,3 с; час скидання від 38 до 3 МПа – не більше 0,1 с.

Система регулювання наструюється залежно від профілю листів і забезпечує зниження поздовжньої різнотовщинності.

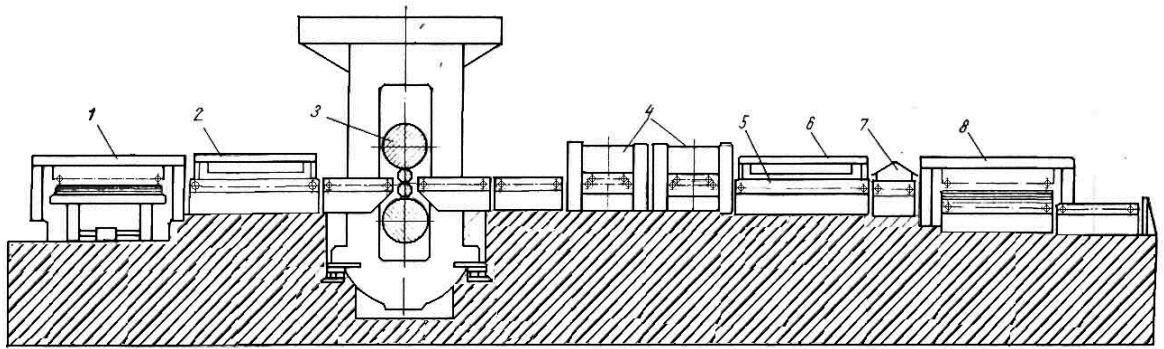
Для зниження ударних навантажень і коливань валкової системи, підвищення точності прокатки й площини листів, використовується система бічного притиснення подушок робочих валків до подушок опорних валків, що здійснюється горизонтальними гідроциліндрами, розташованими в подушках опорних валків. Подушки опорних валків також обладнані системою притиснення.

Характеристика системи бічного притиснення: кількість горизонтальних циліндрів - 4, діаметр плунжера - 80 мм, тиск в системі – 100 МПа; хід плунжера – 0-10 мм; сума сили прижиму збоку = 20 тонн.

З передньої сторони кліті розташовані колектори для подачі на поверхню листів технологічного змащення (емульсії), а також 2 колектори, для повітряного видалення з поверхні листів перед завданням їх у стан сторонніх предметів.

Безпосередньо перед і за робочими валками, на спеціальних кронштейнах, прикріплених до станин, розташовані вузли станинних роликів, призначені для транспортування листів до валків і від валків.

Лінія стану приведена на рисунку 1.2



- 1 - аеродинамічний розкладчик; 2 - рольганг № 1,2; 3 - кліть стану;
 4 - машина що править; 5 - рольганги № 7,8; 6 – змащувальна машина;
 7 - рольганг № 9; 8 - укладальник штаби

Рисунок 1.2 – схема стану 2800

При перевалці, вузли станинних роликів піднімаються. На станинних роликах перед станом розташовані напрямні лінійки. Розчин напрямних лінійок – від 1000 до 2600 мм. Для транспортування листів за станом передбачено 7 рольгангів.

Рольганг №4 складається з 7 роликів №5 й №6 – з 4 роликів, рольганг №6 – має 6 роликів, рольганг №7 та №8 - 9 роликів, і рольганг №9 – з 9 роликів.

Рольганги №7 й №8 обладнані лінійками для центрування листів по всій довжині лінії стана.

Правильна машина 17x155x2800 призначена для виправлення листів товщиною від 1,5 до 4 мм, шириною 2800 мм. Число робочих роликів - 17. З них 15 роликів діаметром 155 мм, довжиною бочки – 2800 мм, шаг роликів - 160мм; та 2 ролики що направляють діаметром 200мм і довжиною бочки 2800 мм.

Перед і за машиною встановлені тягнучі ролики (діаметром 250 мм; довжина бочки = 2800мм). Привод машини що править, від електричного двигуна потужністю 630кВт; кількістю оборотів 750 об/хв. через редуктор, шестеренну кліть і карданні шпинделі. Швидкість виправлення від 0,5 до 2м/с, максимальна швидкість виправлення для листа товщиною 4 мм – 1,6м/с.

Скидач листів, складається з трьох доріжок з роликами, що знаходяться між роликами рольганга №6. Ролики доріжок – без приводу, а самі доріжки мають пневмонічний привод для підйому при скиданні листів.

Машина, що промаслює, встановлена перед укладачем листів і призначена для двостороннього промаслення листів нейтральним мастилом. Змащення здійснюється розбризуванням мастила, що подається до форсунок двома насосами.

Укладач листів, призначений для приймання, і укладання листів по одному в пачку, та для збирання пачки листів після прокатки.

Укладач складається з: приводного ролика, встановленого за рольгангом №9; лівої і правої розсувних лінійок з консольними роликами, що опускаються; піднімального стола; пересувного упору; ланцюгового транспортера.

Розсувні лінійки обладнані 21 парою консольних роликів, що опускаються. Опускання роликів здійснюється від 2-х пневмоциліндрів діаметром 120 мм; хід штока = 400мм; тиск повітря - 0,4-0,6МПа.

Діаметр опускаючих роликів = 160мм; шаг = 250мм. Ролики виготовляються чавунними, окантованими бронзовими над ялинками.

Укладач листів працює автоматично за рахунок замикання листами кінцевого вимикача. На лівій лінійці змонтовані направляючі, для обережного укладання листів у пачку.

Підйомний стіл, призначений для опускання (у міру укладання) пачки листів. Довжина платформи стола – 4580 мм; ширина – 2700 мм.

Вантажопідйомність стола – 10 тисяч кілограмів.

Перед укладачем листів на рольгангу №9 встановлені малі напрямні лінійки, з'єднані з розсувними лінійками укладача, але маючі також самостійний привод від пневмоциліндрів діаметром 100 мм, які забезпечують переміщення кожної лінійки на 120 мм.

Ланцюговий транспортер, призначений для транспортування пачки листів убік; складається з 9 нескінченних ланцюгів, що паралельно рухаються, вантажопідйомність транспортера – 10000 кг.

1.3. Сортамент стана марки сталі

Підкатом для виготовлення холоднокатаних листів з вуглецевих, легованих і неіржавіючих сталей на одноклітьовому нереверсивному стані «2800» служить гарячекатана листова заготівля, термічно оброблена й протравлена. Для вуглецевих спокійних сталей із сумарним обтисненням при холодній прокатці до 50% дозволяється застосовувати гарячекатану протравлену заготівлю як з термообробкою, так і без неї.

Вибір ширини й довжини заготовок: при поздовжній прокатці ширина заготовки дорівнює ширині готового листа плюс планована обрізка бічних кромek листів; довжина заготовки визначається з розрахунку одержання довжини готового листа плюс планована обрізка кінців листів; довжина заготівель для великогабаритних гарячекатаних пластин фабрикється на 10-20мм менше по довжтні номінальної замовлених розмірів готового металлу (з урахуванням витяжок при наступних дресируваннях на стані «2800»). При поперечній прокатці: ширина заготовок визначається по технологічній карті й приймається максимально можливою; довжина заготовки дорівнює ширині готового холоднокатаного листа плюс планована обрізка бічних кромek листів. Товщина заготівлі визначається відповідно до технологічних карт із урахуванням забезпечення сумарного відносного обтиснення не менш: для неіржавіючих сталей – 30%; для легованих сталей становить 25%; а для сталей вуглецевих не менш ніж 40%.

При поперечно – продольній прокатці ширина заготовки встановлюється відповідно до технологічних карт і приймається максимальною; довжина заготівлі має 2050мм, товщина заготовки знаходиться, відштовхуючись від

конкретних розмірів готового холоднокатаного листа й коефіцієнтів витяжки при «розбивці» ширини й прокатки довжини.

Таблиця 1.5 - різновиди і мінімальні та максимальні габарити різних марок сталей

Марки Сталей	Розміри холоднокатаних листів, мм			Розміри гарячекатаних Заготовок, мм			
	Товщина	Ширина	Довжина	Товщина	Ширина	Довжина (поп.пр.)	Довжина (пр.пр.)
Леговані	1.5 - 6.0	1500- 2500	2000-400 0	3.0-1 0.2	1000- 1420	2550	1550
Неіржавіючі	1.5 - 6.0	1500- 2500	2000-400 0	3.0-1 0.2	1000- 1280	2550	1550
Вуглецеві	1.5 - 6.0	1500- 2500	2000-400 0	3.0-1 0.2	1000- 1500	2550	1550

Хімічний склад різних марок сталей у тому числі неіржавіючих, легованих і вуглецевих сталей – відповідно до державних стандартів і ГОСТ.

Листи шириною понад 2000 мм виготовляються із привізної заготовки.

Таблиця 1.6 – Характеристика заготовки

№ п/п	Марка сталі	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	
				для поперечної прокатки	для поздовжньої прокатки
1	08X18T1, 08X18T, 06X18	Від 3,0 до 10,2	Від 1000 до 1280	Залежно від ширини готового х/к листа, але не більше 2050 мм	Залежно від довжини готового х/к листа, але не менш 1500 мм
2	08X18H10T, 12X18H10T	Від 3,0 до 10,2	Від 1000 до 1050		

Продовження таблиці 1.6

№ п/п	Марка сталі	Товщина, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	
				для поперечної прокатки	для поздовжньої прокатки
	12X18Н9,	Від 3,8 до 10,2	Від 1000 до 1150		
	17X18Н9	Від 4,2 до 10,2	Від 1000 до 1280		
3	12X17М9АН4, 16X11Н2У2МФ, 09X16Н4Б	Від 3,0 до 10,2	Від 1000 до 1050		
4	25 – 30ХГСА, 12Х2НВФА, 19Х2НВФА, 5Н1А, 7ХНМФБ, 50ХГФА	Від 3,0 до 10,2	Від 1000 до 1280		
		Від 3,5 до 10,2	Від 1000 до 1350		
	23Х2НВФА	Від 4,0 до 10,2	Від 1000 до 1420		
5	25–30ХСНВФА, 40Х3М2ФА	Від 3,0 до 10,2	Від 1000 до 1050		
	28 - 43ХСНМВФА, 60С2А	Від 3,5 до 10,2	Від 1000 до 1280		
	43Х3СНМВФАШ 402Х2ГСНМ, 30Х2ГСНВМ	Від 5,1 до 10,2	Від 1000 до 1350		
6	08–25 кп, 09–25 пс, 08Ю	Від 3,0 до 10,2	Від 1000 до 1530	Залежно від ширини готового х/к аркуша, але не більше 2550 мм	Залежно від довжини готового х/к аркуша, але не менш 1500 мм
7	10–30, 09–16М2, 08ГЮТ, 08ГСЮТ	Від 3,0 до 10,0	Від 1000 до 1420		

За узгодженням можуть виготовлятися листи шириною від 970 до 1500 мм і довжиною від 1500 до 2000 мм, при цьому допускається прокатка листів кратної ширини й довжиною з наступним розпуском. При поперечно – поздовжній прокатці за ширину заготовок беруть максимально можливу, а

довжина становить 2050мм. У роботі розглядається технологічний процес прокатки листів зі сталі 7ХНМФБ.

Характеристика сталі 7ХНМФБ: сталь 7ХНМФБ універсальна і широко використовується неіржавіюча та легована інструментальна сталь. Універсальність забезпечує сукупність високих характеристик для різних умов вживання як корозійностійкої і жароміцної сталі в різних галузях промисловості, так і для виготовлення інструментів для лісопромислового комплексу України, товарів народного вжитку. Хороша опірність атмосферної і міжкристалічної корозії в сукупності із стабільністю, міцністю, легкістю обробки, можливістю використання в широкому діапазоні температур зробили цю марку сталі самими вироблюваними і використовуваними. Виготовляється як в холоднокатаному, так і в гарячекатаному вигляді. У термообробленому стані практично немагнітна. Використовується як пили, ножі та інші різні види різальних пристроїв, що піддаються постійним навантаженням, також як мітчики, плашки, штампи, деревообробний інструмент. Нестійка в сірковмісних середовищах.

Таблиця 1.7 – Хімічний склад сталі 7ХНМФБ в %

Масова частка елементів,%									
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Co
0,68..	0,15..	0,3...	0,01	0,0	0,4	0,15...	0,3...	0,15...	0,3
.	. 0,35	0,6	5	1	...	0,3	0,5	0,3	
0,78					0,7				

1.4. Технологічний процес прокатки

Прокатка листів на стані 2800 здійснюється партіями в один прийом, чорнова + чистова прокатка. Застосовується при прокатці вуглецевих і легованих сталей в насичених робочих валках.

Партія повинна складатися з гарячекатаних заготовок однієї із груп марок сталей.

Чистова прокатка в межах кожної партії здійснюється строго по ширинам – від ширшого до вужчого, що дає раціональне використання ширини бочки робочих валків і підвищує якість поверхні листів.

При переході на чистову прокатку листів іншої партії, але більшої ширини здійснюється перевалка робочих валків. При прокатці постійно повинні працювати повітряні колектори для здуву з листів сторонніх предметів.

Підготовлені до прокатки пачки заготовок встановлюються електромостовим краном у люльці стола, що нахилиється (кантувача), попередньо налаштованого на прокатку листів заданої ширини.

Після чого люлька повертається на 90^0 , а смуги металеві встановлюються у вертикальному положенні, після чого вони по черзі кантуються на прийомний ролик. Далі листи падають на рольганг №2 і по рольгангу подаються до стана.

Рухомі лінійки, що центрують, рольганг №2, налаштовані з деяким зазором, стосовно ширини листа, встановлюють лист по осі прокатки здійснюється бічними лінійками станинних роликів.

Після розкладки з кантувача на рольганг №2 листи транспортуються рольгангами №2 й №3 і станинними роликами у валки стана.

Листи перед завданням їх у стан і роликотправильну машину піддаються обдуванню стисненим повітрям з метою запобігання влучення на лист сторонніх часток.

Лист, що вийшов з валків кліті, подається по рольгангу в правильну машину для виправлення. При прокатці листів товщиною більше 4 мм ролики повинні бути розведені на величину не менш товщини листа. Після виправлення листи транспортуються до укладальника рольгангами №6, 7, 8.

У міру укладання листів у пачку підйомний стіл опускається, поки пачка не торкнеться нижнім листом ланцюгового транспортера. Пачка

виводиться ланцюговим транспортером у бічну кишеню, звідки забирається електромостовим краном за допомогою ланцюгових стропів на перед стана для наступної прокатки.

Після перших двох – трьох пропусків з кантувача наступна розкладка листів здійснюється, або з того ж кантувача, або аеродинамічним розкладальником, або з верхнього бічного стелажа.

При розкладці аеродинамічним розкладальником пачка листів подається ланцюговим транспортером на підйомний стіл, що знаходиться в нижньому положенні. Піднімаючись, стіл вводить листи в зону дії вакууму аеродинамічного розкладальника й листи по одному притягуються до транспортерних стрічок, що рухаються, і подаються на рольганг №1. При роботі аеродинамічного розкладальника може використовуватися притискний ролик.

З рольганга №1 лист попадає на рольганг №2 із лінійками, що центрують. Подальші операції по прокатці листів, їхньому виправленню, укладання в пачки й збирання здійснюються в тому ж порядку, що й прокату пачок заготівель з кантувача.

Швидкість прокатки вибирається в інтервалі 0,5 – 2 м/с, прямо під час процесу прокатки залежно від розмірів, геометрії й марок сталі листів, що катають, і заготівель.

При утворенні на листах хвилястості або короблення усунення їх здійснюється інтенсивним охолодженням емульсією або теплою водою зони робочого валка, що утворить хвилястість, і підігрівом пальниками сусідніх зон верхнього валка, а так само роздільною роботою натискними гвинтами.

Для одержання листів з мінімальної хвилястістю й коробленням використовується також система регулювання профілю валків (РПВ). Візуально оцінюючи планшетність листів, старший вальцювальник здійснює регулювання профілю робочих валків шляхом зміни тиску в системі РПВ.

Для підвищення точності прокатки листів у поздовжньому напрямку (за рахунок збільшення жорсткості кліті), зменшення динамічних ударів, а також

поліпшення умов захвату, в роботі використовується система попередньої напруги кліті (ПНК). Тиск у системі ПНК встановлюється старшим вальцювальником залежно від конкретних умов прокатки, і може бути постійним або мінливим. У процесі прокатки навантаження на двигун головного приводу не повинні перевищувати 2000А по амперметру.

Чорнова прокатка в шліфованих (насічених) робочих валках по другому варіанту здійснюється до товщини, що вимагає також від одного до трьох пропусків при чистовій прокатці. Чистова прокатка в цьому випадку здійснюється знову завалених в кліть шліфованих робочих валках.

При прокатці в насічених валках чорнова й чистова прокатка здійснюється в один прийом, без перевалки робочих валків.

Крім планової перевалки робочих валків під чистову прокатку, планові перевалки робочих валків здійснюються при переході на чистову прокатку листів більшої ширини або при переході на дресирування.

Позапланові перевалки робочих валків здійснюються при пошкодженні їхньої поверхні або при незадовільному захвату листів. У випадку проведення чистової прокатки безпосередньо після дресирування планову перевалку робочих валків під чистову прокатку не проводять.

Дресирування термооброблених холоднокатаних листів з нержавіючих і легованих марок сталі, здійснюється з метою їхнього виправлення (усунення короблення й хвилястості), а листів з вуглецевих марок сталей за для поліпшення штампування й запобігання ліній зрушення при штамповці. Дресирування здійснюється в робочих валках зі шліфованою поверхнею.

Величина обтиснення при дресируванні легованих і неіржавіючих сталей визначається в кожному окремому випадку залежно від розмірів листів і вихідної не площинності. При необхідності операція дресирування може бути повторена кілька разів, однак загальне обжаття при цьому мусить бути в межах норм.

Відносне обтиснення при дресируванні холоднокатаних листів з марганцевистих сталей складається від 0,8 до 2,0%.

Коректування верхнього робочого валка здійснюється шляхом підігріву його газовими пальниками або за допомогою системи регулювання профілю валків (РПВ); якщо лист має хвилястість із двох боків, підігрівають середину бочки валка або збільшують тиск у системі РПВ, при однобічній хвилі піднімають натискний гвинт із боку хвилі; якщо лист має короблення, підігрівають краї бочки валка або зменшують тиск у системі РПВ.

Для усунення кінцевої ребристості при дресированні холоднокатаного неіржавіючого листа експортного призначення встановлюється наступна швидкість дресировання.

Таблиця 1.8 – Співвідношення швидкості та товщини при дресированні

Швидкість дресировання об/хв	Товщина листа, мм
24	1,5...2...2,0
24..28	2,0...2...2,5
30..36	2,5...3,0

Після відповідного підігріву верхнього робочого валка, або зміна тиску в системі РПВ, пропускають через валки 1-2 листа, по яких визначають правильність налаштування стана. Обтиснення не повинне перевищувати 1%.

Налаштування правильної машини проводиться в такий спосіб: якщо при виході із правильної машини лист загинається догори, необхідно підняти верхню станину правильної машини; якщо лист загинається донизу, тоді треба спустити верхню станину правильної машини.

Точне настроювання правильної машини проводиться залежно від короблення, хвилястості листів і визначаються в кожному випадку при настроюванні машини на пробних листах. Коректування налагодження здійснюється в процесі дресировання.

Обтиснення визначається по витяжці листа після дресировання. Витяжка визначається по зміні відстані між рисками, насіченими скобою на

листі перед дресуванням або зміні відстані між рисками, насіченими скобою на листі перед дресуванням або по зміні загальної довжини листа.

При необхідності після дресування й виправлення листи можуть бути промаслені веретенним мастилом. Мастило повинне покривати тонким шаром обидві поверхні листа.

На верхньому листі кожної пачки після дресування, лаком або кольоровим олівцем наноситься номер партії. У картці партій пишуть дату дресування, вага металу, номер бригади. У випадку сортування в потоці листів з вуглецевої сталі, метал атестується відповідно до нормативно-технічної документації.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз недоліків роботи обладнання стану

Основним недоліком аеродинамічного розкладача є гідравлічний акумулятор який відповідає за підняття рами на розкладачі. Цей недолік проявляється при встановленні на підйомний стіл пачки листів вигнутих в середину. При видачі такої пачки, щоб не видати на рольганг два, або більше листів потрібно підіймати раму аеродинамічного розкладача до тих пір, поки задня частина рами не буде торкатися заднього кінця листа. В той час коли підіймається рама розкладача, гідравлічний прес на акумуляторі стрімко опускається вниз, і при опусканні пресу до кінця спрацьовує захисна система перевантаження акумулятора, яка вимикає привід робочих і опорних валків. Після чого треба зачекати поки гідравлічний прес акумулятора займе своє звичайне положення і знову запуснути привід валків.

Недолік роботи центруючих лінійок полягає в тому що при довгій їх експлуатації нижня поверхня лінійок стирається об працюючі ролики рольгангу і виникає зазор між роликами і лінійками. Коли видаються листи з аеродинамічного розкладача, по рольгангу 1 і 2 вони транспортуються до центруючих лінійок, де кут листа попадає в зазор між лінійками і роликами рольгангу і не дає наступним листам зайти в лінійки, що створює велике скупчення листів перед лінійками.

Недоліком промаслювальної машини є те що можливість промаслювати листи товщиною до 3,5 мм. Промаслювання листів товщиною більше 3,5мм неможливо через ролики в які надходить лист. Ролик що знизу зажатий в бічні стінки рольгангу, а верхній підіймається на висоту відносно товщини смужки. Якщо в ролики потрапляє лист з товщиною більше 3,5 мм, тоді нижній ролик провалюється під рольганг.

Недоліком роботи укладача листів є те що при скиданні листа з консольних роликів на прийомний стіл кут листа б'ється об бічну стінку

"лапу", яка відповідає за вирівнювання пачки листів по ширині. Це призводить до загинання кута листа, що надає нетоварного виду пачки листів після її дресировки. через дефект одного чи двох кутів її повертають на розкладач та знову дресирують.

2.2. Заходи щодо усунення недоліків

Недолік аеродинамічного розкладача можна усунути при встановленні нового більш потужного гідравлічного акумулятора, що дозволить підвищити продуктивність роботи стану.

Недолік роботи центруючих лінійок можна усунути своєчасною заміною центруючих лінійок, і встановлення їх з мінімальним зазором з роликami рольгангу.

Усунути недолік промаслювальної машини можливо за допомогою встановлення підйимального пристрою для верхнього ролика що дозволить помаслювати листи товщиною більше 3,5 мм.

Усунути недолік роботи укладача листів можливо за допомогою якісного налагоджування укладача, при проведенні капітального ремонту стана.

2.3. Технологічний процес прокатки високолегованої інструментальної сталі 7ХНМФБ

Технологічний процес виготовлення марки сталі 7ХНМФБ в ЦХП починається з прийому гарячекатаних заготовок (рулонів) після чого дані рулони потрапляють на агрегат поперечного різання №2, оскільки він пристосований для різання товстих листів. Порізані листи потрапляють на відпал. Відпал даної марки сталі відбувається в ковпакових печах ЦХП за режимом представленим у таблиці №4. Після відпалу листи потрапляють на травку і травляться кислим методом, травлення кислим методом відбувається

наступним чином: спочатку пачки листів шпилькують для того щоб між листами був вільний простір після чого дану пачку поміщають у ванну з розчином кислоти потім у ванну з холодною водою та у ванну з гарячою водою, після чого пачка листів обдувається та розшпильковується. Протравлені пачки листів потрапляють на пом'якшуючий «Світлий» відпал, сортируються, зачищаються дефекти і пачки потрапляють на прокатку.

Таблиця 2.1 – Режим відпалу гарячекатаних листів марки сталі 7ХНМФБ

Температура відпалу металу по середній технологічній термопарі, С°	Тривалість витримки по середній технологічній термопарі, г	Максимальна температура кромки, С°, не більш	Час охолодження під ковпаком, година	Охолодження під муфелем до температури, С°, не більш	Захисна атмосфера
680 – 700	5	710	3	180	Захисний НNх - газ, збагачений природним газом через сопло D 0.7 мм

Прокатка вуглецевих, легованих і корозійностійких сталей на стані "2800" проводиться полистно партіями в один або два прийоми.

I варіант - в один прийом чорнова + чистова прокатка.

Застосовується при прокатці вуглецевих і легованих сталей в насічених робочих валках;

II варіант - в два прийоми: - перше чорнова прокатка + друга чистова прокатка.

Для сталі марки 7ХНМФБ застосовується I варіант

При прокатці по I варіанту після чорнової прокатки перевалка робочих валків не проводиться.

Гарячекатані заготовки, що задаються в прокатку, повинні мати цілі здорові кромки.

Чистова прокатка в межах кожної партії проводиться строго по ширині — від широкого до вузького, що забезпечує раціональне використання ширини бочки робочих валків і підвищує якість поверхні листів.

При прокатці постійно повинні працювати повітряні колектори для здування з листів сторонніх предметів, робочі валки стану і ролики правильної машини не повинні мати відбитків (наварів, порізів, грубих задирів і ін.). Підготовлені до прокатки пачки заготовок встановлюються електромостовим краном в люльці кантувача, заздалегідь налаштованого на прокатку листів заданої ширини. Потім люлька повертається на 90, а листи встановлюються у вертикальному положенні, після чого вони поодиноці кантуються на приймальний ролик. Далі листи падають на рольганг № 2 і подаються до стану. Таким чином, проводиться розкладка пачок заготовок у перші 2-3 пропуски.

Рухомі центруючі лінійки рольганга № 2 настроєні з деяким зазором, по відношенню до ширини листа. Точніша установка листа по осі прокатки проводиться бічними лінійками станинних роликів.

Після розкладки з кантувача на рольганг № 2 листи транспортуються рольгангами №2 і №3 і станинними роликами у валки стану.

Листи перед завданням їх в стан і правильну машину піддаються обдуванню стислим повітрям з метою запобігання попаданню на лист сторонніх частинок.

Лист, що вийшов з валків кліті, задається в правильну машину 17x155x2800 для правки. При прокатці листів товщиною більше 4 мм ролики повинні бути розведені на величину не менше товщини листа.

Після правки листи транспортуються до укладальника рольгангами №6, 6а, 7,8 (з направляючими лінійками) і 9.

У міру укладання листів в пачку підйомний стіл опускається, поки пачка не торкнеться нижнім листом ланцюгового транспортера. Пачка

виводиться ланцюговим транспортером в бічну кишеню, звідки забирається електромостовим краном за допомогою тросів на передню сторону стану для подальшої прокатки. Подальші операції проводяться в тому ж порядку до отримання кінцевої товщини для даної прокатки (чорновий або чистовий).

Після перших 2-3 пропусків з кантувача або знімного стелажу подальша розкладка листів проводиться, або з того ж кантувача або аеродинамічним розкладальником.

При подальшій прокатці пачки листів у всіх пропусках можуть розкладатися з кантувача або аеродинамічним розкладальником.

При розкладці аеродинамічним розкладальником пачка листів подається ланцюговим транспортером на підйомний стіл, що знаходиться в нижньому положенні.

Піднімаючись, стіл вводить листи в зону дії вакууму аеродинамічного розкладальника, листи поодиночі притягуються до рухомих транспортерних стрічок і подаються на рольганг № 1. При роботі аеродинамічного розкладальника може використовуватися притискний ролик.

З рольганга № 1 лист потрапляє на рольганг № 2 з центруючими лінійками.

Подальші операції по прокатці листів, їх правці, укладанню в пачки і прибиранню проводиться в тому ж порядку, що і при прокатці пачок листів з кантувача.

Швидкість прокатки вибирається старшим вальцювальником в інтервалі від 0.5 до 2 м/с (ВІД 20 до 80 об/хв.), у нашому випадку 1.2м/с, безпосередньо в процесі прокатки залежно від розмірів, геометрії і марок сталі прокатуваних листів і заготовок.

При появі на листах хвилястої кромки або коробоватости усунення їх проводиться інтенсивним охолодженням емульсією або теплою водою зони робочого валка, утворюючої хвилястість і підігрівом горілками сусідніх зон верхнього валка.

Для забезпечення мінімальної хвилястості і коробоватости використовується також система регулювання профілю валків (РПВ).

Візуально оцінюючи площину листів, старший вальцювальник здійснює регулювання профілю робочих валків шляхом зміни тиску в системі РПВ.

При виявленні на листі симетричної хвилястості по обох краях необхідно збільшувати тиск у системі, при утворенні коробоватости по середині листа тиск в системі зменшується.

При збільшенні прокатного тиску - зусилля противовигина необхідно збільшити і навпаки, у випадку, якщо для усунення хвилястості, або коробоватости всього діапазону тиску в системі недостатньо, необхідно змінити режим прокатки, або температурний режим валків.

Для підвищення точності прокатки листів в подовжньому напрямі (за рахунок збільшення жорсткості кліті), зменшення динамічних ударів, а також поліпшення умов захоплення в роботі використовується система попередньої напруги кліті (ПНК). Тиск в системі ПНК виставляє старший вальцювальник залежно від конкретних умов прокатки, і може бути постійним або змінним (при використанні режиму програмного автоматичного управління).

В процесі прокатки навантаження на двигун головного приводу не повинні перевищувати 2000 А по амперметру, встановленому на посту старшого вальцювальника.

Дресировання проводиться на цьому ж стані, після обрізання бокових, передньої та задньої кромки, мийки холоднокатаних листів та кінцевого «Світлого» відпалу, у тій самій послідовності, що й прокатка. Розкладка листів проводиться з кантувача. Вага прокатаної пачки повинна бути не більше 10 т.

Прокатка листів всіх марок сталей з кромками, що розтріскуються під час прокатки, не допускається; при появі на кромках листів тріщин, що розвиваються углиб, прокатка припиняється, і пачки з такими листами передаються на ножиці гільйотинні для обрізання зруйнованих частин листів

з подальшою термообробкою металу. При необхідності обрізають також зруйновані передній і задній кінці листів (без тріщин углиб листів)

Окремі листи (товсті або короткі) повинні бути негайно до катати. Після прокатки листи приєднуються до пачки.

Листи, в нашому випадку, після восьмого пропуску будуть підвергнуті додатковому калібрувальному пропуску обтисканням від 1 до 1.2% з метою усунення коробоватості і хвилястості і підвищення точності прокатки.

Після кожного пропуску пачки листів розгортаються на 180° щоб уникнути отримання підвищеної подовжньої різнотовщинності металу.

При прокатці марки сталі 7ХНМФБ, як технологічне мастило використовується емульсія марки "Т" з концентрацією від 4 до 6%

Після чистової прокатки або калібрувального пропуску кожна пачка листів маркується на верхньому листі спеціальним олівцем або лаком з вказівкою номера пачки, її маси, номери плавки, марки сталі, розмірів листів.

Дресування термооброблених холоднокатаних листів з інструментальної і легованої сталі, проводиться з метою їх правки, усунення коробоватості і хвилястості. Обтиск при дресуванні холоднокатаних листів із вуглецевих кип'ячих та напівспокійних сталей складає от 0,8 до 1,2%, спокійних, марганцевих – від 0,8 до 2,0%.

Величина обтискання визначається у кожному окремому випадку залежно від розмірів листів і вихідної не плоскостності.

При необхідності операція дресування може бути повторена кілька разів, проте загальне обтискання має бути в межах норм.

Вихідний профіль робочих валків при дресуванні: верхній опуклий – від 0,00 до 0,15 мм, ніжній – циліндровий.

Перед дресуванням устаткування стану промивається гарячою водою, а валяння просушуються за допомогою сухої пачки заготовок. Вживання технологічного мастила при дресуванні не допускається. Для підвищення точності і площинної листів неіржавіючих і легованих сталей вирішується дресування теплого металу з температурою до 800С.

Для усунення кінцевої ребристості при дресуванні холоднокатаного листа експортного призначення встановлюється наступна швидкість дресування:

швидкість дресування, об/хв	товщина листа, мм
24	1,5
24...28	2,0
30...36	2,5...3,0

Обтиск не повинен перевищувати 1%.

Після дресування пачки потрапляють на кінцеву вирізку габаритів, сортування по якості поверхні також проходять ультразвуковий контроль та промаслюються, після чого пачки упаковують і відправляють на склад готової продукції.

При виробництві листів з марки сталі 7ХНМФБ можливе виникнення таких дефектів як недотрав, сліди від шпильок, раковина вдавнена, надріз, плямки (забруднення), відбитки, продир, дрантя на кромках.

Недотрав – на гладкій поверхні залишки невитравленої окалини у вигляді плям, темно-сірого, зеленуватого або коричневого кольорів.

Причини походження дефекту недобрав:

Недостатня масова частка сірчаної кислоти або солей в травильному розчині.

Низька температура травильного розчину.

Порушення режиму термообробки листів перед травленням (слабо окислювальна або відновлювальна атмосфера, завищена температура, простої або завищена витримка в печі, нерівномірне охолодження листів водою).

Зіткнення листів один з одним в корзинах при травленні (утруднений доступ травильного розчину).

Недостатня витримка в травильному розчині.

Високий вміст солей заліза і інших солей в травильному розчині, тобто висока щільність розчину.

При травленні кислотним методом – низька величина обтискання при попередньому дресируванні.

Сліди від шпильок – світла поверхня, покрита однією або декількома вузькими сріблястими або матовими смугами.

Причини походження дефекту сліди від шпильок:

Щільне укладання листів в корзинах.

Різномірність металу, що труїться, і шпильок.

Спрацьовані (тонкі) шпильки.

Перетримання листів в травильному розчині.

Раковина-вдав – одиночне углиблення, що утворилося при випаданні або витравленні вкатої чужорідної частинки.

Причини походження дефекту раковина-вдав:

Утворюється при втискуванні сторонніх предметів в поверхню листа під час прокатки або дресирування.

Поріз – частково загорнена складка, що розташована упродовж або під кутом до напрямку прокатки, утворюється із-за різних ступенів деформації по ширині листа, іноді супроводжується крізним розривом металу.

Причини походження дефекту поріз:

Недостатнє заднє натягнення смуги при прокатці або дресируванні.

Порушення режимів обтискання при прокатці

Незадовільна настройка стану: прокатки або дресирування листів з нерівномірним обтисканням по ширині, що викликає нерівномірне витягнення металу, з утворенням хвиль і подальшим обтиску їх у осередку деформації.

Прокатки листа зі складкою або заломленою кромкою.

Недостатня опуклість валків або їх виробітку.

Прокатка смуг і листів з підвищеною коробоватістю.

Прокатка різнотовщинних смуг і листів.

Попадання у валки по два листи одночасно.

Плями (забруднення) – темні плями, смуги, натікання, розлучення, що утворюються унаслідок попадання рідини або масла на поверхню смуги і подальшого нерівномірного окислення.

Причини походження дефекту плями (забруднення):

Іржа, що утворилася на гарячекатаному підкаті при травленні, після прокатки і подальшого відпалу перетворюється на плями забруднення.

Порушення технології приготування і експлуатації емульсії при холодній прокатці по причинах : висока концентрація емульсії (більше 4 %); перевищення норми механічних домішок в емульсії, передбаченою технологічною інструкцією.

Недостатнє охолодження валків при високій швидкості прокатки.

Попадання на валки і ролики правильної машини грязі і сажі.

Відбитки – поглиблення, що періодично повторюються по довжині листа, або виступи, утворилися від виступів або поглиблень на валках.

Причини походження дефекту відбитки :

Наявність наварів на роликах агрегатів та валках.

Навари, порізи і надави на робочих валках прокатних і дресируючих станів, викришка робочих валків.

Продир – широке подовжнє поглиблення, що утворюється від різкого тертя прокату про деталь прокатного і підйомного обладнання

Причини походження дефекту продир :

Різке тертя об деталь підйомно-транспортного обладнання поверхні рулонів і пачок листів (висмикування тросів і ланцюгів з-під пачок металу), об інші рулони і пачки листів, обладнання.

Дрантя на кромках – розриви металу по кромках, прокатки, що утворилися із-за порушення технології, а також при прокатці металу із зниженою пластичністю, обумовленою технологією виплавки.

Причини походження дефекту дрантя на кромках :

Неглибоке залягання стільникових міхурів в злитку.

Грубі неметалевих включення в металі.

Оплавлення злитків і розтин стільникових міхурів при порушенні режиму нагріву злитків.

Рвана кромка на гарячекатаних смугах, що поступають.

Дрантя по подовжніх кромках при подовжньо – поперечній прокатці на стані 2800 в наслідок скошування кінців листів при попередній прокатці при розбитті ширини.

Заходи щодо запобігання і усунення дефектів

Способів запобігання і усунення таких дефектів як недотрав, сліди від шпильок, вдавнена раковина, надріз, брудні плямки, відбитки, продир, дрантя на кромках можна запропонувати декілька.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як недотрав:

Своєчасно коректувати травильний розчин.

Підвищити температуру розчину.

Злити травильний розчин по досягненню щільності розчину, приведеної в технологічній карті.

Збільшити час перебування листів в травильному розчині.

Виключити випадки зіткнення листів в корзинах при травленні шляхом ретельного шпилькування.

Не порушувати режим термообробки. Листи, загартовані з порушенням режиму термообробки, травити тільки кислотним методом із збільшеною витримкою в розчині, або після обов'язкового додаткового дресирування (обтискання 1-2%).

Про дресирувати листи з обтисканням не менше 2%.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як сліди від шпильок:

Не завантажувати в корзину велику кількість листів.

Відбракувати шпильки, непридатні до застосування.

Витримка листів в травильному розчині повинна бути оптимальною для кожної марки стали.

Дефект вдавлених раковин не можна виправити. Дозволено в межах норм допуску. При глибині дефекту більше 1,5 допуску по товщині листа і при неможливості обрізати лист на менший розмір - забракувати.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як раковина-вдав:

Містити в чистоті обладнання прокатних і дресируючих станів.

Обдувати лист перед прокаткою і дресируванням стислим повітрям.

Не допускати попадання сторонніх предметів на поверхню листа при прокатці і дресируванні на стані 2800, при необхідності проводити обрізання зруйнованих кінців листів в процесі прокатки.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як поріз:

Збільшити заднє натягнення смуги

Дотримувати режими обтискань, передбачених технологічною інструкцією.

Провести правильне налагодження стану: здійснювати рівномірне витягнення металу по ширині листа; перевірити роботу натискного пристрою;

Не допускати прокатки смуг і листів з складками і заломленими кромками, проводити вирізку дефектів смуг при різанні гарячекатаних рулонів на смуги в ЦХП.

У разі вироблення валків провести їх перевалку або підігріти середину бочки стану 2800.

Провести пере налагодження стану для рівномірного обтискання по ширині металу.

Прокатки смуг і листів, що мають різнотовщинності, провести на зниженій швидкості.

Не допускати попадання у валки одночасно двох листів

Дефект плями (забруднення) допустимий в межах вимог норм допуску.

Усувається шляхом зачистки дефекту з подальшим промаслюванням зачищених ділянок.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як плями (забруднення):

Не допускати утворення іржі при тому, що труїть підкату, дотримувати технологію промивки, сушки і промаслювання смуг.

Не допускати порушення технології приготування і експлуатації емульсії при холодному прокатці: розбавити емульсію водою до концентрації, вказаної в технологічній інструкції; замінити емульсію.

Зменшити швидкість прокатки і охолодити валки.

Періодично очищати валки і ролики правильних машин від сажі.

Дефект відбитки не поправний. Допустимо в межах вимог норм допуску.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як відбитки:

Видаляти навари на роликах і валках шляхом їх періодичної зачистки.

При наварах зачистити валки або провести перевалку валків.

При незначних порізах і надавах, погіршуючий товарний вигляд або що виводять лист за межі допуску по товщині, провести перевалку валків.

Способів усунення такого дефекту як продир:

На готових листах зачистити. Глибина зачистки не повинна виводити лист за межі мінімальної допустимої товщини.

При глибині зачистки не більше 1,5 допуску по товщині – перенести в другий сорт або обрізати на менші розміри, інакше – непідходящий прокат.

Дефект дрантя на кромках виправляється обрізанням кромок.

Без обрізання кромок допустимий в межах вимог норм допусків.

Способів запобігання виникнення такого дефекту як дрантя на кромках:

Дотримувати технологію нагріву злитків в нагрівальних колодязях обтискового цеху.

Забезпечити отримання гарячекатаних смуг без рваних кромок. Провести обрізання кромок гарячекатаного підкату після травлення.

Перед прокаткою в іншому напрямі провести обрізання загострених кромок.

2.4. Розрахунок режиму деформації штаби 4,0x1200 мм

Вихідні дані:

$$h_0 = 6 \text{ мм}$$

$$h_k = 4 \text{ мм}$$

$$b_1 = 1200 \text{ мм}$$

Марка сталі – 7ХНМФБ

2.4.1. Розрахунок режиму обтисків

2.4.1.1 Визначаємо загальний коефіцієнт обтисків

$$\eta_{\text{зак}} = \frac{h_k}{h_0} \quad (3.1)$$

$$\eta_{\text{зак}} = \frac{4}{6} = 0,66$$

2.4.1.2 Визначаємо середній коефіцієнт обтисків

$$\eta_{\text{сер}} = \sqrt[n]{\eta_{\text{зар}}} \quad (3.2)$$

Кількість проходів приймаємо на основі заводських даних $n=4$

$$\eta_{\text{сер}} = \sqrt[4]{0,66} = 0,90$$

2.4.1.3. Розподіляємо коефіцієнт деформації по проходах

$$\eta_{\text{зар}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4, \quad (3.3)$$

де – $\eta_1 \cdot \eta_2$ – відповідно коефіцієнти обтиску

$$\eta_{\text{зар}} = 0,88 \cdot 0,9 \cdot 0,91 \cdot 0,92 = 0,66$$

2.4.1.4. Визначаємо товщину металу по проходах

$$h_i = h_{i-1} \cdot h_i, \quad (3.4)$$

де i – номер проходу:

$$h_1 = 6 \cdot 0,88 = 5,28 \text{ мм}$$

$$h_2 = 5,28 \cdot 0,90 = 4,75 \text{ мм}$$

$$h_3 = 4,75 \cdot 0,91 = 4,32 \text{ мм}$$

$$h_4 = 4,32 \cdot 0,92 = 3,97 \text{ мм}$$

2.4.1.5. Визначаємо абсолютний обтиск

$$\Delta h_i = h_{i-1} - h_i \quad (3.5)$$

$$\Delta h_1 = 6 - 5,28 = 0,72 \text{ мм}$$

$$\Delta h_2 = 5,28 - 4,75 = 0,53 \text{ мм}$$

$$\Delta h_3 = 4,75 - 4,32 = 0,43 \text{ мм}$$

$$\Delta h_4 = 4,32 - 3,97 = 0,35 \text{ мм}$$

2.4.1.6. Визначаємо відносний обтиск по проходах

$$\varepsilon_{hi} = \frac{\Delta h}{h_i} \cdot 100\% \quad (3.6)$$

$$\varepsilon_{h1} = \frac{0,72}{6} \cdot 100\% = 12 \%$$

$$\varepsilon_{h2} = \frac{0,53}{5,28} \cdot 100\% = 10,03 \%$$

$$\varepsilon_{h3} = \frac{0,43}{4,75} \cdot 100\% = 9,05 \%$$

$$\varepsilon_{h4} = \frac{0,35}{4,32} \cdot 100\% = 8,10 \%$$

2.4.1.7. Визначаємо сумарний відносний обтиск

$$\Sigma \varepsilon_{hi} = \frac{h_0 - h_i}{h_i} \cdot 100\% \quad (3.7)$$

$$\Sigma \varepsilon_{h1} = \frac{6 - 5,28}{6} \cdot 100\% = 12 \%$$

$$\Sigma \varepsilon_{h2} = \frac{6 - 4,75}{6} \cdot 100\% = 20,83 \%$$

$$\Sigma \varepsilon_{h1} = \frac{6 - 4,32}{6} \cdot 100\% = 28 \%$$

$$\Sigma \varepsilon_{h1} = \frac{6 - 3,97}{6} \cdot 100\% = 33,83 \%$$

2.4.1.8. Визначаємо площу поперечного перерізу листів по проходах

$$F = h_0 \cdot b_1 \quad (3.8)$$

$$F_1 = 6 \cdot 1200 = 7200 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = 5,76 \cdot 1200 = 6912 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = 5,58 \cdot 1200 = 6696 \text{ мм}^2$$

$$F_4 = 5,46 \cdot 1200 = 6552 \text{ мм}^2$$

2.4.1.9. Визначаємо швидкість прокатки по проходах

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \quad (3.9)$$

Де n – кількість обертів валків

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,57 \cdot 30}{60} = 0,89 \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 0,57 \cdot 35}{60} = 1,04 \text{ м/с}$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 0,57 \cdot 35}{60} = 1,04 \text{ м/с}$$

$$V_4 = \frac{3,14 \cdot 0,57 \cdot 40}{60} = 1,19 \text{ м/с}$$

2.4.1.10. Складаємо підсумкову таблицю

Таблиця 3.1 - підсумки розрахунку режимів обтисків

№	h ₀ , мм	h _k , мм	Δh, мм	ε _h , %	Σε _h , %	F, мм ²	V м/с
---	---------------------	---------------------	--------	--------------------	---------------------	--------------------	-------

1	6	5,28	0,72	12	12	7200	0,89
2	5,28	4,75	0,53	10,03	20,83	6336	1,04
3	4,75	4,32	0,43	9,05	28	5688	1,04
4	4,32	3,97	0,35	8,10	33,83	5184	1,19

2.4.2. Розрахунок зусилля прокатки

Розрахунок зусиль прокатки ведемо за методом М. Стоуна [1]

$$P = p \cdot F, \quad (3.10)$$

Де p – тиск при контакті

F – площа поверхні що контактує

$$F = b \cdot l_c, \quad (3.11)$$

Де b – ширина смуги

l_c – довжина осередку деформації з урахуванням сплюснення валків

2.4.2.1 Визначаємо довжину контактної поверхні

$$L_i = \sqrt{R \cdot \Delta h_i} \quad (3.12)$$

$$l_1 = \sqrt{280 \cdot 0,72} = 14,19 \text{ мм}$$

$$l_2 = \sqrt{280 \cdot 0,53} = 12,18 \text{ мм}$$

$$l_3 = \sqrt{280 \cdot 0,43} = 10,97 \text{ мм}$$

$$l_4 = \sqrt{280 \cdot 0,35} = 9,89 \text{ мм}$$

2.4.2.2 Визначаємо відношення довжини контактної поверхні до середньої товщини контактної поверхні

$$\frac{l}{h_{cp}} = \frac{2 \cdot li}{h_0 + h_i} = \frac{2 \cdot 14,19}{6+5,28} = 2,51 \quad (3.13)$$

$$\frac{l}{h_{cp}} = \frac{2 \cdot li}{h_0 + h_i} = \frac{2 \cdot 12,18}{5,28+4,75} = 2,42$$

$$\frac{l}{h_{cp}} = \frac{2 \cdot li}{h_0 + h_i} = \frac{2 \cdot 10,97}{4,75+4,32} = 2,41$$

$$\frac{l}{h_{cp}} = \frac{2 \cdot li}{h_0 + h_i} = \frac{2 \cdot 9,89}{4,32+3,97} = 2,38$$

2.4.2.3. Визначаємо коефіцієнт тертя при сталому процесі прокатки

$$f_{yi} = k_{ni} \cdot k_{fi} \left(0,07 - \frac{0,1 \cdot V_i^2}{2(1+V_i) + 3 V_i^2} \right), \quad (3.14)$$

де k_{fi} – ко-ф., що враховує вплив емульсії, концентрацією 2 - 4%

k_{fi} приймаємо 1

k_{ni} – ко-ф, враховуючий стан поверхні валків

k_{ni} приймаємо 1

$$f_{y1} = 1 \cdot 1 \left(0,07 - \frac{0,1 \cdot 0,89^2}{2(1+0,89) + 3 \cdot 0,89^2} \right) = 0,057$$

$$f_{y2} = 1 \cdot 1 \left(0,07 - \frac{0,1 \cdot 1,04^2}{2(1+1,04) + 3 \cdot 1,04^2} \right) = 0,055$$

$$f_{y1} = 1 \cdot 1 \left(0,07 - \frac{0,1 \cdot 1,04^2}{2(1+1,04) + 3 \cdot 1,04^2} \right) = 0,055$$

$$f_{y1} = 1 \cdot 1 \left(0,07 - \frac{0,1 \cdot 1,19^2}{2(1+1,19) + 3 \cdot 1,19^2} \right) = 0,053$$

2.4.2.4. Визначаємо першу номографічну величину

$$\delta_i = \left(\frac{f_{yi} \cdot li}{h_{ci}} \right)^2 \quad (3.15)$$

$$\delta_1 = \left(\frac{0,057 \cdot 14,19 \cdot 2}{6+5,28} \right)^2 = 0,020$$

$$\delta_2 = \left(\frac{0,055 \cdot 12,18 \cdot 2}{5,28+4,75} \right)^2 = 0,019$$

$$\delta_1 = \left(\frac{0,055 \cdot 10,97 \cdot 2}{4,75 + 4,32} \right)^2 = 0,017$$

$$\delta_1 = \left(\frac{0,053 \cdot 9,89 \cdot 2}{4,32 + 3,97} \right)^2 = 0,015$$

За графіком визначаємо границі текучості

$$R_{r0} = 400 \text{ МН/М}^2$$

$$R_{r1} = 680 \text{ МН/М}^2$$

$$R_{r2} = 870 \text{ МН/М}^2$$

$$R_{r3} = 920 \text{ МН/М}^2$$

$$R_{r4} = 980 \text{ МН/М}^2$$

2.4.2.5. Визначаємо другу номографічну величину

$$2 \cdot \frac{R}{93000} \cdot \frac{fy_i}{h_{ci}} \cdot (1,15 \cdot \sigma_{ti}) \quad (3.16)$$

$$2 \cdot \frac{280}{93000} \cdot \frac{0,057 \cdot 2}{6 + 5,28} \cdot (1,15 \cdot 680) = 0,047$$

$$2 \cdot \frac{280}{93000} \cdot \frac{0,055 \cdot 2}{5,28 + 4,75} \cdot (1,15 \cdot 870) = 0,066$$

$$2 \cdot \frac{280}{93000} \cdot \frac{0,055 \cdot 2}{4,75 + 4,32} \cdot (1,15 \cdot 920) = 0,077$$

$$2 \cdot \frac{280}{93000} \cdot \frac{0,053 \cdot 2}{4,32 + 3,97} \cdot (1,15 \cdot 980) = 0,086$$

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

$$X_1 = 0,13$$

$$X_2 = 0,17$$

$$X_3 = 0,19$$

$$X_4 = 0,20$$

2.4.2.7. Згідно отриманих значень X знаходимо коефіцієнт, який враховує впливи зовнішнього тертя

$$n'\delta_1 = 1,068$$

$$n'\delta_2 = 1,089$$

$$n'\delta_1 = 1,100$$

$$n'\delta_1 = 1,106$$

2.4.2.8 Визначаємо довжину осередку деформації з урахуванням сплющування валків

$$lc_1 = \frac{x_i \cdot h_{ci}}{f_{yi}} \quad (3.17)$$

$$lc_1 = \frac{0,13 \cdot (6 + 5,28)}{0,057} = 25,72 \text{ мм}$$

$$lc_2 = \frac{0,17 \cdot (5,28 + 4,75)}{0,055} = 31,00 \text{ мм}$$

$$lc_1 = \frac{0,19 \cdot (4,75 + 4,32)}{0,055} = 31,33 \text{ мм}$$

$$lc_1 = \frac{0,20 \cdot (4,32 + 3,97)}{0,053} = 31,28 \text{ мм}$$

2.4.2.9. Коефіцієнт, який враховує вплив зовнішніх зон

$n'' \delta_1 = 1$ - Коефіцієнт, який враховує вплив натягу

$$n''' \delta_1 = 1,$$

де k – опір деформації визначаємо за формулою

$$k = \frac{\sigma_{T1} + \sigma_{T2}}{2} \quad (3.18)$$

$$k_1 = \frac{400 + 680}{2} = 540 \text{ МН/м}^2$$

$$k_2 = \frac{680 + 870}{2} = 775 \text{ МН/м}^2$$

$$k_1 = \frac{870 + 920}{2} = 895 \text{ МН/м}^2$$

$$k_1 = \frac{920 + 980}{2} = 950 \text{ МН/м}^2$$

2.4.2.10. Визначаємо контактний тиск

$$p = k_I \cdot n_{bi} \cdot n'_{\delta i} \cdot n''_{\delta i} \cdot n'''_{\delta i} \delta_I \quad (3.19)$$

$$p_1 = 540 \cdot 1,15 \cdot 1,068 \cdot 1,0 = 663,22 \text{ МН/м}^2$$

$$p_2 = 775 \cdot 1,15 \cdot 1,089 \cdot 1,0 = 970,57 \text{ МН/м}^2$$

$$p_3 = 895 \cdot 1,15 \cdot 1,100 \cdot 1,0 = 1132,17 \text{ МН/м}^2$$

$$p_4 = 950 \cdot 1,15 \cdot 1,106 \cdot 1,0 = 1208,30 \text{ МН/м}^2$$

2.4.2.11. Визначаємо зусилля прокатки

$$P = p \cdot b \cdot l_c \quad (3.2)$$

$$P_1 = 663,22 \cdot 1,2 \cdot 25,72 = 20,46 \text{ МН/м}^2$$

$$P_2 = 970,57 \cdot 1,2 \cdot 31,00 = 36,10 \text{ МН/м}^2$$

$$P_3 = 1132,17 \cdot 1,2 \cdot 31,33 = 42,56 \text{ МН/м}^2$$

$$P_4 = 1208,30 \cdot 1,2 \cdot 31,28 = 45,35 \text{ МН/м}^2$$

2.4.2.12. Результати розрахунку заносимо в таблицю.

3.2. - таблиця підсумків розрахунку зусилля прокатки:

N	n'_{σ}	l	l_c	K, МН/м ²	p, МН/м ²	P, МН/м ²
1	1,068	14,19	25,72	540	663,22	20,46
2	1,089	12,18	31,00	775	970,57	36,10
3	1,100	10,97	31,33	895	1132,17	42,56
4	1,106	9,89	31,28	950	1208,30	45,35

2.4.3. Розрахунок тихохідного нажимного механізму чотирьохвалкового стану

2800 для холодного прокату смуги.

дано:

Різьба нажимного гвинта УП - 560x12мм

зовнішній діаметр - 560мм

внутрішній діаметр - 545мм

$$\alpha=0^{\circ}24'$$

максимальне зусилля на один нажимний гвинт $Y=43,35\text{МН}$.

2.4.3.1 Момент на нажимний гвинт при обертанні його в момент прокату(піджаття валків)

$$\mu=0.1 \quad \varphi=5^{\circ}43'$$

$$M_B = 43,35 \left[\frac{0,535}{3} 0,1 + \frac{0,552}{2} tg(0^{\circ}24' + 5^{\circ}43') \right] = 43,35(0,018 + 0,276 * 0,106) = 2,04 \text{ МН * м}$$

2.4.3.2 Статичний момент обертання двох нижимних гвинтів , підведених до валу електродвигунів ; передаточне число двох глобоїдних черв'ячних пар між електродвигуном і нажимним гвинтом $i=25,5*44=1122$; КПД редукторів $\eta=0.7*0.72=0.5$

$$M_{ст} = \frac{2M_B}{i\eta} = \frac{2*2040}{1122*0,5} = 7,27 \text{ кН * м}$$

2.4.3.3 Для привода нажимних гвинтів встановлені два електродвигуна сумарною потужністю $2*115=230\text{кВт}$ при 500об/хв ; номінальний момент електродвигунів :

$$M_H = 9,56 \frac{N_H}{n_H} = 9,56 \frac{2*115}{500} = 4,4 \text{ кН * м}$$

2.4.3.4 Пружна деформація нажимного гвинта :

$$f_B = \frac{Yh}{FE} = \frac{4Yh}{\pi d_1^2 E};$$

h – найбільша деформуюча довжина гвинта від під'ятника до нажимної гайки;

$$h=600\text{мм} \quad E=2.15*10^5\text{МПа}$$

$$f_B = \frac{4*43,35*10^6*600}{\pi*545^2*2,15*10^5} = 0,51 \text{ мм}$$

2.4.3.5 Пружна деформація нажимної гайки: висота гайки $H=760\text{мм}$, зовнішній діаметр $D=860\text{мм}$, матеріал - бронза ЛАЖМц 60–6–3–2, $E=1*10^5\text{МПа}$

$$f_{\Gamma} = \frac{4YH}{\pi(D_H^2 - d^2)*E} = \frac{4*43,35*10^6*760}{\pi*(860^2 - 560^2)*1*10^5} = 0,98$$

2.4.3.6 Сумарна пружна деформація системи нажимний гвинт-гайка:

$$f_{в.г} = k(f_{в} + f_{г}) = 1,1 * (0,51 + 0,98) = 1,63 \text{ мм}$$

2.4.3.7 Перевірка міцності зубчатого зчеплення глобоїдної пари привода нажимного гвинта. Момент на черв'ячному колесі, рівний моменту на нажимному гвинті $M_k = M_b = 8304,4 \text{ кН} \cdot \text{м}$, міжвісьова відстань $A = 1000 \text{ мм}$, червяк глобоїдний однозахідний $z_{ч} = 1$; червячне колесо $z_k = 44$; передаточне число $i = 44$; модуль $m = 36,5 \text{ мм}$; число модулів в поділяймому діаметрі червяка $q = 11$; профільний кут впадин червяка $\alpha = 23^\circ$; кут підйому витка червяка $\lambda = 5^\circ 17' 32''$; ширина колеса $b = 320 \text{ мм}$; подільний діаметр червяка $d_{ч} = 394 \text{ мм}$ $k = 1,4$ – коефіцієнт різнотовщинності зубів колеса. Напруга згину основи зубів колеса:

$$\sigma_k = \frac{1,8 M_k \cos \lambda}{z_k m^2 b \left(\frac{k}{1+k} + 0,6 \tan \alpha \right)^2};$$

$$\sigma_k = \frac{1,8 * 2040 * 10^6 * 0,996}{44 * 36,5^2 * 320 \left(\frac{1,4}{2,4} + 0,6 * 0,42 \right)^2} = 279 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 279 \text{ МПа}$$

Напруга здвигу в поверхневому слої зубів червячного колеса при коефіцієнті перекриття зубів $\epsilon = 1,9$

$$\tau_k = 57 \sqrt{\frac{M_k \left(i + \frac{q}{z_{ч}} \right)^3 \sin \lambda}{A i^2 \epsilon \sin 2\alpha}};$$

$$\tau_k = 57 \sqrt{\frac{2040 * 10^6 (44 + 11)^3 * 0,092}{1000^3 * 44^2 * 1,9 * 0,72}} = 57 * 2,14 = 195 \text{ Н/мм}^2 = 195 \text{ МПа}$$

2.4.3.8 Розрахунок на міцність вала глобоїдного червяка. Момент що передає червяк:

$$M_{ч} = \frac{M_k}{i\eta} = \frac{2040}{44 * 0,72} = 64 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

окружне зусилля на червяку:

$$P_{ч} = \frac{2M_{ч}}{d_{ч}} = \frac{2 * 64}{0,394} = 324 \text{ кН}$$

вісьове зусилля на червяку, що дорівнює окружній силі на червячному колесі що має $d_k = 1606 \text{ мм}$:

$$A_{ч} = \frac{2M_k}{d_k} = \frac{2 * 2040}{1,606} = 2540 \text{ кН}$$

радіальне зусилля розсувних червяк і колесо:

$$R_{ч} = A_{ч} \tan \alpha = 2540 * 0,42 = 1066 \text{ кН}$$

згинаючий момент від сили $P_{ч}$ у площині його дії при відстані між опорами червяка $l = 1270 \text{ мм}$:

$$M_1 = P_{ч} \frac{l}{4} = 324 * \frac{1,27}{4} = 102 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

згинаючий момент від сил $A_{ч}$ і $R_{ч}$ у середній площині:

$$M_2 = \frac{R l}{4} + \frac{A d}{4} = \frac{1066 \cdot 1,27}{4} + \frac{2540 \cdot 0,394}{4} = 338 + 250 = 588 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Результативний згинаючий момент посередині червяка:

$$M_{\text{зг}} = \sqrt{102^2 + 588^2} = 596 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Нормальна напруга у січенні посередині червяка при $d_{\text{вн}} = 340 \text{ мм}$:

$$\sigma = \frac{596 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 340^3} = 151 \text{ Н/мм}^2 = 151 \text{ Мпа}$$

запас міцності на згин при $\sigma_r = 600 \text{ МПа}$

$$n_\sigma = \frac{600}{151} = 3,9$$

напруга кручення у цьому ж січенні :

$$\tau = \frac{M_{\text{ч}}}{0,2 d_{\text{вн}}^3} = \frac{64 \cdot 10^6}{0,2 \cdot 340^3} = 8,1 \text{ Н/мм}^2 = 8,1 \text{ Мпа}$$

запас міцності по крученню $[t] = 300 \text{ МПа}$

$$n_\tau = \frac{300}{8,1} = 37$$

приведений запас міцності в цьому січенні

$$n = n_\sigma n_\tau / \sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2} \approx 10$$

напруга кручення на ведучому кінці червяка, що має $d = 200 \text{ мм}$ і послабленим шпоночним пазом (коефіцієнт концентрації напруг дорівнює 2)

$$\tau = k_\tau \frac{M_{\text{ч}}}{0,2 d^3} = 2 \frac{64 \cdot 10^6}{0,2 \cdot 200^3} = 16,3 \text{ Н/мм}^2 = 23,7 \text{ Мпа}$$

МЕХАНІЧНА ЧАТИНА

3.3. Розрахунок валків на міцність

3.3.1 Визначаємо момент прокатки

$$M_{\text{пр}} = P * a \quad (3.21)$$

$$a = \varphi \sqrt{R\Delta h} \quad (3.22)$$

де φ – коефіцієнт, який показує яку частину від довжини осередку деформації складає плече прикладання сил

$$M_{\text{пр}} = P \varphi \sqrt{R\Delta h} = 45,35 \cdot 0,35 \sqrt{280 \cdot 0,72} = 0,22 \text{ МН}\cdot\text{м}$$

3.3.2 Визначаємо момент тертя

$$M_{\text{тр1}} = p \cdot d_{\text{оп}} \cdot f_n \cdot \frac{D_p}{D_{\text{оп}}} \quad (3.23)$$

де $d_{\text{оп}}$ - діаметр шийки опорного валка

f_n – коефіцієнт тертя в підшипниках опорних валків, $n = 0,004$

$$M_{\text{тр1}} = 45,35 \cdot 1,05 \cdot 0,004 \cdot \frac{0,57}{1,6} = 0,067 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

3.3.3. Визначаємо крутний момент

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{пр}} + M_{\text{тр}} \quad (3.24)$$

$$M_{\text{кр}} = 0,22 + 0,067 = 0,287 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

3.3.4. Визначаємо розподілення зусилля між робочими та опорними валками за формулами

$$\left(\frac{D_{\text{оп}}}{D_p} \right)^4 = \left(\frac{1,6}{0,57} \right)^4 = 62,08$$

$$P_p = \frac{P_{\text{max}}}{1 + \left(\frac{D_{\text{оп}}}{D_p} \right)^4} = \frac{45,35}{1 + 62,08} = 0,71 \text{ МН}$$

$$P_{\text{оп}} = P - P_p = 45,35 - 0,71 = 44,64 \text{ МН}$$

Таким чином робочий валок сприймає тільки $\frac{0,71}{45,35} \cdot 100\% = 1,56\%$ від спільного тиску на валки при прокатці

3.3.5. Визначаємо максимальний вигинаючий момент в середині бочки опорного валка

$$M_{\text{виг.оп.}} = \frac{P_{\text{оп}}}{4} \left(a' - \frac{b}{2} \right) = \frac{44,64}{4} \left(3,8 - \frac{1,12}{2} \right) = 36,15 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

$$a' = l_6 + \frac{l_M}{2} + \frac{l_M}{2} = 2800 + \frac{1100}{2} + \frac{1100}{2} = 3,8 \text{ м}$$

де a' – відстань між опорами валків

3.3.6. Визначаємо максимальний вигинаючий момент в середині бочки робочого валка

$$M_{\text{виг.р.}} = \frac{P_p}{4} \left(a' - \frac{b}{2} \right) \quad (3.25)$$

де P_p – тиск метала, який сприймають робочі валки;

$$a' = l_{\text{б}} + \frac{l_{\text{ш}}}{2} + \frac{l_{\text{ш}}}{2} = 2800 + \frac{525}{2} + \frac{525}{2} = 3,32 \text{ м}$$

$$M_{\text{виг.р.}} = \frac{0,71}{4} \cdot \left(3,32 - \frac{1,12}{2} \right) = 0,48 \text{ МН} \cdot \text{м}$$

3.3.7. Визначаємо напругу вигину в бочці опорного валка

$$\delta_{\text{б.оп.}} = \frac{M_{\text{виг.оп.}}}{0,1 \cdot D^3} = \frac{36,15}{0,1 \cdot 1,6^3} = 88,25 \text{ МПа}$$

3.3.8. Визначаємо напругу вигину в бочці робочого валка

$$\delta_{\text{б.р.}} = \frac{M_{\text{виг.р.}}}{0,1 \cdot D^3} = \frac{0,48}{0,018} = 26,6 \text{ МПа}$$

3.3.9. Визначаємо напругу вигину в шийці опорного валка

$$\delta_{\text{ш.оп.}} = \frac{P_{\text{оп.}} \cdot l_m}{0,4 \cdot d^3} = \frac{44,64 \cdot 1,1}{0,4 \cdot 0,953^3} = 141,83 \text{ МПа}$$

3.3.10. Визначаємо напругу вигину в шийці робочого валка

$$\delta_{\text{ш.р.}} = \frac{P_p \cdot l_m}{0,4 \cdot d^3} = \frac{0,71 \cdot 0,525}{0,4 \cdot 0,3^3} = 34,51 \text{ МПа}$$

3.3.11. Визначаємо напругу обертання в шийці робочого валка

$$\tau_{\text{ш.роб.}} = \frac{M_{\text{кр.ш.}}}{0,2 \cdot d^3} = \frac{0,287}{0,2 \cdot 0,3^3} = 53,14 \text{ МПа}$$

3.3.12. Визначаємо результуючу напругу в небезпечному перетині робочого валка

$$\sigma_{\text{рез}} = \sqrt{\delta^2 + 3\tau^2} = \sqrt{34,51^2 + 3 \cdot 53,14^2} = 98,29 \text{ МПа}$$

3.3.13. Визначаємо запас міцності в шийці робочого валка

$$n = \frac{\delta_{\text{в}}}{\delta_{\text{рез}}} = \frac{670}{98,29} = 6,81$$

3.3.14. Запас міцності опорного валка

$$n = \frac{670}{141,83} = 4,72$$

3.4. Розрахунок продуктивності стану

3.4.1 Визначаємо початкову довжину листів у пачці

$$L_0 = \frac{G}{h_0 \cdot b_0 \cdot \rho} = \frac{7}{6 \cdot 1120 \cdot 7,85} = 123,84 \text{ м}$$

Приймаємо вагу згідно технологічного процесу 7 т.

3.4.2 Визначаємо машинний час прокатки

$$t_{\text{м}} = \frac{l}{V} \quad (3.26)$$

3.4.3 Визначаємо загальну довжину листів по проходах

$$l = \frac{L_0}{\eta_{\text{зар}}} \quad (3.27)$$

$$L_1 = \frac{123,84}{0,88} = 140,72 \text{ м}$$

$$L2 = \frac{140,72}{0,9} = 156,35 \text{ м}$$

$$L3 = \frac{156,35}{0,91} = 171,81 \text{ м}$$

$$L4 = \frac{171,81}{0,92} = 186,75 \text{ м}$$

3.4.4 Визначаємо машинний час прокатки

$$t_{\text{m1}} = \frac{L_1}{V_1} = \frac{140,72}{0,89} = 158,11 \text{ с}$$

$$t_{m2} = \frac{L}{V_2} = \frac{156,35}{1,04} = 150,33 \text{ с}$$

$$t_{m3} = \frac{L_3}{V_3} = \frac{171,81}{1,04} = 165,20 \text{ с}$$

$$t_{m4} = \frac{L_4}{V_4} = \frac{186,75}{1,19} = 156,93 \text{ с}$$

$$\Sigma t_m = t_{m1} + t_{m2} + t_{m3} + t_{m4} = 158,11 + 150,33 + 165,20 + 156,93 = 630,57 \text{ с}$$

3.4.5. Розподіляємо час пауз по проходах

Час опускання стола:

$$t_{\Pi} = 15 \text{ с}$$

Час підводу пачки до підйомного стола:

$$t_{\Pi} = 10 \text{ с}$$

Час підйому пачки до розкладача:

$$t_{\Pi} = 10 \text{ с}$$

$$\Sigma t_{\Pi} = 10 + 10 + 15 = 35 \text{ с}$$

3.4.6. Визначаємо темп прокатки

$$T = \Sigma t_m + \Sigma t_{\Pi} = 630,57 + 35 = 665,57 \text{ с}$$

3.4.7. Визначаємо годинну продуктивність стана

$$A = \frac{3600 \cdot G}{T \cdot K_1} \cdot K_2 = \frac{3600 \cdot 7}{665,57 \cdot 1,042} \cdot 0,82 = \frac{25200}{693,52} \cdot 0,82 = 29,79 \text{ т/г}$$

де - K_2 – коефіцієнт використання обладнання

K_1 – витратний коефіцієнт

3.4.8. Визначаємо середньогодинну продуктивність стана

$$A_{\text{ср}} = \frac{1}{\frac{j_1}{A_1} + \frac{j_2}{A_2} + \frac{j_3}{A_3} + \frac{j_4}{A_4}}$$

де – $j_1, j_2 \dots j_n$ – кількість в сортаменті першого, другого і т.д. профілів або марок сталі, що прокочуються на стані, %

$A_{ст^1}, A_{ст^2}, \dots, A_{ст^n}$ – продуктивність стану по придатному при прокатці відповідних профілів або марок сталі, т/г;

Таблиця 3.3. - середня продуктивність на протязі години

№	Марка сталі	Обсяг виробництва $j, \%$	Продуктивність $A, \text{т/г}$
1	65Г	35	18,5
2	30ХГСА	10	9,5
3	ЗПС	50	40,1
4	7ХНМФБ	5	29,79

$$A_{\text{ср}} = \frac{1}{\frac{j_1}{A_1} + \frac{j_2}{A_2} + \frac{j_3}{A_3} + \frac{j_4}{A_4}} = \frac{1}{\frac{0,35}{18,5} + \frac{0,10}{9,5} + \frac{0,50}{40,1} + \frac{0,05}{29,79}} = 22,93 \text{ т/г}$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових соціально – економічних, організаційно-технічних, санітарно – гігієнічних і лікувально – профілактичних заходів і засобів, направлених на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Основними нормативно - правовими актами з охорони праці є :

- Закон " Про охорону праці "
- КЗоТ

- Підзаконні нормативно – акти права (правила, інструкції, а також інші НПА ОП)

Законодавство України про охорону праці базується на основах нормативно-правових актів, які відповідають Конституції України. Правила охорони праці підприємств металургійного комплексу (НПА ОТ 27.1 – 1 – 04 – 09) гарантують право громадян України на працю, відпочинок, охорону здоров'я, медичну допомогу й страхування. Державна політика в галузі охорони праці закріплена законом України "Про охорону праці " (стаття 4) і базується на пріоритеті життя й здоров'я працівників відповідно до виробничої діяльності підприємства, повній відповідальності власника для створення безпечного і нешкідливого ведення роботи. "Проектування виробничих об'єктів, розробка нових технологій, засобів виробництва, засобів індивідуального й колективного захисту працівників, повинні створюватись з урахуванням вимог до охорони праці" (стаття 154). У відповідності зі Статтею 155 "Жодне підприємство, цех, ділянка виробництва не повинні бути прийняті й затверджені в експлуатацію, якщо на них не створені безпечні і нешкідливі умови праці". Із впровадженням нових досягнень науки і техніки виробничий травматизм постійно знижується. У результаті широкої автоматизації і механізації ліквідована більшість небезпечних і важких професій, значно знизився ризик захворювання на виробництві. Проте підвищення технічного розвитку металургійних підприємств, застосування нових хімічних матеріалів, конструкцій і процесів збільшення потужностей і швидкостей машин впливають на характер і частоту нещасних випадків і захворювань на виробництві. Підвищена продуктивність роботи знизили витрати м'язової енергій, але підвищили нервово-психічне навантаження на оператора стана.

У даному розділі дипломного проекту розглянуті основні шкідливі і небезпечні фактори на стані 2800, розроблені заходи щодо їхнього зниження, узагальнені питання пожежної профілактики.

4.1. Технічні рішення щодо безпечної експлуатації стану

На ділянках стану основними потенційно небезпечними виробничими факторами є: шум, вібрація, електричний струм, статична електрика, уламки металу й окалини, що відлітають, пересування електромостових кранів і транспортних візків, частини механізмів здійснюючих оберти клітей, пересування смуги й листків по лінії стану, пересування рулонів по конвеєрах. Крім цього, необхідно передбачити міри безпеки при експлуатації і ремонтах основного і допоміжного устаткування - прокатного стану, агрегатів різного призначення.

У виробничому процесі на ділянці стану холодної прокатки 2800 для безпеки обслуговуючого персоналу необхідно впровадити наступні заходи:

- прибрати змогу людині дістатися до небезпечної зони за умови встановлення огорожень, кожухів, захисних блокувань окремих вузлів устаткування. Зменшення небезпеки поразки працюючих електричним струмом досягається суворим виконанням "Правил влатування електричних установок" (ПУЕ-2009), "Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів" (ПТЄеС) і "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів" (ПБЄеС).

- недоступним розташуванням відкритих струмопровідних частин;
- ізоляцією струмопровідних частин, розташованих у робочій зоні, тобто на висоті до двох метрів від рівня підлоги;
- заземлінним устаткуванням;
- для місцевого штучного освітлення використовувати знижену напругу змінного струму до 36 В;
- систематичний контроль опору ізоляції струмопровідних частин працівниками енергослужби (не рідше 2-х раз у рік).

Зменшити небезпеку при роботах з підйомно-транспортними механізмами передбачено за рахунок строгого виконання вимог "Правил будови й безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів", основні з яких наступні:

- оснащення підіймально-транспортних механізмів засобами безпеки тезнічного плану;
- проведення регламентованих технічних оглядів устаткування;
- на підіймально-транспортних механізмах і під ними мають працювати робочі, що пройшли спеціальне навчання, а також виключати можливість: ведення процесу при відсутності, або несправності кінцевих вимикачів, огорожень робочих зон; включення стану при перебуванні працюючих у небезпечній зоні біля стану. Щоб уникнути травмування, необхідно виключити всі роботи з ручним задаванням чи іншими операціями на стані.

Перед пуском стану вальцювальник повинний переконатися у відсутності людей у небезпечній зоні біля стану, перевірити не залишилися на стані сторонні предмети. Біля стану не повинно бути невикористаного підкату, деталей стану. Проходи повинні бути вільні, підлога суха й чиста, вкрита гофрованими металевими плитами. Необхідно перевіряти контур заземління обладнання, електродвигунів й апаратури.

Перед включенням високочастотної установки варто перевірити: справність захисного кожуха індуктора і його заземління.

Травмонебезпечними є операції по укладанню й перевезенню валків на візку; останні повинні завантажуватися не вище бортів. При укладанні й знятті валків працюючий повинний стояти збоку візка.

Оскільки в ЦХП, біля території стана 2800 розміщені термічні печі, до яких під'єднаний газопровід, для запобігання виникнення пожежі, газорятувальні служби повинні здійснювати постійний контроль за станом і герметичністю газопроводів, газових засувок. На всіх нагрівальних пристроях встановлені клапани безпеки, що перекривають доступ газу до колекторів у випадку аварійної ситуації (відключення приточного вентилятора, падіння тиску в газовій магістралі і спрацювання світлової та звукової сигналізації).

4.2. Технічні рішення з санітарії та гігієни праці на ділянці

Виробнича санітарія – це система організаційних, гігієнічних і санітарно-технічних заходів і засобів, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів.

Виробнича санітарія базується на нормативних актах права – СанНіП та СНиП

Важливе значення в охороні праці й життєдіяльності людини є попередження захворювань від пилу. На ділянці повинний проводитися систематичний контроль над станом складу повітря.

4.2.1. Мікрокліматичні умови

Метеоумови в робочій зоні приміщення визначаються СанНіП № 4086-86 " Санитарные нормы микроклимата производственных помещений".

Відповідно до них відносна вологість повітря приймається в межах 35-60 відсотків при температурі 18-20°C; рух повітря повинен складати 0,1-0,2 м/с. Температура повітря в цеху повинна бути не більше ніж на 5°C вище температури зовнішнього повітря і не повинна перевищувати 28° по цельсію. У не теплий час вологість не мусить перевищувати - 75%, а в літнє - 60%. У зимовий період часу швидкість руху повітря не повинна перевищувати 0,2-0,3 м/с, влітку 0,3-1 м/с. За даними карти умов праці в зимовий період ці параметри складають:

- швидкість пересування повітря 0.88м/с;
- температура повітря 9°C;
- відносна вологість повітря 42%

Для забезпечення нормальних метеоумов в літній період у робочій зоні приміщення здійснюються наступні заходи:

- зменшують виділення тепла користуючись провітрюванням цеха;
- приведення в дію місцевої витяжних вентиляційних агрегатів;

- провітрювання повітря місць де відбувається робочий процес.

Для запобігання випадкам отруєння газом щодоби відбираються проби повітря. В аварійних ситуаціях, або при проведенні аварійних робіт у зоні термічних печей є шафа з кисневоізолюючими протигазами. Цей запас замінюється раз у 10 днів.

Це вимагає устаткувати на стані холодної прокатки 2800 місцевої витяжної, вентиляції. Технічні засоби безпеки на стані холодної прокатки повинні забезпечити захист працюючих від підвищеного рівня шуму (екрани, шумозахисні кабіни пультів керування).

4.2.2. Склад повітря робочої зони

у відділі цеху холодної прокатки на ділянці стана 2800 інгредієнти повітря зони де відбувається робота вміщає: кремній діоксид; фіброгенної дії.

Основним методом захисту від шкідливих виділень служить пристрій витяжної і приточної вентиляції. У прольоті цеху для видалення газів, пилю і пару передбачена природна витяжна вентиляція з верхньої зони. З верхньої зони приміщення у робочу зону стану, а також у приміщення підвалів з мастилом подають повітря за допомогою механічної і природної вентиляції.

4.2.3. Виробниче освітлення

Незадовільне освітлення робочого місця служить причиною травматизму, негативно впливає на зір працівників і знижує продуктивність праці. Для усунення цього пропонується забезпечити хорошу освітленість цеху і робочих місць, як в денний час, так і в нічні і вечірні години.

Природне освітлення цеху забезпечується через вікна в стінах і світлові ліхтарі в даху будівлі.

Штучне освітлення в цеху здійснюється газорозрядними лампами типу ДРЛ - дугові ртутні. У цеху застосовують загальне освітлення. Освітленість в цеху не менше 200 лк, що є нормою.

Крім робочого освітлення в цеху встановлено аварійне освітлення, яке призначене для безперебійного обслуговування стану і устаткування у випадку відмови дії робочого освітлення, а також для безперешкодного виходу назовні у випадку аварії.

У цеху застосовуються світильники прямого світла, підвішені на значній висоті. Для раціонального розподілу світлового потоку ламп застосовується освітлювальна арматура. Контроль за станом освітленості проводять за допомогою приборів - люксометрів.

4.2.4. Виробничий шум

Надмірний шум шкідливий вплив для працюючих, спричиняє травматизм і знижує продуктивність праці.

Робота в умовах підвищеного шуму в перебігу всього дня викликає стомлення слухових органів. Тривала дія шуму, що перевищує допустимі норми, приводить до втрати слуху.

Вухо людини сприймає звуки з частотою від 16-20 до 20000 Герц. Коливання з частотою більше 20000 Герц називаються ультразвуковими.

Для попередження дії ультразвуку на працівників пропонується звукоізолювати устаткування: влаштувати звукоізолюючі кабінки з оглядовими вікнами. Крім цього, кабінки обладнані системою кондиціонування повітря. Необхідно використовувати засоби індивідуального захисту анти-фони і рукавички спеціальні комбіновані з бавовняної тканини або гуми. Для захисту органів слуху від підвищених рівнів шуму застосовують "Беруши".

4.2.5. вібрації на виробництві

Вібрації – коливання тіл з частотою менше 20 – 16 Гц. Тривала дія вібрацій великої частоти викликає вібраційну хворобу, що вражає нервово-м'язову і серцево-судинну системи людини, і ведучу до пошкодження суглобів. При цьому може бути повна втрата працездатності.

Ослаблення вібрацій може бути досягнуто виконанням конструктивних і технологічних заходів:

- підтримкою рівноваги і балансуванням динаміки обертальних деталей та запчастин агрегатів і машин;
- усуненням недоліків, пошкоджень і люфтів конструкцій та запчастин;
- використанням динамічних гасителів, що мають частоту резонанса, яка збігається з частотою вібрацій, які необхідно усунути;
- установкою установок і агрегатів що вібрують під час роботи на самостійні ізолювані від вібрації фундаменти, із застосуванням пружної підвіски агрегатів і амортизаторів;
- застосуванням амортизації робочої території (сталевих пружин, ресор, прокладок з гуми, пробок);
- заміна виробничих процесів, що викликають шум вібрації, іншими менш галасливими процесами;
- застосуванням ізолюючих прокладок.

4.2.6. Виробничі випромінювання

Ряд виробничих процесів в чорній металургії супроводжується дією на працівників інфрачервоного, ультрафіолетового і іонізуючого випромінювання, а також теплового. На ділянці стану 2800 джерелом іонізуючого випромінювання є товщиномір.

Захист від іонізуючих випромінювань може здійснюватися шляхом застосування наступних принципів: використання джерел з мінімальним

випромінюванням шляхом переходу на менш активні джерела, зменшення кількості ізотопу; скорочення часів роботи з джерелом іонізуючого випромінювання; віддалення робочого місця від джерела іонізуючого випромінювання; екранування джерела іонізуючого випромінювання.

На ділянці стану 2800 джерелом теплового випромінювання є газові пальники. Також у прольоті стану знаходяться 25 печей для відпалу.

Заходи щодо боротьби з тепловим випромінюванням і надлишковим теплом зводяться до зменшення чи повного усунення випромінювання і створення необхідних умов віддачі тепла організмом. Нижче розглянуті деякі заходи щодо забезпечення встановлених норм кліматичних умов у прокатному цеху:

- нагрівні печі розташовують на таких відстанях, задля того щоб теплові хвилі від них не перехрещувалися;

- термічна ізоляція печей зменшує t^0 зовнішніх стін агрегатів до 45°C ;

- примінюється повний повітрообмін(аерація), а ще також повітряні душі, кондиціювання повітря на робочих місцях;

- з метою збереження здатності до функціонування організму при роботі в умовах підвищеного теплового виділення встановлений раціональний питний режим;

- вікна які мають печі, вони мають бути закриті футерованими спеціальними кришками, перетин отвору що випускає на 50 % більше перетини впускного;

- усі статичні робочі місця поряд печей обладнані локальною приточною вентиляцією, з попереднім охолодженням і зволоженням повітря в спекотний період;

- величезна увага приділяється формуванню сприятливого середовища і умов роботи машиністів мостових електрокранів, стіни і підлога кабіни кранів надійно ізолювані, у кабінах кранів установлені кондиціонери, вікна кабіни захищають склом з повітряними прошарками між шарами скла.

4.3. Протипожежна безпека

Правовою основою діяльності в області пожежної безпеки є Закон України “ Про пожежну безпеку ” . Згідно ДСТУ 2272-93 пожежна безпека об'єкту забезпечується системою запобігання пожежі, системою пожежного захисту і заходами організаційного характеру.

4.3.1. Технічні рішення системи запобігання пожежі

Пожежі в цеху можуть виникнути в результаті: загоряння електроустаткування при перевантаженнях, перегрівих і коротких замиканнях; загоряння пально-мастильних матеріалів при влученні в них іскор електричного або механічного походження, впливу тепла від нагрітих предметів, під впливом відкритого вогню; на нагрівальній ділянці можливі загоряння й вибух газоповітряних сумішей; самозаймання промасленого дрانتя дія статистичного розряду. Небезпека виникнення пожежі в цеху зменшена в проекті наступними розробленими заходами: оснащенням систем керування електроустаткуванням автоматами максимального струмового захисту та плавких запобіжників; обмеженням кількості матеріалів що мають змащувальні властивості і палива до потрібного мінімуму на добу (також інші ПММ зберігаються на складі, спеціально обладнаному в протипожежному відношенні); головні електродвигуни приводів оснащені системою замкнутої примусової вентиляції з очищенням повітря від щіткового пиляння та його охолодженням; трансформаторні кіоски винесені за межі приміщення; олійні льохи обладнані системою проточно-витяжної вентиляції, що видаляють пари олії й зменшують їх концентрацію в повітрі, електроустаткування й освітлення льохів має іскро-вибухобезпечне виконання, промаслене дрانتя після використання збираються в металеві ящики з герметичними кришками, а наприкінці зміни вивозиться з цеху й складається в спеціальному відведеному місці; статичний

заряд сходить до землі по мережі заземлення; імовірність поразки будинків блискавкою зменшена застосуванням спеціального захисту.

4.3.2. Технічні рішення системи протипожежного захисту

Для гасіння можливих пожеж у цеху передбачені первинні засоби пожежогасіння згідно “Норм первинних засобів пожежогасіння для підприємств й організацій металургії ” . Для гасіння пожеж водою використовується пожежний водопровід, об'єднаний з виробничим. На його мережі в приміщенні цеху встановлені пожежні крани із брезентовими рукавами й відводами; зовні будинку по його периметру в підземних колодязях розміщені пожежні гідранти. Для доступу на дах будинку використовуються пожежні дробини, укріплені на стінах.

Виробничий процес на ділянці стану 2800 по вибуховій, вибухо-пожежній і пожежній небезпеці згідно ДСТУ БВ 1-36:2016 належить до категорії “В”. Будинок цеху побудований з негорючих матеріалів (металоконструкцій, залізобетону) і згідно СніП 2.09. 02-85 має II ступінь вогнестійкості.

4.4. Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Захист атмосфер від шкідливих викидів прокатного виробництва

Близько 90 % всієї виплавленої сталі надходить на прокатку. Прокатка - це металева деформація, здавлення його валками які обертаються навколо своєї вісі. В порівнянні з іншими переділами чорної металургії в прокатному виробництві утворюється менше пилу і газів. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря в прокатному виробництві є нагрівальні печі, машини вогневої зачистки і травильні агрегати, а також стани гарячої прокатки, над якими утворюються пило викиди (2,0—18,0 г/т прокату), що містять окалину (оксиди заліза) та інші метали в залежності від

ступеня легування сталі та сплаву. Ці викиди надходять через аераційний ліхтар в атмосферу.

Викиди нагрівальних печей містять оксиди азоту. З машин вогневої зачистки з відсмоктуванням через їх укриття газом виноситься пил, який містить до 90% оксидів заліза.

Для очищення димових газів нагрівальних печей прокатних цехів від оксидів азоту передбачаються ванадієві Каталізатори, вбудовані в котли утилізатори. В даний час в основному при-змінюються високі димові труби, при цьому забезпечується приземна концентрація в межах ГДК.

Для очищення газів машин вогневої зачистки застосовуються скраббери Вентурі, електрофільтри.

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 для знешкодження викидів травильних агрегатів застосовується газоочисна система, що служить для адсорбції кислих компонентів лужними розчинами. Ця система складається з повного скрубера з евольвентними форсунками, крапле вловлювача, циркуляційного збірника, групи насосів-дозаторів і димососів. Швидкість газів в апараті 5 м/с, ступінь очищення від оксидів азоту складає не менш ніж 80 %, від кислот становить вище за 90 %.

Аналогічна установка застосовується для очищення газів гальванічних ванн від NO, NO₂, H₂SO₄, HCl, HF, H₂S, HCN, F, NH₃, NH₄OH, парів ртуті, хромового ангідриду. Використовуються фільтри з синтетичних волокнистих матеріалів, отриманих голкопробивним способом, а також іонообмінних смол у вигляді гранул.

Захист природних водойм від забруднення стічними водами прокатного виробництва

Утворюються в прокатному виробництві стічні води складають від 30 до 50 % загальної їх кількостей, утворюючихся на підприємстві з повним металургійним циклом (виробництво коксу, агломерату феросплавів. чавуну,

ступу, потиску) стічні води утворюються при охолодженні валків, їх шийок і підшипників, змиві і транспортирів окалини, а також при охолодженні пил, ножиць та інших допоміжних механізмів.) У трубопрокатному виробництві утворення стічних вод додатково пов'язане з гідравлічним випробуванням труб стічні води містять окалину, масло, емульсію, кислоти, токсичні речовини. Вода забруднюється окалиною при гідросбиві і гідрозмиві.

При хімічній і електрохімічній обробці металів (травленні, нанесенні покриттів і т.д.) утворюються стічні води, що містять хімічні забруднення. Обсяг 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/год і більше. У стічних водах містяться сполуки амонію, кислоти, метали, сірководень, кремній, сульфати, хлор, хлориди, сульфіді та ін.

Окалиноутримуючі стічні води в основному освітлюються. Цей процес йде в два етапи: спочатку стічні води проходять відстійники глибокого освітлення, у вторинних відстійниках відбувається більш тонка очистка. Крім відстійників, для очищення стічних вод використовують гідро циклони.

У прокатному виробництві на станах гарячої прокатки використовується система оборотного водопостачання. В даний час на сучасних підприємствах передбачається триступенева система очищення оборотної води. Перший ступінь включає яму для окалини, радіальні відстійники з камерами флокуляції (для укрупнення механічних домішок) і сітчасті фільтри. В якості другого ступеня очищення в системі передбачаються відстійники з вбудованими камерами хлопьеобразования гідро циклонного типу. На третьому ступені очищення (тонке очищення окалини і маслоретримуючих стічних вод) застосовуються спеціальні фільтри: антрацито-кварцові або з плаваючою пінополістирольним завантаженням.

У цехах холодної прокатки використовується система зворотного водопостачання з очищенням води від технологічних мастил, емульсій і механічних домішок. Необхідний ступінь очищення досягається поєднанням

послідовного очищення в горизонтальних відстійниках і в установці флоатації з подальшою доочисткою на фільтрах.

Спливаючі масла видаляються з поверхні відстійників спеціальними скребковими транспортерами.

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

При травленні металів різними кислотами утворюється велика кількість високо мінералізованих відпрацьованих травильних розчинів і промивних вод. Для отримання товарної продукції та використання очищених вод (після їх доочищення) в системах оборотного водопостачання застосовується реагентна обробка таких стоків. Для сірчано-кислотних відпрацьованих травильних розчинів застосовуються такі види, обробки: нейтралізація аміаком (продуктами нейтралізації є аміачна сіль сірчаної кислоти, тобто сульфат амонію і $\text{FeO}_2\text{-FeO}_3$, магнетит); вакуум-кристалічна обробка (продуктами нейтралізації є семиводний залізний купорос і матковий розчин сірчаної кислоти); вапнування (реагент – ізвесткове молоко) і комбінований метод (вакуум-кристалічний + вапнування). Аміачна селітра є мінеральним добривом магнетит знайшов широке застосування у виробництві лаків і електротехнічних виробів. Семиводний залізний купорос застосовуються в різних галузях промисловості; матковий розчин сірчаної кислоти нейтралізується вапном.

Як реагент для нейтралізації стічних вод, що містять кислоти, використовуються майже всі легуючі речовини і їх солі (вапняк, доломіт, мрамур, крейда, їдкий натр, їдке калі, вапно, магнезит, сода та 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 сірчано-кислотних відпрацьованих травильних розчинів, що містять солі заліза, нікелю, кобальту, хрому, молібдену та інших металів.

Регенерація відпрацьованих солянокислотних травильних розчинів викликає труднощі в силу того, що ці розчини містять значну кількість солей різних металів та 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 розпилувальної сушки, в якій солі і оксиди збираються в осад, а соляна кислота вловлюється у вигляді розчину концентрацією складників від 16 до 18 відсотків.

У разі, коли у відпрацьованих солянокислотних розчинах утримуються 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 іонообмінними смолами, солі іншого разом з розчином подаються в камеру розпилувальної сушки. Смола, що містить солі одного з металів, подається в десорбер, де після обробляється 30 % і 20 %-ним розчином сірчаної кислоти. З цього розчину метал витягується способом електролізаційним, а відновлена кислота сірчиста повертається в виробничий цикл.

Розроблено метод, що дозволяє відпрацьовані солянокислотні травильні розчини направляти на регенераційну установку для термічного розкладання солей FeCl_2 , 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 HCl . В результаті виходить регенерована соляна кислота, яка знову повертається в технологічний цикл. Замкнутий цикл металотравлення з промивки його каскадним способом з повторним багаторазовим використанням промивної води завдяки чому регенерація дозволяє викреслити злив(утилізацію) розмивних вод в споруди очистки підприємства.

Промивні кислотні стічні води нейтралізуються вапняним молоком, після чого освітлюються в відстійниках. Шлам скидається в

шламонакопичувачі або знешкоджується на фільтрах-пресах. Освітлена вода використовується в технологічному циклі.

Для знешкодження стічних вод, що утворюються при хімічній а також термічній обробці металів застосовуються електрохімічні методи. Для знешкодження ціаноутримуючих стічних вод використовується також вапняне молоко, рідкий хлор, гіпохлорит натрію, гіпохлорит кальцію, хлорне вапно, марганцевокислий калій, перекис водню та ін.

Зменшення викидів технологічним шляхом та утилізація відходів

У прокатному виробництві питання охорони навколишнього середовища нерозривно пов'язані з виробничими процесами, обладнанням, організацією виробництва і найбільш ефективно вирішуються розробкою прогресивної технології. Визначальними факторами є: точне ведення технологічного процесу; систематичний контроль за основними параметрами нагрівальних печей і прокатного обладнання; пристрій систем оперативної сигналізації про екстремальні умови технологічних процесів і про стан агрегатів і обладнання. У зв'язку з цим величезна частина у вирішенні нюансів точного ведення технологічних процесів і запобігання аварійних викидів шкідливих речовин належить робітникам основних професій прокатних цехів: вальцювальником-оператором, різьбярем металу, термістом, робітником, обслуговуючим травильні відділення.

Вирішення питань охорони навколишнього середовища пов'язане зі створенням механізованих і автоматизованих прокатних станів, переважно безперервних і напівбезперервних; механізацією всіх операцій на складах заготовок і готової продукції; герметизацією нагрівальних печей; використанням нагрівальних печей з крокуючими балками, обладнаними економічними плоскопламеними пальниками; застосуванням гідрозбиву окалини; пристроєм аспираційних систем над прокатними клітьми для видалення окалинуутримуючої пили

Для зниження шкідливих викидів в травильних відділеннях і відділеннях покриттів (цинкування, алюмінівання і ін.) прокатних цехів

встановлюються агрегати безперервної дії з герметизацією всіх ванн, машин і апаратів і видаленням шкідливих викидів за допомогою систем витяжної вентиляції

Таблиця 6.1 – утилізація відходів прокатного виробництва

Найменування відходів, зовнішній вид та консистенція	Найбільш токсичний компонент від відходів	Методи утилізації, знешкодження, захоронення
Розчини відібрані травильні прокатних цехів, рідкі	Соляна кислота, з'єднання міді та хрома	Застосовується нейтралізація и передача шлама в отвал. Рекомендується отримання хлорного заліза, з'єднань міді, хрома та інших металів
Води промивні травильних відділів, рідкі	Соляна кислота	Спалюються та закопуються або термічно знешкоджуються на полігоні промвідходів
Відходи регенераційні емульсії та смазково-охолоджуючих рідин, шлам відпрацьованих емульсій, рідина	Ефірно-екстагуючі речовини	Застосовуються регенерація та безвідходна технологія
Окалина прокатного виробництва, твердий відход шлами та пили залізовмісний	Оксиди заліза	Застосовуються як добавка у шихту

Таблиця 6.1 – утилізація відходів прокатного виробництва

Найменування відходів, зовнішній вид та консистенція	Найбільш токсичний компонент від відходів	Методи утилізації, знешкодження, захоронення
пилогазоочисних споруд, шлам	Оксиди заліза	Використовують як добавки до агломераційну шихту та в виробництві будматеріалів

ВИСНОВКИ

У загальній частині було розглянуто склад ділянки цеху холодної прокатки в межах стану холодної прокатки 2800, було розібрані технічні характеристики обладнання, потужності електродвигунів приводу робочих валків. Приведено сортамент штаб і марки сталей, які прокатуються на стані, розглянуто сталь 7ХНМФБ на механічні властивості, хімічний склад, ударна в'язкість.

У технологічній частині було розраховано режим обтисків, середній контактний тиск прокатки, що склало 1208,3 Н/мм², та визначена продуктивність стану, яка становить 29,79 т/год.

У механічній частині було розраховано валки на міцність, в результаті якого було доведено, що запас міцності валків забезпечений. Виконаний розрахунок тихохідного натискного механізму чотирьохвалкового стану 2800 для холодного прокату штаби.

В розділі охорони праці та техногенної безпеки були приведені технічні рішення щодо безпечної експлуатації стану холодної прокатки 2800, технічні рішення щодо гігієни праці та виробничої санітарії, а саме мікроклімат, склад повітря робочого простору, виробниче освітлення, виробничі шуми та вібрації, виробничі випромінювання. Була розглянута пожежна безпека, а саме технічні рішення системи запобігання пожежі та технічні рішення системи протипожежного захисту. А також були розглянуті заходи по захисту навколишнього середовища в прокатному виробництві.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Серeda Б.П. Обробка металів тиском. Навчальний посібник, Запоріжжя: Видавництво Запорізької державної академії, 2009. – 344 с
2. Серeda Б.П. Металознавство та термічна обробка чорних та кольорових металів. Запоріжжя: Видавництво Запорізької . Підручник. державної інженерної академії, 2008.-302с.
3. Серeda Б.П. Прокатне виробництво. Навчальний посібник. Запоріжжя: Видавництво Запорізької державної інженерної академії, 2008. 312с.
4. Данченко В.М., Гринкевич В.О., Головка О.М. Теорія процесів обробки металів тиском: Підручник м.Дніпро - Пороги, 2008. - 370с.
- 5.Технологічна інструкція ТІ 226-П.ХЛЗ-04-01 Прокатка листів на стані “2800”
6. Белоконь Ю. О. Фізичні процеси при пластичній деформації для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 136 «Металургія» освітньо-професійної програми «Обробка металів тиском»Запоріжжя Запорізький національний університет, 2023. 179 с.
7. Серeda Б. П. Теорія прокатки: навчально-методичний посібник для студентів

- ЗДІА спеціальності 6.05040104 «Обробка металів тиском» / Серета Б. П., Белоконь О.О.; Запоріж, держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2013.-105 с.
8. Інструкція з охорони праці для всіх професій, керівників та спеціалістів цехів комбінатів №0.01-2006, 160 с.
9. ВАСИЛЕВ Я.Д., МІНАЄВ О.А. Теорія поздовжньої прокатки. Підручник. - Донецьк: УНІТЕХ, 2009. - 488 с.
10. Медведєв І.А., Бельгольський Б.П., Зайцев Є.П. Організація, планування та управління виробництва на металургійних підприємствах. 2-ге вид., Перероблене та додаткове. - Київ.: Вища школа. Головне видавництво, 1984. 400с.
11. Інструкція з охорони праці для робітників прокатного відділення ЦХП-3 № 08.02-2005.